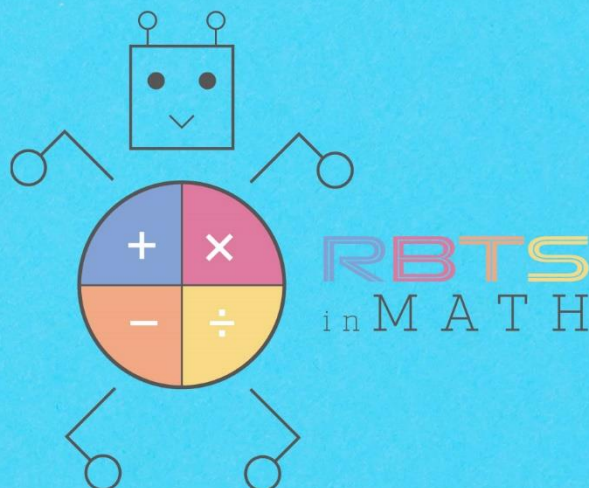




RbtsInMath: Poprawa osiągnięć matematycznych poprzez wykorzystanie rozwiązań robotycznych w odwróconym nauczaniu

Numer projektu: 2022-1-PL01-KA220-HED-000086524

Przewodnik dla nauczycieli dotyczący stosowania metody odwróconej klasy w nauczaniu robotyki w szkołach podstawowych

Dofinansowane ze środków UE. Wyrażone poglądy i opinie są jedynie opiniami autora lub autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy i opinie Unii Europejskiej lub Fundacji Rozwoju Systemu Edukacji. Unia Europejska ani Fundacja Rozwoju Systemu Edukacji nie ponoszą za nie odpowiedzialności.

Niniejszy dokument może być kopiowany, powielany lub modyfikowany zgodnie z powyższymi zasadami. Ponadto należy wyraźnie wskazać autorów dokumentu i wszystkie obowiązujące fragmenty informacji o prawach autorskich.

Wszelkie prawa zastrzeżone. © Copyright 2023 RbtsInMath



Co-funded by
the European Union



Umowa o dotację	2022-1-PL01-KA220-HED-000086524
Program	Erasmus+
Działanie	Współpraca partnerska w szkolnictwie wyższym
Akronim projektu	RbtsInMath
Tytuł projektu	Poprawa osiągnięć matematycznych poprzez wykorzystanie rozwiązań robotycznych w odwróconym nauczaniu
Data rozpoczęcia projektu	01/11/2022
Czas trwania projektu	28 miesięcy
Data zakończenia projektu	28/02/2025

Spis treści

ROZDZIAŁ 1: WPROWADZENIE DO PEDAGOGIKI CYFROWEJ (SPOŁECZNA AKADEMIA NAUK, DR PAWEŁ PEŁCZYŃSKI)	5
WYJAŚNIENIE I ZASADY	7
KORZYŚCI DLA NAUCZYCIELI	11
NARZĘDZIA I ZASOBY	12
STRATEGIE AKTYWNEGO UCZENIA SIĘ I WSPÓŁPRACY	15
PODSUMOWANIE	17
ROZDZIAŁ 2: ZASADY I METODY NAUCZANIA W ERZE CYFROWEJ (CANAKKALE ONSEKIZ MART UNIVERSITESI, DR HASAN ARSLAN).....	19
WPROWADZENIE.....	19
TRADYCYJNE I CYFROWE METODY NAUCZANIA.....	19
TRADYCYJNE METODY NAUCZANIA	20
CYFROWE METODY NAUCZANIA	22
MODELE PEDAGOGICZNE DLA NAUCZANIA ONLINE	23
METODY UCZENIA SIĘ ONLINE.....	23
ZRÓŻNICOWANE NAUCZANIE Z WYKORZYSTANIEM NARZĘDZI CYFROWYCH.....	25
ROZDZIAŁ 3: PROJEKTOWANIE EDUKACYJNYCH GIER MATEMATYCZNYCH Z WYKORZYSTANIEM ROBOTYCZNYCH ZABAWEK (DR LUCIAN BŁAGA, UNIWERSYTET W SYBINIE, DR MIHĂESCU DIANA; DR BOLOGA LIA; DR BÎCLEA DIANA).....	29
WPROWADZENIE.....	29
WYJAŚNIENIE I ZASADY	30
KORZYŚCI DLA NAUCZYCIELI	33
NARZĘDZIA I ZASOBY	36
STRATEGIE AKTYWNEGO UCZENIA SIĘ I WSPÓŁPRACY	39
PODSUMOWANIE	46
ROZDZIAŁ 4: PROJEKTOWANIE ANGAŻUJĄCYCH ZAJĘĆ W ODWRÓCONEJ KLASIE (SCUOLA DI ROBOTICA, MGR FILIPPO BOGLIOLO).....	48
WYJAŚNIENIE I ZASADY	48
Podstawowe zasady odwróconej klasy w robotyce	48
Podstawy teoretyczne	49
Dlaczego edukacja w zakresie robotyki przynosi korzyści	49
KORZYŚCI DLA NAUCZYCIELI	50
NARZĘDZIA I ZASOBY	54

STRATEGIE AKTYWNEGO UCZENIA SIĘ I WSPÓŁPRACY	55
PODSUMOWANIE	56
ROZDZIAŁ 5: INTEGRACJA ROBOTYKI W NAUCZANIU UMIEJĘTNOŚCI I WIEDZY	
MATEMATYCZNEJ (UNIWERSYTET ŁÓTEWSKI, DR INETA HELMANE).....	57
KORZYŚCI DLA NAUCZycIELI, KTÓRZY INTEGRUJĄ UMIEJĘTNOŚCI I WIEDZĘ Z ZAKRESU ROBOTYKI W NAUCZANIU	
MATEMATYKI.....	61
NARZĘDZIA I ZASOBY	65
STRATEGIE AKTYWNEGO UCZENIA SIĘ I WSPÓŁPRACY	80
PODSUMOWANIE	83
BIBLIOGRAFIA	85

Rozdział 1: Wprowadzenie do pedagogiki cyfrowej (Społeczna Akademia Nauk, dr Paweł Pełczyński)

Pedagogika cyfrowa stanowi znaczącą zmianę paradygmatu w edukacji, koncentrując się na integracji technologii w celu przekształcenia tradycyjnych metod nauczania w bardziej dynamiczne, integracyjne i angażujące zajęcia praktyczne. W swojej istocie pedagogika cyfrowa wykorzystuje narzędzia takie jak interaktywne platformy, zestawy robotyczne i technologie wspierające współpracę w celu wspierania kreatywności, krytycznego myślenia i umiejętności rozwiązywania problemów. Takie podejście nie tylko wspiera naukę, ale także przygotowuje uczniów na wyzwania i możliwości szybko zmieniającego się cyfrowego świata.

Edukacja robotyczna jest doskonałym przykładem wdrożenia zasad i zastosowań pedagogiki cyfrowej. Łącząc koncepcje teoretyczne z praktycznymi działaniami, robotyka umożliwia uczniom zastosowanie wiedzy w praktycznych kontekstach, zachęcając do innowacji i budowania umiejętności radzenia sobie w nowych sytuacjach. Takie podejście promuje aktywny udział w uczeniu się i rozwój przyszłych kompetencji, takich jak interdyscyplinarność i współpraca. Niniejszy przewodnik zawiera wskazówki, w jaki sposób nauczyciele mogą wdrażać pedagogikę cyfrową, wykorzystując edukację matematyczną jako praktyczne ramy jej wdrażania.

Znaczenie pedagogiki cyfrowej

Znaczenie pedagogiki cyfrowej znacznie wzrosło w ostatnich latach, co jest wynikiem dynamicznego rozwoju technologii i zmieniających się potrzeb edukacyjnych. Tradycyjne metody nauczania często nie angażują uczniów w wystarczającym stopniu, zwłaszcza w dziedzinach takich jak STEM (nauki przyrodnicze, technologia, inżynieria, matematyka), gdzie abstrakcyjne koncepcje mogą wydawać się oderwane od ich rzeczywistych zastosowań. Pedagogika cyfrowa oparta na technologii pozwala na bardziej interaktywne i angażujące podejście, które skutecznie łączy teorię z praktyką.

Na przykład, w ramach edukacji w zakresie robotyki, uczniowie mogą uczyć się zasad fizyki lub matematyki, projektując i programując działanie robotów. Dzięki temu zdobywają nie tylko wiedzę teoretyczną, ale także umiejętność zastosowania jej w rzeczywistych sytuacjach.

Korzyści płynące z pedagogiki cyfrowej

Pedagogika cyfrowa oferuje szereg istotnych korzyści, które znacząco wpływają na jakość i efektywność procesu nauczania:

a) Łączenie teorii z praktyką

Edukacja w zakresie robotyki stanowi doskonały przykład tego, jak pedagogika cyfrowa pomaga uczniom zrozumieć, w jaki sposób zasady teoretyczne mogą być stosowane w rzeczywistym świecie. Na przykład, projektując robota do sortowania obiektów według koloru, uczniowie wykorzystują zasady optyki, programowania i algorytmiki. Ćwiczenie to nie

tylko ilustruje podstawy teoretyczne, ale także pozwala uczniom rozwiązywać praktyczne problemy w dynamiczny sposób.

b) Promowanie uczenia się przez całe życie

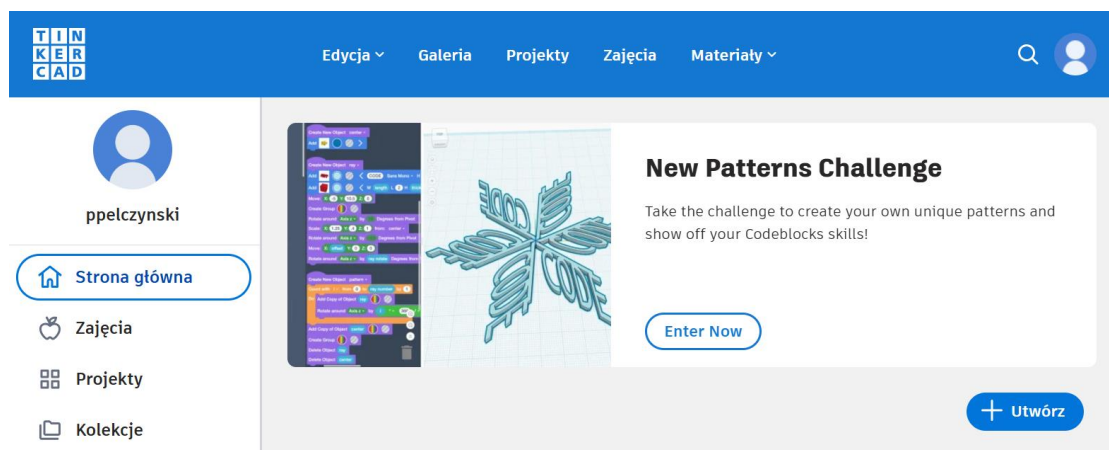
Pedagogika cyfrowa rozwija takie umiejętności, jak zdolność adaptacji, elastyczność i niezależne uczenie się. Są to kluczowe kompetencje w gospodarce opartej na wiedzy, gdzie zmieniające się technologie wymagają ciągłego podnoszenia kwalifikacji. Wdrażanie narzędzi takich jak Scratch lub Python uczy uczniów programowania, które rozwija ich zdolność krytycznego i analitycznego myślenia. Tego typu umiejętności mają wartość przez całe życie zawodowe ucznia.

c) Wzmocnienie inkluzywności

Dzięki platformom cyfrowym edukacja staje się bardziej dostępna i przyjazna dla każdego ucznia, niezależnie od jego potrzeb i ograniczeń. Pedagogika cyfrowa umożliwia indywidualizację nauczania, dostosowując tempo i poziom trudności do możliwości ucznia. Dla uczniów z trudnościami w uczeniu się dostępne są wizualne języki programowania, takie jak Blockly, które eliminują bariery związane z pisanem kodu, umożliwiając naukę poprzez interaktywne eksperymenty. Narzędzia takie jak Google Classroom pozwalają nauczycielom monitorować postępy uczniów w czasie rzeczywistym i dostosowywać materiały do ich indywidualnych potrzeb.

Pedagogika cyfrowa w praktyce

W praktyce edukacja z wykorzystaniem pedagogiki cyfrowej umożliwia uczniom realizację projektów, które rozwijają zarówno wiedzę, jak i umiejętności miękkie, takie jak współpraca, komunikacja i kreatywność. Wdrażanie pedagogiki cyfrowej w klasie może przybierać różne formy. Uczniowie mogą pracować w zespołach nad projektami robotów rozwiązującymi konkretne problemy, np. nad zaprogramowaniem maszyny do automatycznego sortowania klocków. Szkoły z ograniczonym dostępem do sprzętu robotycznego mogą korzystać z symulatorów, takich jak TinkerCAD (rys. 1), aby uczyć programowania i projektowania w środowisku wirtualnym.



Rys. 1 Strona główna TinkerCAD.

Nie mniej ważne jest podnoszenie kompetencji nauczycieli w tym zakresie. Szkolenia online oferowane przez platformy takie jak Coursera lub Khan Academy umożliwiają nauczycielom zdobycie umiejętności programowania i zarządzania projektami w dziedzinie robotyki. Współpraca z innymi nauczycielami, np. w ramach lokalnych sieci edukacyjnych, pozwala na wymianę doświadczeń i najlepszych praktyk.

Wyjaśnienie i zasady

Definicja i zakres pedagogiki cyfrowej

Pedagogika cyfrowa to podejście do nauczania, które integruje cyfrowe narzędzia, platformy i strategie w celu tworzenia bardziej angażujących, spersonalizowanych i interaktywnych doświadczeń edukacyjnych. W przeciwieństwie do tradycyjnych modeli nauczania, które często opierają się na biernym dostarczaniu treści, pedagogika cyfrowa kładzie nacisk na aktywne uczestnictwo, współpracę i krytyczne myślenie (Siemens, 2005).

W szkolnictwie podstawowym pedagogika cyfrowa otwiera nowe możliwości dynamicznej interakcji z materiałami dydaktycznymi zarówno dla uczniów, jak i nauczycieli. Na przykład na zajęciach z robotyki uczniowie mogą korzystać z internetowych platform programistycznych, aby programować swoje roboty, a następnie testować projekty w laboratoriach fizycznych lub wirtualnych. Takie podejście promuje aktywność, kreatywność i współpracę, co pozwala na głębsze zrozumienie materiału (Papert, 1980).

Robotyka stanowi idealny przykład pedagogiki cyfrowej, łączącej praktyczną wiedzę z wykorzystaniem narzędzi cyfrowych w celu rozwijania kluczowych kompetencji XXI wieku (Resnick i in., 2009). Dzięki swojemu kompleksowemu charakterowi pedagogika cyfrowa wyposaża uczniów w umiejętności potrzebne do poruszania się w coraz bardziej cyfrowym świecie, jednocześnie rozwijając kluczowe kompetencje poznawcze i społeczne.

Najważniejsze cechy pedagogiki cyfrowej to:

1. **dynamiczne doświadczenia edukacyjne** - wspiera interaktywne i angażujące działania, które przyciągają uwagę uczniów,
2. **personalizacja** - dostosowuje się do zróżnicowanych potrzeb uczniów, zapewniając inkluzywność i równość,
3. **skalowalność** - narzędzia cyfrowe można dostosować do różnych poziomów umiejętności - od początkującego korzystającego z wizualnych platform kodowania do zaawansowanego opartego na programowaniu w języku Python,
4. **aktywne zaangażowanie** - zachęca uczniów do bycia twórcami i rozwiązywania problemów, a nie do bycia wyłącznie biernymi odbiorcami informacji,
5. **powiązanie z rzeczywistością** - zadania w zakresie robotyki często wiążą się z rzeczywistymi zastosowaniami, np. polegają na projektowaniu robotów do opieki medycznej lub monitorowania środowiska (Eguchi, 2014).

Kluczowe zasady pedagogiki cyfrowej

Pedagogika cyfrowa opiera się na następujących czterech zasadach, które wspierają interaktywność i aktywne uczenie się w dynamicznych i zróżnicowanych środowiskach edukacyjnych.

I Podejście skoncentrowane na uczniu

W podejściu skoncentrowanym na uczniu nauczyciele działają jako moderatorzy, wspierając uczniów w odkrywaniu nowych koncepcji. Uczniowie są zachęceni do aktywnego uczestnictwa w edukacji, samodzielnego poznawania materiału i eksperymentowania (Wygotski, 1978).

Najważniejsze elementy tego podejścia:

1. Samodzielna nauka za pomocą narzędzi cyfrowych, takich jak platformy do kodowania i samouczki online (Siemens, 2005)
2. tworzenie przestrzeni do eksperymentowania, np. programowanie robotów do wykonywania prostych zadań, co rozwija umiejętności krytycznego myślenia,
3. rozwijanie umiejętności samodzielnego rozwiązywania problemów, które są kluczowe w dzisiejszym świecie.

Na przykład, uczniowie mogą zostać poproszeni o zaprogramowanie robota do sortowania obiektów według rozmiaru. Zadanie to wymaga analizy, planowania i iteracyjnych poprawek, a jednocześnie promuje samodzielność i kreatywne myślenie.

II Inkluzywność

Inkluzywność oznacza, że każdy uczeń, niezależnie od pochodzenia lub umiejętności, może w pełni uczestniczyć w procesie uczenia się. Pedagogika cyfrowa wprowadza narzędzia i zasoby, które umożliwiają wszystkim uczniom aktywne uczestnictwo w nauce, co jest szczególnie ważne w edukacji robotycznej (Koehler i in., 2013).

Główne cechy integracyjnej pedagogiki cyfrowej:

1. narzędzia adaptacyjne, takie jak Scratch, który wykorzystuje metodę „przeciągnij i upuść” lub Bee-Bots, które z łatwością wprowadzają młodszych uczniów w świat kodowania (Resnick i in., 2009),
2. zadania o różnym poziomie trudności, od prostych ćwiczeń programistycznych po złożone wyzwania związane z rozwiązywaniem problemów,
3. funkcje ułatwień dostępu, takie jak zamiana tekstu na mowę, regulowane rozmiary czcionek i intuicyjne interfejsy wizualne, wspierają uczniów o różnych potrzebach edukacyjnych.

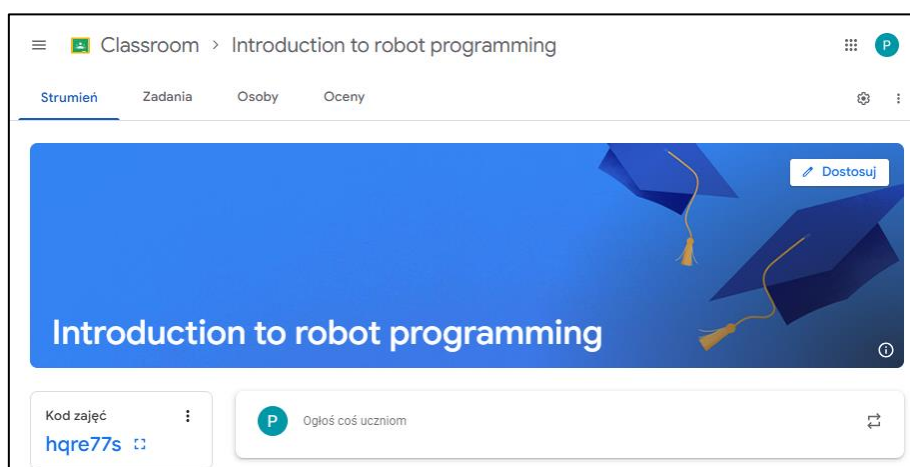
Na przykład na zajęciach z programowania robotów uczniowie o różnym poziomie zaawansowania mogą pracować nad tym samym zadaniem, ale dostosowanym do ich umiejętności - młodsze dzieci programują proste ruchy robota, podczas gdy bardziej zaawansowani uczniowie integrują czujniki, aby robot wykonywał bardziej złożone zadania.

III Elastyczność

Elastyczność oznacza dostosowywanie strategii nauczania i materiałów dydaktycznych do zmieniającej się dynamiki klasy i indywidualnych potrzeb uczniów. Nauczyciele mogą wykorzystywać dane z platform cyfrowych do monitorowania postępów uczniów i identyfikowania obszarów wymagających dodatkowego wsparcia (Siemens, 2005). Zadania z zakresu robotyki można modyfikować, wprowadzając nowe wyzwania, które będą angażować uczniów i wspierać ich rozwój w różnych obszarach (Koehler i in., 2013).

IV Integracja technologii

Integracja technologii w edukacji pozwala na płynną integrację narzędzi cyfrowych z codzienną praktyką nauczania. Technologia staje się nie tylko wsparciem dla uczniów, ale także narzędziem do rozwijania ich kreatywności, analitycznego myślenia i umiejętności rozwiązywania problemów (Eguchi, 2014). Platformy takie jak Google Classroom lub Seesaw (rys. 2) umożliwiają lepszą komunikację i wymianę zasobów, co jest nieocenione w nauczaniu odwróconym.



(a)



(b)

Rys. 2 Główne strony platform edukacyjnych: a) Google Classroom, (b) Seesaw.

Zestawy robotów, takie jak LEGO Spike, oferują możliwość zastosowania abstrakcyjnych koncepcji w praktyce. Platformy do kodowania, takie jak Scratch i Python, angażują uczniów w myślenie obliczeniowe i kreatywne rozwiązywanie problemów, rozwijając umiejętności techniczne nie tylko w kontekście robotyki, ale także ogólnie w edukacji STEM (Resnick i in., 2009).

3. Powiązanie z edukacją w zakresie robotyki

Edukacja w zakresie robotyki stanowi doskonały kontekst do stosowania zasad pedagogiki cyfrowej. Dzięki swoim funkcjom robotyka wspiera kluczowe umiejętności, takie jak myślenie obliczeniowe, kreatywność, współpracę i rozwiązywanie problemów.

a) Myślenie obliczeniowe

Zadania związane z robotyką uczą uczniów rozkładania problemów na mniejsze części, identyfikowania wzorców i opracowywania algorytmów. Jak zauważył Papert (1980), myślenie obliczeniowe rozwija umiejętności rozwiązywania problemów i kreatywne podejście do zadań. Na przykład zaprogramowanie robota do poruszania się po labiryncie wymaga analizy kluczowych punktów decyzyjnych i zaprojektowania odpowiednich algorytmów, co rozwija umiejętności analityczne i zdolność planowania.

b) Kreatywność

Projektowanie, budowanie i programowanie robotów zachęca uczniów do innowacyjnego myślenia i odkrywania unikalnych rozwiązań. Podejście to, jak zauważył Resnick (Resnick i in., 2009), tworzy przestrzeń dla kreatywnego rozwiązywania problemów w świecie rzeczywistym.

c) Rozwiązywanie problemów

Iteracyjne ulepszanie robotów uczy uczniów krytycznego myślenia i wytrwałości, ponieważ często wymaga testowania i poprawiania błędów w kodzie (Koehler i in., 2013).

Korzyści dla nauczycieli

Wprowadzenie odwróconego nauczania i pedagogiki cyfrowej do edukacji w zakresie robotyki ma wiele zalet dla nauczycieli, tworząc bardziej dynamiczne, efektywne i satysfakcjonujące środowisko uczenia się. Takie podejście nie tylko wzbogaca doświadczenie edukacyjne uczniów, ale także wyposaża nauczycieli w narzędzia i strategie, które optymalizują ich czas, rozwijają kompetencje techniczne i wspierają pracę zespołową (Koehler i in., 2013).

Zwiększone zaangażowanie i motywacja uczniów

Odwrócone nauczanie i pedagogika cyfrowa przekształcają tradycyjną klasę w aktywne, skoncentrowane na uczniu środowisko, w którym uczniowie są bardziej zaangażowani i zmotywowani do nauki (Hattie, 2009).

1. **Interaktywne lekcje:** Wykorzystanie zestawów robotycznych i narzędzi programistycznych w zajęciach praktycznych przyciąga uwagę uczniów i wzbudza ich entuzjazm. Zapewniając natychmiastową informację zwrotną, roboty pozwalają uczniom zobaczyć efekty ich pracy w czasie rzeczywistym (Resnick i in., 2009).
2. **Odkrywanie samego siebie:** Dzięki odwróconemu nauczaniu uczniowie mają możliwość samodzielnego zgłębiania tematów związanych z robotyką, korzystając z zasobów cyfrowych, takich jak samouczki wideo, platformy programistyczne i interaktywne symulacje. Ta autonomia rozwija ciekawość i poczucie odpowiedzialności za własny proces uczenia się (Siemens, 2005).
3. **Grywalizacja i wyzwania:** Wprowadzenie elementów grywalizacji, takich jak konkursy robotyczne lub zadania oparte na rywalizacji, motywuje uczniów i rozwija ich zamiłowanie do rozwiązywania problemów i kreatywności (Gee, 2003).

Zaangażowani i zmotywowani uczniowie tworzą bardziej satysfakcjonujące środowisko pracy dla nauczycieli, którzy obserwują większy poziom zaangażowania podczas zajęć i lepsze wyniki edukacyjne.

Optymalizacja czasu zajęć

Jedną z kluczowych korzyści płynących z odwróconego nauczania jest możliwość efektywnego wykorzystania czasu w klasie na bardziej znaczące interakcje i działania (Bergmann & Sams, 2012). Zadając uczniom zapoznanie się z materiałami wprowadzającymi, takimi jak podstawowe samouczki programowania, jako pracę domową, nauczyciele mogą poświęcić czas w klasie na bardziej zaawansowane i praktyczne działania, takie jak eksperymentowanie z robotami lub pogłębianie tematów (Koehler i in., 2013). Zamiast tradycyjnego wykładu, nauczyciele mogą prowadzić zajęcia w formie warsztatów, podczas których uczniowie programują roboty do wykonywania określonych zadań lub rozwiązywania problemów inspirowanych rzeczywistością, takich jak symulowanie akcji ratunkowych (Papert, 1980). Zwiększona ilość czasu pozwala nauczycielom na zapewnienie bardziej spersonalizowanego

wsparcia, zwłaszcza uczniom, którzy potrzebują dodatkowej pomocy, podczas gdy bardziej zaawansowani uczniowie mogą realizować trudniejsze projekty (Koehler i in., 2013). Ta optymalizacja czasu nie tylko poprawia wyniki uczenia się uczniów, ale także zmniejsza obciążenie nauczycieli podczas lekcji, czyniąc ich bardziej produktywnymi.

Rozwój kompetencji technicznych nauczycieli

Pedagogika cyfrowa i edukacja w zakresie robotyki zapewniają nauczycielom możliwość poszerzenia ich kompetencji technologicznych i pedagogicznych (AbdulRab, 2023). Nauczyciele zyskują biegłość w korzystaniu z zestawów robotycznych (np. LEGO Spike, Bee-Bot) i platform programistycznych (np. Scratch, Python), co wzbogaca ich repertuar dydaktyczny i buduje zaufanie do integracji technologii w nauczaniu (Eguchi, 2014). Wprowadzenie strategii takich jak odwrócone nauczanie do codziennej praktyki pozwala nauczycielom stosować innowacyjne metody w różnych przedmiotach szkolnych, co wspiera ich rozwój zawodowy (Darling-Hammond, 2000). Regularne korzystanie z narzędzi cyfrowych sprawia, że nauczyciele są na bieżąco z innowacjami technologicznymi, co pozwala im „nie zostać w tyle” w dynamicznie zmieniającym się środowisku edukacyjnym (AbdulRab, 2023). Nabyte umiejętności mogą być nie tylko wykorzystywane w klasie, ale także otwierają przed nauczycielami możliwości mentorowania kolegów lub uczestniczenia w społecznościach edukacyjnych skupionych na technologii.

Możliwości współpracy i wzajemnego wsparcia

Pedagogika cyfrowa wspiera kulturę współpracy i dzielenia się wiedzą zarówno wśród nauczycieli, jak i uczniów (Fullan, 2013). Projekty robotyczne często wymagają pracy zespołowej, co daje nauczycielom możliwość wspierania i obserwowania dynamiki grupy, a także budowania pozytywnych relacji w klasie (Hattie, 2009). Nauczyciele mogą wspólnie projektować odwrócone działania edukacyjne, dzielić się zasobami i wspólnie rozwiązywać wyzwania technologiczne, tworząc wspierającą sieć zawodową (Koehler i in., 2013). Udział w lokalnych lub globalnych społecznościach nauczycieli, takich jak grupy LinkedIn lub fora edukacyjne, pozwala na wymianę doświadczeń i najlepszych praktyk w nauczaniu robotyki (Schmidt i in. 2023).

Wzbogacenie procesu uczenia się o perspektywę uczniów

Robotyka często wyzwała w uczniach kreatywność i innowacyjność, co daje nauczycielom szansę uczenia się od swoich uczniów. Uczniowie mogą proponować niestandardowe rozwiązania, takie jak zaprogramowanie robota do wykonywania czynności artystycznych, takich jak malowanie, co inspirowało nauczycieli do dalszego eksperymentowania z metodami nauczania (Papert, 1980).

Narzędzia i zasoby

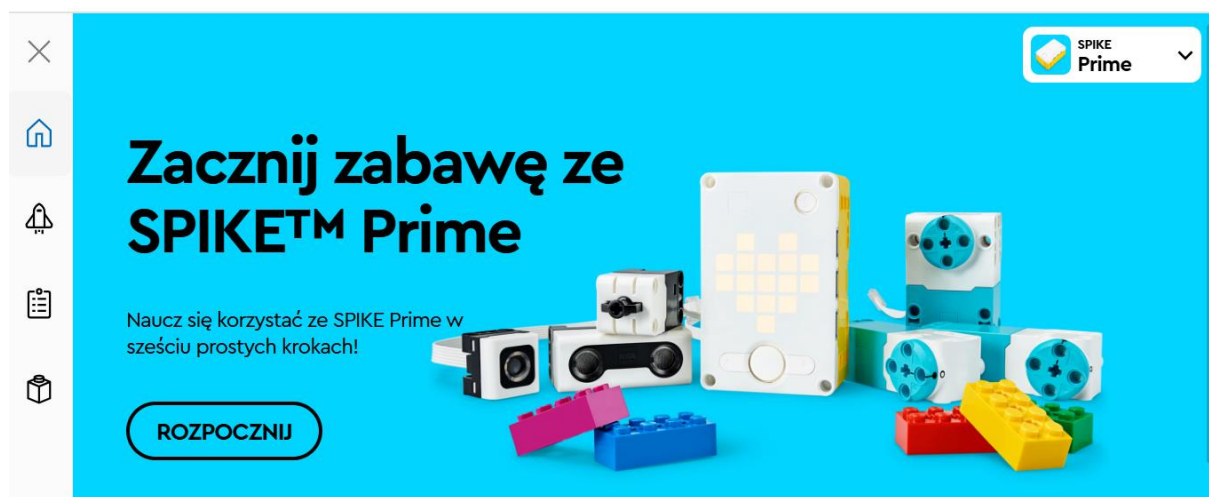
Wdrożenie cyfrowej pedagogiki w edukacji w zakresie robotyki wymaga kompleksowego zestawu narzędzi i zasobów, które wspierają interaktywne nauczanie, programowanie i współpracę. Wyposażenie sal lekcyjnych w starannie dobrane zestawy robotyczne,

oprogramowanie i platformy cyfrowe umożliwiają nauczycielom tworzenie dynamicznych, angażujących i skutecznych lekcji. Jak zauważa Zheng (Zheng, 2018), technologie cyfrowe pozwalają na skuteczną personalizację nauczania, zwiększając zaangażowanie uczniów i poprawiając wyniki edukacyjne.

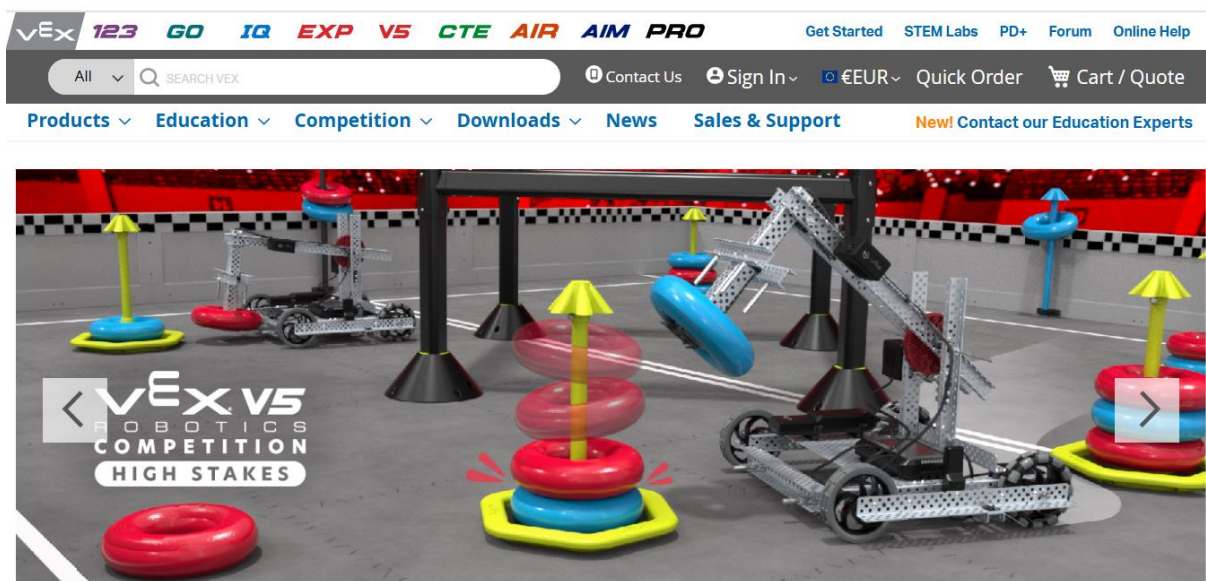
Zestawy robotyczne

Zestawy robotyczne stanowią podstawę praktycznej nauki, umożliwiając uczniom budowanie i programowanie robotów przy jednoczesnym rozwijaniu kluczowych umiejętności, takich jak rozwiązywanie problemów i myślenie obliczeniowe. Jak podkreśla Eguchi (Eguchi, 2014), interakcja z robotyką rozwija kompetencje uczniów związane z projektowaniem, kodowaniem i logicznym myśleniem. Najbardziej polecane zestawy obejmują:

1. **LEGO Mindstorms** - łączy intuicyjne moduły konstrukcyjne z interfejsami programowania, ucząc uczniów podstaw robotyki. Jest idealny dla młodszych uczniów, ale można go wykorzystać również do bardziej złożonych projektów (Lixiao, 2013),
2. **LEGO Spike** - uproszczona wersja zestawów LEGO (rys. 3. (a)), dostosowana do wczesnej edukacji, rozwijająca kreatywność i wprowadzająca podstawy programowania. Spike jest szczególnie przydatny w nauce projektowania prostych robotów o różnych funkcjach (MTA, 2020),
3. **VEX Robotics** - oferuje zestawy dostosowane do różnych grup wiekowych, podkreślając znaczenie projektowania, inżynierii i kodowania (rys. 3.(b)). Szczególnie polecany w nauczaniu zaawansowanych treści STEM i w projektach konkursowych.
4. **Bee-Bots i Blue-Bots**: Te proste, programowalne roboty doskonale nadają się dla uczniów szkół podstawowych, wprowadzając koncepcje kodowania w przystępny i zabawny sposób. Uczniowie mogą programować ruchy robota za pomocą intuicyjnych przycisków, co czyni go idealnym narzędziem dla najmłodszych (Papadakis, 2022).



(a)



(b)

Rys. 3 (a) Strony główne LEGO Spike i (b) VEX-Robotics.

Główne zalety zestawów robotycznych obejmują dostosowanie do różnych poziomów biegłości uczniów, budowanie zaangażowania poprzez praktyczne podejście do nauki oraz możliwość dostosowania projektów do bieżących potrzeb edukacyjnych, takich jak zrównoważony rozwój lub automatyzacja (Eguchi, 2014).

Oprogramowanie do programowania robotów

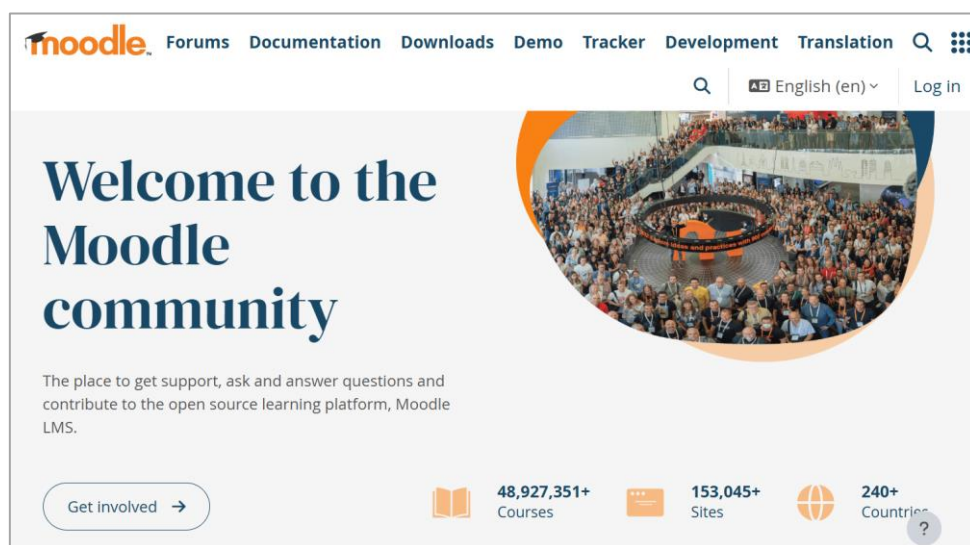
Programowanie jest centralnym elementem edukacji w zakresie robotyki, a narzędzia programistyczne sprawiają, że jest ono dostępne dla uczniów w każdym wieku. Najpopularniejsze platformy i języki to:

1. **Scratch** - wizualny język programowania przeznaczony dla początkujących. Umożliwia uczniom tworzenie animacji, gier i prostych programów dla robotów bez potrzeby korzystania z języków tekstowych (Resnick i in., 2009),
2. **Python**: Wszechstronny, tekstowy język programowania wykorzystywany w zaawansowanej robotyce i rzeczywistych aplikacjach. Dzięki prostocie składni i dużej mocy obliczeniowej jest doskonałym wyborem do nauki myślenia obliczeniowego (Briggs, 2022),
3. **TinkerCAD**: Narzędzie, które łączy projektowanie 3D z kodowaniem, umożliwiając uczniom symulację obwodów elektronicznych i prototypowanie projektów robotów (Takáč i in., 2023),
4. **Blockly**: Kolejna platforma oparta na blokach, która upraszcza programowanie, jednocześnie wprowadzając uczniów w podstawowe koncepcje kodowania przydatne w bardziej zaawansowanych językach tekstowych (Google Developers, 2015).

Platformy cyfrowe wspierające odwróconą edukację

Platformy cyfrowe odgrywają kluczową rolę w dostarczaniu treści edukacyjnych w ramach odwróconej edukacji, wspierając współpracę i zarządzanie klasą. Do najpopularniejszych platform tego typu należą:

1. **Moodle** - kompleksowy system zarządzania nauczaniem (LMS), który umożliwia nauczycielom organizowanie lekcji, udostępnianie zasobów i monitorowanie postępów uczniów (Dougiamas i in., 2003); stronę główną Moodle pokazano na rys. 4,
2. **Google Classroom** - przyjazna dla użytkownika platforma do udostępniania materiałów dydaktycznych, gromadzenia prac uczniów i prowadzenia dyskusji. Jego integracja z innymi narzędziami Google wspiera wspólne uczenie się (Google for Education, 2020).



Rys. 4 Strona główna Moodle.

Strategie aktywnego uczenia się i współpracy

Aktywne uczenie się i współpraca to podstawowe elementy zajęć z robotyki, które pozwalają uczniom w pełni zaangażować się w proces uczenia się, rozwijać kreatywność, umiejętności rozwiązywania problemów i współpracy. Korzystając z aktywnych strategii uczenia się, pracy zespołowej i narzędzi cyfrowych, nauczyciele mogą stworzyć środowisko, w którym uczniowie będą się dobrze rozwijać. Ta sekcja przedstawia praktyczne strategie, które wspierają rozwój umiejętności rozwiązywania problemów, kreatywności i współpracy w nauce robotyki.

Projektowanie wyzwań robotycznych w celu promowania rozwiązywania problemów

Zajęcia praktyczne stanowią podstawę edukacji w zakresie robotyki, dając uczniom możliwość zastosowania zdobytej wiedzy teoretycznej w zadaniach praktycznych (Papert, 1980). Można wyróżnić następujące rodzaje działań:

1. **Otwarte wyzwania** - przedstawianie problemów bez gotowego rozwiązania, takich jak zaprojektowanie robota do poruszania się w labiryncie; takie zadania wymagają krytycznego myślenia i kreatywności (Resnick i in., 2009),
2. **Iteracyjny proces projektowania** - zachęcanie uczniów do testowania, oceniania i udoskonalania projektów robotów uczy ich wytrwałości i umiejętności analitycznych. Jak wskazuje Hattie (2009), proces uczenia się metodą prób i błędów rozwija umiejętność rozwiązywania problemów,
3. **Powiązanie z rzeczywistością** - powiązanie wyzwań z rzeczywistymi scenariuszami, np. programowanie robota wspierającego działania w zakresie opieki zdrowotnej, pomaga uczniom dostrzec praktyczne zastosowanie nauki robotyki w prawdziwym świecie (Eguchi, 2014).

Projektując wyzwania, które wymagają innowacji i eksperymentowania, nauczyciele mogą rozwijać umiejętności rozwiązywania problemów i aktywnie angażować uczniów w naukę.

Rola projektów grupowych w tworzeniu współinnowacji

Projekty z zakresu robotyki sprzyjają współpracy, umożliwiając uczniom łączenie indywidualnych umiejętności i perspektyw w celu tworzenia innowacyjnych rozwiązań (AbdulRab, 2023). Przypisanie konkretnych ról w grupach (np. projektant, programista, tester) zapewnia, że każdy członek zespołu przyczynia się do wspólnego wyniku. Rotacja ról pozwala wszystkim uczniom rozwijać różne umiejętności (Wygotski, 1978). Wyznaczanie jasnych, wspólnych celów, które wymagają pracy zespołowej, takich jak zbudowanie robota wykonującego serię zadań, wspiera współpracę i motywację uczniów do pracy zespołowej (Hattie, 2009). Tworzenie grup uczniów o różnych umiejętnościach wspiera partnerskie uczenie się i promuje inkluzywność, co sprzyja lepszemu zrozumieniu różnorodności i wzajemnemu wsparciu (Koehler i in., 2013). Projekty grupowe uczą uczniów nie tylko współpracy, ale także komunikacji i organizacji pracy, co jest kluczową umiejętnością w dzisiejszym świecie (Gee, 2003).

Integracja sesji z informacjami zwrotnymi od rówieśników

Informacje zwrotne od rówieśników pomagają uczniom uczyć się od siebie nawzajem, ulepszać swoje projekty i rozwijać umiejętności krytycznej oceny (AbdulRab, 2023). Wykorzystanie jasnych kryteriów do kierowania sesjami informacji zwrotnych, takich jak funkcjonalność, kreatywność i wydajność projektów robotów, pozwala uczniom dostosować swoją pracę do wymagań (Resnick i in., 2009). Organizowanie sesji, podczas których uczniowie prezentują swoje projekty ustnie lub pisemnie, pozwala na wymianę konstruktywnej krytyki i pomysłów (Wygotski, 1978). Po każdej sesji informacji zwrotnej warto dać uczniom czas na zastanowienie się nad sugestiami i wprowadzenie poprawek do swoich projektów, co wzmocni ich zdolność do samodzielnego ulepszania swojej pracy (Hattie, 2009). Sesje te nie tylko poprawiają jakość pracy uczniów, ale także rozwijają ich zdolność do udzielania i

przyjmowania konstruktywnej krytyki, która jest niezbędna w procesie rozwoju osobistego i zawodowego.

Wykorzystanie grywalizacji do zwiększenia zaangażowania

Grywalizacja wprowadza elementy gry do nauki robotyki, co zwiększa motywację i zaangażowanie uczniów (Gee, 2003). Mogą one obejmować:

1. **konkursy** - organizowanie wyzwań robotycznych, takich jak tory przeszkód lub wyścigi, pozwala uczniom zaprezentować swoje projekty, jednocześnie nagradzając kreatywność i innowacyjność (Eguchi, 2014).
2. **odznaki za osiągnięcia** - przyznawanie cyfrowych lub fizycznych odznak za osiągnięcie określonych celów, takich jak ukończenie zadania programistycznego lub zbudowanie funkcjonalnego prototypu, zwiększa motywację i satysfakcję (Gee, 2003).
3. **poziomy trudności** - tworzenie zadań o rosnącym stopniu trudności, podobnych do struktury gier komputerowych, utrzymuje zaangażowanie uczniów i zachęca ich do podejmowania trudniejszych wyzwań.

Grywalizacja sprzyja zdrowej rywalizacji, jednocześnie sprawiając, że nauka robotyki jest przyjemniejsza i bardziej satysfakcjonująca (Takáč i in., 2023).

Korzystanie z narzędzi cyfrowych do burzy mózgów

Narzędzia cyfrowe wspierają współpracę i planowanie, nawet w zróżnicowanych lub hybrydowych środowiskach edukacyjnych (Fullan, 2013). Platformy takie jak Miro pozwalają uczniom prezentować swoje pomysły wizualnie, zarówno w klasie, jak i w pracy zdalnej. Narzędzia takie jak MindMeister umożliwiają uczniom organizowanie i rozwijanie swoich pomysłów w sposób oparty na współpracy. Korzystanie z platform takich jak Dokumenty Google umożliwia uczniom wspólną pracę nad planami projektów, udostępnianie kodu lub dokumentowanie postępów. Narzędzia te nie tylko wspierają współpracę, ale także pomagają uczniom ćwiczyć umiejętności cyfrowe, które są niezbędne w dzisiejszym świecie pracy (AbdulRab, 2023).

Podsumowanie

Wdrożenie pedagogiki cyfrowej w edukacji matematycznej stanowi przełomowy krok w kierunku wyposażenia uczniów w umiejętności i sposób myślenia niezbędne do odniesienia sukcesu w XXI wieku. Podejście to łączy innowacyjne strategie nauczania z praktycznymi narzędziami edukacyjnymi, tworząc środowisko, w którym uczniowie rozwijają się jako aktywni uczestnicy swojej podróży edukacyjnej. Poprzez integrację odwróconego nauczania i wspieranie współpracy, nauczyciele mogą zrewolucjonizować sposób nauczania robotyki w szkołach podstawowych, otwierając drzwi do pełnego potencjału uczniów (Papert, 1980; Siemens, 2005).

Pedagogika cyfrowa przenosi nacisk z tradycyjnych metod nauczania na dynamiczne, skoncentrowane na uczniu podejście do nauki. Dzięki edukacji w zakresie robotyki uczniowie zdobywają praktyczne doświadczenie z technologią, jednocześnie rozwijając kluczowe umiejętności, takie jak myślenie obliczeniowe, kreatywność i rozwiązywanie problemów (Hattie, 2009). Robotyka kładzie również nacisk na inkluzywność, zapewniając dostęp do cennych doświadczeń edukacyjnych wszystkim uczniom, niezależnie od ich pochodzenia lub umiejętności (Eguchi, 2014).

Dzięki narzędziom takim jak zestawy robotyczne, oprogramowanie do kodowania i platformy cyfrowe, pedagogika cyfrowa umożliwia płynną integrację wiedzy teoretycznej z praktycznym zastosowaniem, dzięki czemu nauka jest angażująca i dostosowana do współczesnych potrzeb edukacyjnych (Resnick i in., 2009).

Odwrócone nauczanie odgrywa kluczową rolę w pedagogice cyfrowej, optymalizując czas zajęć i wspierając aktywne zaangażowanie uczniów. Dzięki takiemu podejściu uczniowie samodzielnie poznają podstawowe koncepcje robotyki, co pozwala im podchodzić do zajęć z pewnością siebie i ciekawością. Nauczyciele mogą poświęcić czas w klasie na projekty zespołowe, praktyczne wyzwania i wsparcie ukierunkowane na konkretne potrzeby uczniów, maksymalizując wpływ interakcji twarzą w twarz. Materiały lekcyjne, dostosowane do indywidualnych potrzeb uczniów, wspierają zróżnicowane tempo nauki, promując autonomię i integrację. Odwrócone nauczanie doskonale wpisuje się w teorie konstruktywistyczne, które kładą nacisk na aktywne budowanie wiedzy i współpracę przy rozwiązywaniu problemów, co czyni je idealnym podejściem do nauczania robotyki.

Skuteczne wdrożenie pedagogiki cyfrowej wymaga od nauczycieli przyjęcia innowacyjnego podejścia i eksperymentowania z różnymi strategiami. Możliwości są nieograniczone – od wyzwań grywalizacyjnych po wspólne burze mózgów z wykorzystaniem narzędzi cyfrowych. Nauczyciele powinni zacząć od prostych narzędzi, takich jak wspólne tablice cyfrowe lub zestawy do robotyki dla początkujących. Następnie powinni stopniowo poszerzać swoje umiejętności, badając zaawansowane platformy programistyczne i angażując się w rozwój zawodowy (Darling-Hammond, 2000). Powinni również współpracować z kolegami z branży, dzieląc się pomysłami, zasobami i najlepszymi praktykami w nauczaniu robotyki. Podejmując te kroki, nauczyciele mogą stworzyć dynamiczne środowisko uczenia się, które nie tylko inspirować uczniów, ale także pomaga im budować pewność siebie w korzystaniu z technologii (Siemens, 2005).

Pedagogika cyfrowa w edukacji matematycznej oferuje ogromne możliwości zarówno uczniom, jak i nauczycielom. Tworzy sale lekcyjne, które stają się centrami kreatywności, współpracy i innowacji. Korzystając z odwróconego nauczania i narzędzi cyfrowych, nauczyciele mogą przygotować uczniów na przyszłość zdominowaną przez technologię, jednocześnie rozwijając umiejętności życiowe. Proces edukacyjny zaczyna się od ciekawości i chęci odkrywania - odważnie wkroczmy więc w świat cyfrowej pedagogiki i zainspirujmy naszych uczniów do tego samego.

Rozdział 2: ZASADY I METODY NAUCZANIA W ERZE CYFROWEJ

(CANAKKALE ONSEKIZ MART UNIVERSITESI, dr Hasan Arslan)

Wprowadzenie

Edukacja była najbardziej fundamentalnym elementem zarówno rozwoju osobistego jednostek, jak i kształtowania życia społecznego w każdym okresie historii ludzkości. Wielu myślicieli, takich jak Sokrates, Arystoteles i Platon, podkreślało konieczność tworzenia programów edukacyjnych, aby dotrzeć do cnotliwych ludzi, i określało edukację jako najwyższą cnotę. Edukacja jest zorganizowana jako edukacja formalna, której celem jest wspieranie zrównoważonego rozwoju umysłowego, społeczno-emocjonalnego i psychomotorycznego jednostek w ramach zasady integralności. Edukacja formalna jest zwykle kształtowana w systemach szkolnych w ramach określonego planu i obejmuje różne elementy, takie jak cele, treści, status edukacyjny (metody nauczania itp.), pomiar-ocena i wykwalifikowani nauczyciele. Elementy te zmieniają kształt w zależności od cech danego wieku i zmieniają się zgodnie z oczekiwaniami jednostek i społeczeństw względem edukacji. Z uwagi na wiek, w którym się żyjemy, rozwój technologiczny i transformacje cyfrowe, osoby prywatne i instytucje edukacyjne muszą nadążać za tymi zmianami. Harmonia odległych, ogólnych i szczegółowych celów programów edukacyjnych z metodami i technikami nauczania stosowanymi w procesach nauczania zwiększa skuteczność uczenia się. W tym kontekście koniecznością naszych czasów jest, aby programy edukacyjne, które obejmują różne podejścia pedagogiczne i teorie uczenia się oraz uwzględniają różnice indywidualne, zapewniały wielowymiarowe środowisko uczenia się.

Tradycyjne i cyfrowe metody nauczania

Aby zrozumieć metody nauczania, konieczne jest zrozumienie teorii związanych z uczeniem się.

Teorie uczenia się: Instytucje edukacyjne dążą do zapewnienia, że jednostki uczą się w sposób zaplanowany i systematyczny. W tym kontekście należy szukać odpowiedzi na krytyczne pytania, takie jak „Czego się nauczono?”, „Czego należy się nauczyć?”, „Jak się tego uczy?”. Pojęcie uczenia się próbowano wyjaśnić za pomocą wielu teorii uczenia się, głównie pod kontrolą teoretyków behawiorystycznych i poznawczych (Akman, 2018). Teorie te w rzeczywistości szukają odpowiedzi na pytanie „jak najlepiej prowadzić edukację?”. Podczas gdy niektóre z tych teorii zgadzają się co do odpowiedzi na to pytanie, inne opierają się na zupełnie innych paradygmatach. Najbardziej akceptowaną klasyfikacją teorii uczenia się jest podział na teorię: behawiorystyczną, poznawczą, afektywną, społeczną, opartą na mózgu i konstruktywistyczną.

Behawioryści wyjaśniają uczenie się w kategoriach zdarzeń środowiskowych i wierzą, że procesy umysłowe nie są konieczne do wyjaśnienia nabywania, utrzymywania i uogólniania zachowań (Schunk, 2012). Teorie behawiorystyczne stwierdzają, że uczenie się opiera się na związku między bodźcem a reakcją, a zachowanie jest nabywane poprzez wzmocnienie

(Akkaya, 2015). Nie można mówić o jednym podejściu w behawiorystycznym podejściu do uczenia się, ponieważ istnieją różne teorie oparte na behawioryzmie, takie jak warunkowanie klasyczne, korelacionizm i warunkowanie operacyjne. W podejściu behawiorystycznym ważne są obserwowalne i mierzalne zachowania. Zasady uczenia się w teoriach behawiorystycznych to wzmocnienie, powtarzanie i motywacja (Özden, 2011).

Kognitywne teorie uczenia się koncentrują się na procesach umysłowych w procesie uczenia się, w którym uczący się rozumie swoje środowisko. Według kognitywistów uczenie się jest znacznie bardziej złożonym wydarzeniem niż relacja bodziec-reakcja, a uczenia się nie można zaobserwować bezpośrednio. Uczenie się można wyjaśnić z perspektywy poznawczej jako rozwój i zmianę struktur umysłowych danej osoby. Afektywna teoria uczenia się opiera się na konieczności uwzględnienia pola afektywnego, gdzie tylko pole poznawcze nie jest wystarczające, i przywiązuje wagę do rozwoju psychicznego i afektywnego oraz zmian. Teoria afektywna jest bardziej zainteresowana wynikami uczenia się niż jego naturą. W przypadku tego rozwoju i zmian, wartości i rozwój moralny są podkreślane wraz z koncepcjami zdrowego „ja”, samorealizacji i bycia w pełni funkcjonalnym. (Akkaya, 2015; Akman, 2018). W skrócie: teorie behawiorystyczne są zainteresowane praktycznymi wynikami uczenia się; teorie poznawcze są zainteresowane wynikami umysłowymi; teorie afektywne są zainteresowane emocjonalnymi wynikami uczenia się, takimi jak rozwój osobisty i moralny (Akkaya, 2015).

Teoria społecznego uczenia się mówi, że jednostki obserwują innych ludzi w swoim otoczeniu i przejawiają zachowania, które są dla nich korzystne (Bandura, 1991). W uczeniu się społecznym nacisk nie jest położony na doświadczenie, jak w warunkowaniu, ale na obserwację. Jak wiadomo, teoria społecznego uczenia się nie oznacza jedynie uczenia się poprzez obserwację lub powtarzanie zachowań ze wzmocnieniem. Obserwacja ma również funkcję informowania jednostki. Zachowania traktowane jako modele, które są ważnym elementem w procesie społecznego uczenia się, mogą być przechowywane i zmieniane. Zaobserwowane zachowania zakodowane w pamięci danej osoby mogą zostać przywołane w razie potrzeby. (Bal, 2020).

Teoria uczenia się opartego na mózgu, która bada uczenie się z perspektywy neurofizjologicznej, wyjaśnia proces uczenia się jako zmiany biochemiczne i elektrochemiczne. Zgodnie z tą teorią, podczas procesu uczenia się tworzone są połączenia między komórkami mózgowymi. Nowa nauka oznacza nowe połączenia między komórkami (Kaya, 2012). Istnieją pewne metody i techniki uczenia się w nauce opartej na mózgu, a nauka odbywa się poprzez rozumowanie. Teoria uczenia się bazująca na mózgu jest podobna do innych teorii uczenia się i ma z nimi wiele wspólnych cech. Istnieją na przykład takie elementy, jak podejście konstruktywistyczne, w którym uczący się uczą się poprzez działanie i doświadczenie oraz poprzez udział w procesie podejmowania decyzji. Pod pewnymi względami jest ona również podobna do teorii inteligencji wielorakich (Akman, 2018).

Tradycyjne metody nauczania

Opierając się na teoriach uczenia się, możemy podzielić metody nauczania na tradycyjne i współczesne. Tradycyjne metody nauczania od wieków kształtowały praktyki pedagogiczne i stanowiły podstawę procesów uczenia się. Tradycyjne metody nauczania opierają się na

behawiorystycznych teoriach uczenia się, traktują uczenie się jako produkt, a nie proces i nie biorą pod uwagę różnic indywidualnych. Tradycyjne metody nauczania nie są skoncentrowane na uczniu, ale opierają się na przekazywaniu podstawowej wiedzy i umiejętności, gdzie nauczyciel znajduje się w centrum i jest postrzegany jako źródło informacji, a dyscyplina i porządek w klasie są na pierwszym planie; są to zazwyczaj metody takie jak narracja i pytania-odpowiedzi, i nie są otwarte na zmiany i rozwój. Do tradycyjnych metod nauczania zalicza się: prostą narrację, system pytań i odpowiedzi, pisanie na tablicy, pisanie w zeszycie oraz ćwiczenia oparte na powtarzaniu. W metodzie narracji prostej nauczyciel przekazuje informacje w sposób systematyczny, a uczniowie biernie słuchają przekazywanych informacji i robią notatki. Metodę narracji prostej można skutecznie stosować w dyscyplinach opartych na wiedzy, np. matematyce. Metoda pytań i odpowiedzi polega na tym, że nauczyciel zadaje uczniom pytania na temat tego, czego uczy; aktywizuje ona płynność lekcji i może pomóc uczniom skupić uwagę. Metoda pisania na tablicy: jest to przeniesienie przez nauczyciela ważnych punktów lekcji na tablicę poprzez ich podkreślenie i umożliwienie uczniom wizualnego śledzenia tematu. Powtarzanie i praktyka: opiera się na wzmacnianiu pamięci uczniów poprzez wielokrotne powtarzanie informacji w celu zapewnienia ich utrwalenia (Jeffries i in., 2003; Prince i in., 2006). Tradycyjne metody nauczania mają zalety, takie jak możliwość przekazywania informacji dużej liczbie uczniów w tym samym czasie i są skuteczne w nauczaniu podstawowych zestawów wiedzy w dyscyplinach takich jak historia, matematyka i gramatyka. Tradycyjne metody nauczania mają jednak wiele wad, między innymi (Jeffries i in., 2003; Prince i in., 2006): - Mogą one być niewystarczające do wspierania umiejętności rozwiązywania problemów, krytycznego i kreatywnego myślenia.

- Uczniowie są bierni, ich aktywny udział w procesie uczenia się jest ograniczony.

- Są one niewystarczające do rozwijania umiejętności XXI wieku.

- Uczniowie są zmuszani do nauki w konkurencyjnym środowisku, a współpraca między nimi jest słaba.
- Mogą one zmniejszyć motywację i zainteresowanie uczniów nauką.
- Ignorują indywidualne różnice.
- Nie biorą pod uwagę stylów uczenia się uczniów, oferują jeden rodzaj środowiska uczenia się, który nie jest odpowiedni dla ich szybkości uczenia się.
- Ponieważ brany jest pod uwagę jeden rodzaj metody nauczania, może to spowodować, że uczniowie, którzy potrzebują innych metod nauki, pozostaną w tyle.
- Są one niewystarczające do zapewnienia wszechstronności i elastyczności wymaganej przez nowoczesne podejście do edukacji.
- Mechanizm informacji zwrotnej jest ograniczony ze względu na brak pomiarów zorientowanych na proces i postrzeganie uczenia się jako produktu. Uniemożliwia to skuteczne monitorowanie postępów uczniów i indywidualizację procesu uczenia się, a także może powodować obniżenie jakości uczenia się.
- Aby osiągnąć efekt permanentnej nauki poprzez aktywne uczestnictwo w edukacji, tradycyjne metody nauczania muszą zostać połączone z nowoczesnymi metodami nauczania opartymi na technologii i skoncentrowanymi na uczniu.

Cyfrowe metody nauczania

W naszych czasach niepowstrzymany postęp technologiczny przekształcił edukację, a także wiele dziedzin życia codziennego i nauki. W tym kontekście cyfrowe metody nauczania stają się nieodzownym elementem edukacji i oferują nieskończone możliwości poprawy doświadczeń edukacyjnych i projektowania wykwalifikowanych środowisk edukacyjnych. Aby zaspokoić potrzeby dzisiejszych uczniów we współczesnych podejściach edukacyjnych skoncentrowanych na uczniu, integracja narzędzi cyfrowych w edukacji nie jest wyborem, ale koniecznością. Szczególnie w okresie pandemii COVID-19 na całym świecie przyspieszyło przejście na edukację cyfrową, a także ujawniło się znaczenie metod nauczania, które oferują zalety takie jak elastyczność przestrzenno-czasowa i dostępność. Cyfrowe metody nauczania obejmują różne technologie, takie jak tablice interaktywne, internetowe platformy edukacyjne, platformy e-learningowe, wirtualną rzeczywistość (VR), wirtualne klasy i aplikacje edukacyjne wspierane przez sztuczną inteligencję (AI).

Włączenie cyfrowych metod nauczania do edukacji jest koniecznością z takich powodów, jak możliwość dostosowania i dostępność; oferowanie spersonalizowanych / zindywidualizowanych możliwości uczenia się; zwiększenie udziału ucznia w procesie poprzez zapewnienie motywacji (Chapman & Rich, 2018; Scarpiello, 2021). Platformy cyfrowe zapewniają uczniom dostęp do materiałów dydaktycznych bez żadnych ograniczeń czasowych i przestrzennych, umożliwiając uczniom, którzy mieszkają daleko lub którzy nie mają możliwości wystarczającego korzystania z usług edukacyjnych, możliwość uczenia się niezależnie od ograniczeń geograficznych. Cyfrowe metody nauczania zapewniają spersonalizowane doświadczenia edukacyjne z wykorzystaniem elastycznych platform edukacyjnych, oceniają mocne i słabe strony uczniów, uwzględniają indywidualne różnice i oferują spersonalizowane treści dostosowane do indywidualnych potrzeb edukacyjnych (Scarpiello, 2021). Jedną z najważniejszych zalet cyfrowych metod nauczania jest to, że mechanizmy informacji zwrotnej są szybkie i skuteczne. W ten sposób uczniowie mogą poprawić swoje błędy, otrzymując natychmiastową informację zwrotną i mając możliwość usprawnienia procesów uczenia się. Integracja cyfrowych metod nauczania w edukacji może odbywać się poprzez symulacje, cyfrowe gry edukacyjne itp. Sprawiają one, że nauka staje się przyjemniejsza dzięki interaktywnym narzędziom i zwiększają udział ucznia w aktywnym procesie uczenia się, zapewniając skuteczną i trwałą naukę (Chapman & Rich, 2018). Podobnie jak w przypadku każdej innej metody nauczania, cyfrowe metody nauczania mają również ograniczenia/wady. Główne z nich to: przepaść cyfrowa, nauczyciele nieposiadający wystarczającej wiedzy i umiejętności cyfrowych, zbyt duża ekspozycja uczniów na ekrany. Nie wszyscy uczniowie mają równy dostęp do niezbędnej technologii i niezawodnego połączenia internetowego; powoduje to nierówność cyfrową, która jest jedną z przeszkód w wyrównywaniu szans w edukacji. Można zapewnić wsparcie w celu wyeliminowania tej nierówności. Czasami nauczyciele mogą nie być w stanie skutecznie korzystać z narzędzi cyfrowych w nauczaniu, ponieważ nie mają wystarczającej wiedzy / wykształcenia. Zapewnienie programów rozwoju zawodowego i szkoleń dla nauczycieli w celu dostosowania się do nowych technologii będzie skuteczne w eliminowaniu tego ograniczenia. Jedną z największych wad cyfrowych narzędzi nauczania jest to, że uczniowie spędzają zbyt dużo czasu przed ekranem. Sytuacja ta negatywnie wpływa zarówno na zdrowie fizyczne, jak i psychiczne.

Dlatego proces musi być bardzo dobrze zaplanowany, a rodzice i uczniowie muszą być o nim poinformowani.

Modele pedagogiczne dla nauczania online

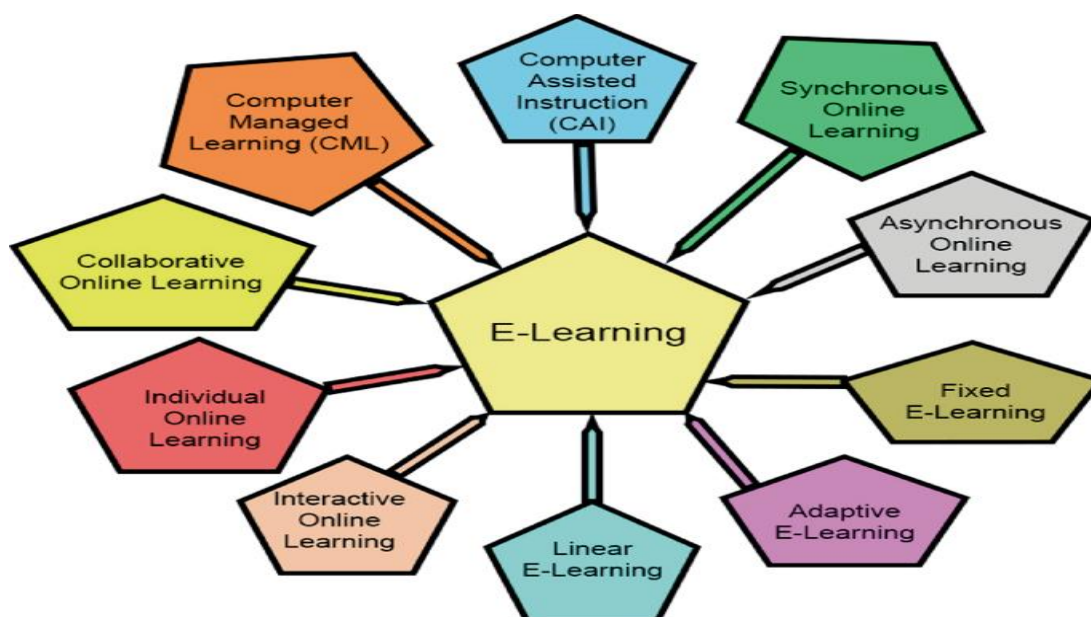
Wraz z powszechnym wykorzystaniem technologii w edukacji, metody nauczania online, które należą do cyfrowych metod nauczania, stały się nieodłączną częścią procesu nauczania. Naukę online stosuje się czasami samodzielnie, a czasami jako uzupełnienie metod nauczania stacjonarnego. W ten sposób procesy uczenia się stają się bardziej elastyczne i spersonalizowane. Kiedy bada się modele pedagogiczne uczenia się online, na pierwszy plan wysuwają się: konstruktywizm, konektywizm i *blended learning*. Jeśli przyjrzymy się im pokrótce:

Konstruktywizm opiera się na zrozumieniu, które zachęca uczniów do aktywnego uczestnictwa i interakcji z materiałami edukacyjnymi, wspiera uczniów w odkrywaniu informacji i tworzeniu własnych znaczeń oraz przyjmuje odpowiedzialność za uczenie się (Piaget, 1972; Wygotski, 1978). Metoda nauki online wspiera podejście konstruktywistyczne poprzez tworzenie ścieżek nauki dostosowanych do indywidualnego tempa uczniów z interaktywnymi treściami, które wzbogacają proces uczenia się. Narzędzia do wirtualnej współpracy, internetowe fora dyskusyjne, interaktywne udostępnianie informacji i procesy zbiorowego uczenia się, czyli platformy nauczania online, oferują środowiska nauczania zgodne z podstawowymi zasadami konstruktywizmu (Anderson, 2008). Konektywizm jest jedną z najważniejszych teorii pedagogicznych ery cyfrowej, która podkreśla, że uczenie się opiera się na dynamicznej i ciągłej interakcji, a nie na statycznym procesie, aby nadążyć za szybko zmieniającym się charakterem wiedzy (Downes, 2012). Konektywizm opiera się na założeniu, że jednostki przyswajają informacje za pośrednictwem sieci. Zakłada on, w jaki sposób technologie internetowe, takie jak przeglądarki internetowe, wyszukiwarki, wiki, fora dyskusyjne i sieci społecznościowe, przyczyniają się do nowych sposobów uczenia się. Uczenie się nie zachodzi między jednostkami, ale w ramach sieci i między nimi. W modelu konektywizmu dostęp do informacji i dzielenie się nią odbywa się za pośrednictwem społeczności uczących się online i mediów społecznościowych; dzięki tym sieciom uczniowie stają się osobami uczącymi się nieustannie. Model ten pozwala uczniom gromadzić i syntetyzować informacje z różnych źródeł oraz wykorzystywać je w praktyce (Downes, 2012; Siemens, 2005).

Blended Learning to eklektyczne podejście, które ma na celu zminimalizowanie wad metod uczenia się online i stacjonarnego oraz połączenie zalet obu. (Çırak Kurt, 2017; Graham, 2006). Takie podejście pozwala uczniom na elastyczne doświadczenia edukacyjne i korzystanie z różnych środowisk uczenia się (Garrison & Vaughan, 2008).

Metody uczenia się online

Metody uczenia się online można podzielić na: synchroniczne, asynchroniczne, mieszane/hybrydowe (stałe), adaptacyjne, liniowe, interaktywne, indywidualne, oparte na współpracy, zarządzane komputerowo, wspomagane komputerowo.



Rysunek 1. Metody uczenia się online

Synchroniczne uczenie się online to metoda nauki, w której uczniowie i nauczyciele są online w tym samym czasie i odbywają się między nimi równoczesne interakcje. Umożliwia uczniom zrozumienie treści oraz dynamiki grupy w oparciu o współpracę, dzięki takim zaletom jak natychmiastowa informacja zwrotna i korekta, jednoczesne dyskusje itp. (Hrastinski, 2008).

Asynchroniczne uczenie się online to asynchroniczna metoda nauki, która pozwala uczniom uczyć się we własnym tempie i we własnych ramach czasowych. Jest ono wspierane przez narzędzia, takie jak nagrane wcześniej lekcje, fora internetowe oraz materiały dydaktyczne i materiały do czytania przesłane do systemu. Zapewnia elastyczność, ponieważ jest niezależny od czasu i przestrzeni, daje uczniom możliwość dogłębnego myślenia i analizowania oraz dostosowuje się do indywidualnych stylów uczenia się (Murphy i in., 2011).

Uczenie się mieszane/hybrydowe (stałe) to metoda, w której w procesie nauczania uwzględnia się zarówno edukację bezpośrednią, jak i na odległość (Graham, 2006). Kształcenie hybrydowe to proces nauczania skoncentrowany na uczniu, w którym klasyczne zajęcia twarzą w twarz są łączone z efektywnym, praktycznym i edukacyjnym projektem wykorzystującym zasoby nagrane i mobilne, a także materiały drukowane (Jamison i in., 2014). Adaptacyjne uczenie się to innowacyjna metoda, która jest dostosowywana do indywidualnych zainteresowań i potrzeb uczniów. Narzędzia technologiczne pozwalają analizować wyniki uczniów i dostosowywać materiały edukacyjne do potrzeb każdego ucznia, a także przedstawiać odpowiednie strategie (Hall i in., 2019). Metoda ta personalizuje proces uczenia się i pozwala uczniom skupić się na swoich brakach.

Uczenie się liniowe; to metoda, w której każdy etap opiera się na wcześniejszej wiedzy, a uczeń postępuje sekwencyjnie i nie ma dwukierunkowej komunikacji. Materiały edukacyjne są przesyłane za pośrednictwem narzędzi takich jak programy telewizyjne i radiowe. Metoda ta może być stosowana w programach, w których interakcja jest niewielka.

Interaktywne uczenie się to metoda, która zachęca uczniów do aktywnej interakcji z materiałami edukacyjnymi. Jest skuteczny w zwiększaniu motywacji i zaangażowania uczniów, ponieważ jest wspierany przez symulacje, interaktywne filmy i gry edukacyjne (Gee, 2007). Interaktywne metody uczenia się zapewniają uczniom środowisko uczenia się oparte na doświadczeniu, pozwalając im rozwijać wiedzę i umiejętności, w tym umiejętności krytycznego myślenia (Çitak, Duran Aksoy, 2023).

Indywidualne uczenie się to metoda, w której uczniowie uczą się samodzielnie, zgodnie z własnym tempem uczenia się i potrzebami, a także rozwijają umiejętności samoregulacji i samodzielnej nauki (Zimmerman, 2002). Uczniowie uczą się poprzez wyszukiwanie źródeł informacji, takich jak biblioteki internetowe, strony internetowe itp.

Wspólne uczenie się to metoda, w której wielu uczniów spotyka się i uczy się razem poprzez aktywną pracę grupową i wspólne rozwiązywanie problemów. Platformy internetowe umożliwiają uczniom pracę nad wspólnymi projektami i dzielenie się informacjami (Dillenbourg, 1999). Podczas wspólnego uczenia się uczniowie zdają sobie sprawę ze swoich mocnych i słabych stron, rozwijają umiejętności komunikacji społecznej i pracy zespołowej.

Uczenie się zarządzane komputerowo to metoda, w której komputer zarządza procesem uczenia się i monitoruje/ocenia postępy uczniów. Proces ten przebiega w oparciu o bazę danych, która zawiera informacje, których uczniowie się uczą, automatyczne testy i narzędzia oceny monitorujące rozwój uczniów i w razie potrzeby zapewniające informację zwrotną (Anderson, 2008). W tej metodzie istnieje dwukierunkowa relacja między komputerem a uczniem, a proces uczenia się może trwać do momentu osiągnięcia określonych celów.

Uczenie się wspomagane komputerowo to metoda, w której komputery są wykorzystywane do prezentowania materiałów dydaktycznych i wspierania ich działań. Edukacja prowadzona za pośrednictwem komputerów tworzy więź między nauczycielem a uczniem w środowisku klasowym, zmieniając proces edukacyjny ze skoncentrowanego na nauczycielu na skoncentrowany na uczniu (Batdi & Anil, 2021). Metoda ta zapewnia uczniom dostęp do informacji za pośrednictwem różnych narzędzi i zasobów cyfrowych (Jonassen, 1995).

Zróżnicowane nauczanie z wykorzystaniem narzędzi cyfrowych

Zróżnicowane nauczanie to podejście skoncentrowane na uczniu, które ma na celu zaspokojenie indywidualnych zainteresowań i potrzeb edukacyjnych każdego ucznia; opiera się na planowaniu procesu nauczania z uwzględnieniem indywidualnych stylów uczenia się i poziomów gotowości (Hall i in., 2019; Tomlinson, 2001). Ten rodzaj nauczania obejmuje treści kursu i działania dostosowane do zainteresowań uczniów, ich poziomu gotowości i profili uczenia się. Zróżnicowane nauczanie może wymagać planowania instrukcji na różnych poziomach trudności w zależności od umiejętności każdego ucznia. Istnieje sześć ważnych zasad, które należy wziąć pod uwagę przy wdrażaniu zróżnicowanego nauczania (Çam & Acat, 2023):

1. Nauczanie powinno opierać się na podstawowych pojęciach, zasadach i umiejętnościach z każdego przedmiotu. To, co jest ważne w zróżnicowanym nauczaniu, to nauka podstaw i ważnych części przedmiotu.
2. Elastyczność powinna być zapewniona poprzez uwzględnienie indywidualnych różnic w klasie, a różnice te powinny być respektowane.
3. Elastyczny podział na grupy jest niezbędny w zróżnicowanym nauczaniu. Uczniowie pracują w grupach na różne sposoby, w zależności od ich indywidualnych różnic i rodzaju aktywności. Wielkość grup jest ustalana w zależności od liczby uczniów o takich samych potrzebach edukacyjnych i poziomu złożoności zadania do wykonania.
4. Uczniowie powinni otrzymywać zadania dostosowane do ich indywidualnych różnic. Ponieważ w zróżnicowanym nauczaniu niezwykle istotne jest dogłębne przeanalizowanie przedmiotów, każdemu uczniowi przydzielane są zadania w takim zakresie, w jakim jest w stanie sobie z nimi poradzić.
5. Zróżnicowane nauczanie powinno być otwarte na ciągłe zmiany.
6. Nauczanie powinno podlegać ciągłej ocenie.

Zróżnicowane nauczanie z wykorzystaniem narzędzi cyfrowych to zastosowanie tej metody za pośrednictwem platform i technologii cyfrowych. Poprzez personalizację treści kursu za pomocą narzędzi cyfrowych, nauczyciele mogą zwiększyć sukcesy akademickie uczniów, poziom uczenia się i motywację do nauki (Anderson, 2008); nauka uczniów może być natychmiast monitorowana, a nieprawidłowej nauce można zapobiec, zapewniając natychmiastową informację zwrotną i korektę (Means et al., 2010).

W celu przygotowania wyników projektu, zróżnicowane nauczanie za pomocą narzędzi cyfrowych pozwala na gromadzenie bogatych danych na temat zaangażowania uczniów, postępów i obszarów wymagających poprawy. Dane te mogą być analizowane w celu identyfikacji trendów i wzorców, które informują o bardziej skutecznych praktykach instruktażowych, przyczyniając się do wyników opartych na dowodach. Włączając technologie adaptacyjne, nauczyciele mogą tworzyć spersonalizowane ścieżki edukacyjne, które mogą służyć jako cenne studia przypadków lub wyniki pilotażowe do szerszego rozpowszechniania (Smith i in., 2015).

Jeśli chodzi o upowszechnianie projektu, narzędzia cyfrowe ułatwiają tworzenie interaktywnych raportów, prezentacji i treści multimedialnych, które żywo pokazują skuteczność zróżnicowanego nauczania. Platformy takie jak internetowe systemy zarządzania nauczaniem (LMS) i środowiska cyfrowe wspierające współpracę umożliwiają płynne udostępnianie wyników projektów interesariuszom, sprzyjając większej przejrzystości i zaangażowaniu. Ponadto można wykorzystać demonstracje wideo, seminaria internetowe i wirtualne warsztaty, aby dotrzeć do szerszego grona odbiorców i zilustrować najlepsze praktyki (Brown & Green, 2019).

Dzięki wykorzystaniu narzędzi cyfrowych w zróżnicowanym nauczaniu, projekty mogą osiągnąć wyższy poziom skalowalności i powtarzalności. Takie podejście nie tylko poprawia doświadczenie edukacyjne uczniów, ale także zapewnia cenne spostrzeżenia, które mogą kształtować przyszłe inicjatywy i polityki edukacyjne (Reeves, 2020).

Jak wdrożyć zróżnicowane nauczanie za pomocą narzędzi cyfrowych?

Zróżnicowane nauczanie z wykorzystaniem narzędzi cyfrowych może być wdrażane przez nauczycieli łączących różne strategie i technologie. Niektóre z nich to:

A. Systemy zarządzania nauczaniem (LMS): Można je zdefiniować jako platformy oprogramowania wykorzystywane przez nauczycieli do zarządzania, dystrybucji i monitorowania materiałów edukacyjnych. Popularne systemy LMS, takie jak Moodle, Blackboard i Google Classroom, umożliwiają organizowanie różnych materiałów edukacyjnych, takich jak kursy online, treści edukacyjne, zadania i egzaminy, zgodnie z indywidualnymi potrzebami uczniów oraz monitorowanie procesu uczenia się uczniów (Watson & Watson, 2007). LMS to narzędzia, które ułatwiają procesy nauczania zarówno uczniom, jak i nauczycielom (Pina, 2010). Systemy LMS mają wiele zalet, takich jak łatwy dostęp i elastyczność, śledzenie uczniów i informacje zwrotne oraz interakcja i uczestnictwo w forach / forach dyskusyjnych / narzędziach do przesyłania wiadomości (Anderson, 2008; Hrastinski, 2008; Means i in., 2010).

B. Oprogramowanie do adaptacyjnego uczenia się: Są to programy takie jak DreamBox i Smart Sparrow, które dostosowują treść kursu do szybkości uczenia się i poziomu uczniów oraz wspierają personalizację edukacji (Hall i in., 2019). Oprogramowanie do adaptacyjnego uczenia się gromadzi dane podczas całego procesu edukacyjnego za pomocą specjalnie przygotowanych programów nauczania dla danej osoby i optymalizuje treści edukacyjne za pomocą technologii adaptacyjnego uczenia się. Oprogramowanie do adaptacyjnego uczenia się pozwala każdej osobie otrzymywać treści, które odpowiadają jej wynikom w nauce. Tak jak aplikacja nawigacyjna dla samochodów prowadzi pojazd do miejsca docelowego w najbardziej efektywny sposób i wyznacza nową trasę, gdy kierowca zboczy z drogi, tak adaptacyjne oprogramowanie edukacyjne wykonuje te same zadania dla uczniów. Niektóre z tych programów (<https://belisoft.com/custom-elearning-development/ai-in-education/adaptive-learning-ai>):

- Duolingo; łączy uczenie maszynowe i adaptacyjne w sztucznej inteligencji. Aplikacja ta koncentruje się na nauce języków obcych poprzez grywalizację i adaptację.
- Prodigy Math to oprogramowanie oparte na grywalizacji, które bazuje na adaptacyjnym algorytmie do nauki matematyki i może identyfikować mocne i słabe strony uczniów.
- Embibe to oprogramowanie, które łączy sztuczną inteligencję i naukę o danych, aby pomóc uczniom od przedszkola do końca liceum uzupełnić braki w wiedzy i przygotować się do egzaminów.
- Lexia PowerUP to oprogramowanie opracowane, aby pomóc uczniom klas 6-12 zwiększyć ich umiejętności czytania i pisania. Oprogramowanie wykorzystuje testy do prowadzenia ucznia, oferuje wskazówki dotyczące ćwiczeń oraz zapewnia wsparcie dźwiękowe i tekstowe.



Rysunek 2. 8 najlepszych platform do adaptacyjnego uczenia się w 2024 roku
(<https://change.walkme.com/adaptive-learning-platforms/>)

C. Interaktywne narzędzia edukacyjne: Są to narzędzia, które mają na celu zwiększenie uczestnictwa poprzez zapewnienie uczniom interaktywnych i zabawnych zajęć edukacyjnych (Clark & Mayer, 2023). Niektóre z tych narzędzi:

- Kahoot; to narzędzie Web 2.0 i platforma, na której można tworzyć egzaminy online, ankiety lub dyskusje. W Kahoot pytania przygotowane wcześniej przez nauczyciela są wyświetlane na ekranie jedno po drugim, uczniowie zaznaczają odpowiedzi i zbierają punkty przez Internet za pomocą swoich urządzeń mobilnych. Po zakończeniu pytań na ekranie wyświetlane są imiona uczniów, którzy zajęli miejsca w rankingu. Nauczyciel może również przeglądać raporty wyników i ujawniać braki (Tetik & Korkmaz, 2018).
- Quizizz; to łatwa w użyciu platforma, która pomaga uczniom dobrze się bawić podczas nauki, a nauczycielom prezentować interaktywne materiały edukacyjne na lekcjach. Użytkownicy mogą tworzyć quizy, gry i ankiety, aby dzielić się nimi z uczniami w klasie lub za pośrednictwem edukacji na odległość (<https://support.quizizz.com/hc/en-us/articles/203610052-What-is-Quizizz>).
- Nearpod; to aplikacja mobilna i internetowa, która pozwala nauczycielom tworzyć i udostępniać uczniom angażujące prezentacje multimedialne. Dzięki Nearpod nauczyciele mogą łatwo dodawać do swoich prezentacji interaktywne funkcje, takie jak quizy, ankiety i filmy (<https://www.upeducators.com/blog/what-is-nearpod-features-and-uses-in-the-classroom/>).

D. Analityka danych i systemy informacji zwrotnej: Analityka danych to systemy wykorzystywane do analizy danych zebranych z procesów uczenia się uczniów za pomocą narzędzi cyfrowych oraz do optymalizacji procesów edukacyjnych poprzez nadanie tym danym

znaczenia (Siemens, 2013). W ten sposób dostarczane są informacje o uczestnictwie uczniów, postępach, wynikach i innych kryteriach uczenia się. Systemy informacji zwrotnej są wykorzystywane do dostarczania natychmiastowych lub okresowych informacji zwrotnych uczniom i nauczycielom korzystającym z tych danych (Means i in., 2010).

Rozdział 3: Projektowanie edukacyjnych gier matematycznych z wykorzystaniem robotycznych zabawek (dr Lucian Blaga, Uniwersytet w Sybinie, dr Mihăescu Diana; dr Bologa Lia; dr Bîclea Diana)

Wprowadzenie

Zabawa stanowi fundamentalny aspekt rozwoju dziecka we wczesnym dzieciństwie, będąc podstawą jego rozwoju poznawczego, emocjonalnego i społecznego. W dziedzinie edukacji integracja zabawy z procesem uczenia się przyniosła znaczące korzyści, szczególnie w edukacji matematycznej. Gra dydaktyczna, jako interaktywne i przyjemne ćwiczenie w klasie, pobudza ciekawość i motywuje uczniów do odkrywania i rozumienia pojęć matematycznych. W miarę jak postęp technologiczny zmienia praktyki edukacyjne, włączenie elementów grywalizacji i robotów edukacyjnych stało się potężnym narzędziem zwiększającym zaangażowanie i zrozumienie uczniów. Niniejszy rozdział analizuje rolę gier edukacyjnych i robotów instruktażowych w edukacji matematycznej, badając ich potencjał w zakresie kultywowania podstawowych umiejętności matematycznych, wspierania krytycznego myślenia i przygotowania uczniów na przyszłość opartą na technologii. Opierając się na założeniach teorii konstruktywistycznego i dynamicznego uczenia się, ukazuje, w jaki sposób innowacyjne metody nauczania wykorzystujące robotykę mogą przekształcić tradycyjne podejście do nauczania matematyki, kładąc nacisk na naukę zorientowaną na ucznia i opartą na doświadczeniu.

Wyjaśnienie i zasady

Zabawa ma kluczowe znaczenie dla rozwoju dziecka w okresie przedszkolnym. W tym okresie dzieci przechodzą szereg znaczących transformacji na poziomie poznawczym, emocjonalnym i społecznym. Gra dydaktyczna jest niezbędnym narzędziem w edukacji matematycznej; jako zadanie w klasie sprzyja przyjemnej i inspirującej atmosferze, rozpalając ciekawość i dążenie do wiedzy. Włączenie elementów grywalizacji za pomocą robotów edukacyjnych może znacznie usprawnić proces nauczania (Tan-I Chen i in., 2023).

Technologiczne gry matematyczne mogą zwiększyć świadomość matematyczną. Projekt, który ułatwia integrację pojęć matematycznych, może znacznie poprawić zrozumienie, zatrzymanie i zastosowanie zdobytej wiedzy (Moyer-Packenham i in., 2019).

Gry mają kluczowe znaczenie dla rozwijania czterech podstawowych kompetencji (Russo i in., 2021):

- a) biegłości;
- b) zrozumienia;
- c) rozwiązywania problemów;
- d) uzasadniania.

Badania pokazują, że angażowanie się w naukę matematyki poprzez gry zwiększa wytrwałość uczniów i sprzyja głębszemu, bardziej krytycznemu myśleniu. Większy udział w zajęciach edukacyjnych, inspirowany grami, wiąże się ze zwiększoną motywacją wewnętrzną i lepszym zrozumieniem przydatności wiedzy (Moon i Ke, 2020). Wykorzystanie gier w nauczaniu matematyki jest doskonałym sposobem na zwiększenie motywacji i zaangażowania uczniów. Badania pokazują, że uczenie się oparte na grach zwiększa retencję informacji i sprzyja rozwojowi kluczowych umiejętności, w tym krytycznego myślenia i rozwiązywania problemów (Wan i in., 2010).

Tworząc grę edukacyjną z robotami instruktażowymi, kluczowe jest przeanalizowanie celu gry, umiejętności matematycznych, które rozwija, oraz celów i przewidywanych konsekwencji. Gra

zawierająca roboty instruktażowe powinna działać jako katalizator nauki matematyki i rozumienia pojęć matematycznych, które często stanowią wyzwanie dla dzieci ze względu na ich abstrakcyjny charakter.

Efektywny projekt instruktażowy wykorzystujący roboty edukacyjne integruje programowanie, robotykę i matematykę w dynamiczny i angażujący sposób. Wykorzystanie robotów edukacyjnych na lekcjach matematyki podkreśla znaczenie podnoszenia i rozwijania kompetencji, umiejętności i dyspozycji w tym przedmiocie. Mogą być wykorzystywane w edukacji, zaczynając od wprowadzania pojęć matematycznych w przedszkolu i przechodząc przez naukę podstawową do rozwoju pojęć matematycznych. Podejście to kładzie nacisk na nauczanie skoncentrowane na uczniu, a nie na nauczanie skoncentrowane na treści i wspiera kompetencje specyficzne dla dyscypliny matematyki.

Zasady opracowane przez Zoltana Dienesą leżą u podstaw rozwoju pojęć matematycznych, ułatwiając tworzenie wartości kształcącej gier logiczno-matematycznych (Fabian i Kasza, 2022). Koncepcje Zoltana Dienesą dotyczące uczenia się matematyki zostały wdrożone w nauczaniu matematyki, tworząc ramy dla rozwoju abstrakcyjnych pojęć matematycznych (Sriraman i English, 2005). Wdrożenie zasad zaproponowanych przez Z. Dienesą pomaga w opracowaniu modelu szkoleniowego do kultywowania pojęć matematycznych; zasad, które będą wspierać projektowanie działań pod postacią gier wykorzystujących roboty edukacyjne:

1. Zasada konstruktywizmu kładzie nacisk na zdobywanie wiedzy poprzez logiczny postęp pojęć. Programowanie robota ułatwia określenie kroków w celu rozwiązania problemu lub trudnego scenariusza, ustanawiając punkt początkowy i końcowy, w wyniku opracowanych ram matematycznych i różnych okoliczności;
2. Zasada dynamiki, gromadzenie doświadczeń z robotem edukacyjnym i wykonywanie działań w formie gry kończy się budową pojęcia. Przejście od nieustrukturyzowanej do ustrukturyzowanej zabawy ułatwi zrozumienie określonego tematu matematycznego. Wdrożenie zasad lub różnych scenariuszy gry zapewnia elastyczność w wyborze alternatywnych ścieżek dających identyczne wyniki;
3. Zasada zmienności matematycznej obejmuje ewolucję abstrakcji i uogólnień w rozwijaniu rozumowania matematycznego. Działania prowadzone z robotami

edukacyjnymi mają strukturę gry, w której podstawowe pojęcia są wyjaśniane za pomocą przykładów, ułatwiając rozwój bardziej ogólnego zrozumienia;

4. Zasada różnorodności percepcyjnej. Rozwój struktur matematycznych w kilku modalnościach percepcyjnych. Doświadczenia edukacyjne uczniów i ich różne osobowości zaowocują różnorodnymi scenariuszami uczenia się, umożliwiając im zrozumienie tematów matematycznych w bardziej trwały sposób i rozwijanie elastycznego rozumowania matematycznego.

Efekty uczenia się w klasie z wykorzystaniem robotów edukacyjnych zależą od poziomu edukacji, obszaru tematycznego, czasu użytkowania, rodzaju oceny i typu robota. (Wang et al., 2023). W procesie prowadzenia gry występują trzy czynniki: a) uczniowie; b) nauczyciel; c) technologia. Każdy element przyczynia się do efektywnego wykorzystania robotów edukacyjnych na lekcjach matematyki i osiągnięcia zamierzonych celów.

Szczególną rolę odgrywa uczeń, który:

- nie ogranicza się do rozważania sytuacji, w której się znajduje; zastanawia się nad tą sytuacją, niezależnie wyobraża sobie różne możliwe rozwiązania, konfrontuje własne opinie z opiniami rówieśników i naprawia wszelkie potencjalne błędy;
- bada różne opcje, które prowadzą do rozwiązania, wybierając najkorzystniejszą i tworząc na jej podstawie nowe alternatywne rozwiązania, które stara się sformułować poprawnie i spójnie;
- ma pełną swobodę w wyborze wariantów rozwiązań - musi uzasadnić swój wybór, pokazując kolegom korzyści, jakie one przynoszą;
- podczas gry można popełnić pewne błędy, a dziecko otrzymuje pomoc i wskazówki, aby poprawić je samodzielnie lub przy wsparciu rówieśników;
- w trakcie rozgrywek niezbędna jest świadoma aktywność polegająca na ciągłym poszukiwaniu i odkrywaniu rozwiązań (Mărcuț, 2015).

Korzyści z zastosowania robotów edukacyjnych w matematyce są liczne:

1. Nauka odbywa się poprzez osobiste doświadczenia. Uczniowie uczą się poprzez używanie, budowanie i eksperymentowanie z robotami (Chin i in., 2014; Giuseppe & Martina, 2012).

2. Rozwój krytycznego myślenia. Programowanie robotów wymaga logicznego myślenia, rozwiązywania problemów i kreatywności (Isabelle M. L. i in., 2019).
3. Współpraca i komunikacja. Praca w zespole nad projektami robotycznymi poprawia umiejętności społeczne i komunikacyjne. (Khanlari, 2016).
4. Zwiększona motywacja. Działania robotów sprawiają, że nauka jest przyjemniejsza i bardziej angażująca (Chin i in., 2014; Konijn & Hoorn, 2020).
5. Przygotowanie na przyszłość. Rozwijanie umiejętności cyfrowych niezbędnych w dzisiejszym społeczeństwie, takich jak programowanie i myślenie obliczeniowe (Alqahtani i in., 2022).
6. Zróżnicowane uczenie się. Wszystkie dzieci mają dostęp do nauki, niezależnie od ich zdolności i możliwości (Conchinha i in., 2015, Konijn & Hoorn, 2020).

Korzyści dla nauczycieli

Tworzenie zadania grywalizacyjnego wiąże się z wieloaspektowym procesem, który obejmuje: ustalenie celów edukacyjnych, analizę atrybutów grupy docelowej (zainteresowania, poziom wiedzy, preferencje), dostosowanie mechaniki gry do specyfiki grupy oraz zapewnienie zgodności między celami nauczania a zastosowanymi elementami gry (Kim, 2015). Nauczyciele mogą modyfikować treści programowe, aby ułatwić zadania w formie matematycznych gier edukacyjnych, wykorzystując robota edukacyjnego jako główny zasób. Ćwiczenie lub problem można uznać za grę dydaktyczną, jeśli (Nour, 2022): a) spełnia cel i zadanie pedagogiczne z matematycznego punktu widzenia; b) zawiera elementy gry w celu wykonania wyznaczonego zadania; c) wykorzystuje ustalone zasady gry, które są zrozumiałe i przestrzegane przez uczniów.

Doświadczenia pedagogiczne nauczycieli obejmują taktyki, które integrują roboty edukacyjne z procesem nauczania, uczenia się i oceny poprzez zastosowanie różnych metodologii i procesów instruktażowych. D. Catlin i M. Blamires (2010) zidentyfikowali 28 różnych metodologii wykorzystania robotów edukacyjnych: katalizator, demonstracja, gry, prezentacje, wyzwania, projektowanie, działania grupowe, zadania, rozwiązywanie problemów, konceptualizacja, zaangażowanie, rozumowanie indukcyjne, myślenie

projektowe, współpraca, eksperymentowanie, połączenia, prowokator, kreatywne doświadczenia, modelowanie zagadek, rozwój programu nauczania, eksploracja, zapamiętywanie, podejścia relacyjne, artefakty, dedukcja, skoncentrowane zadania, pacyfikacja i transfer.

Roboty edukacyjne mogą być wykorzystywane w całym procesie edukacyjnym: od nauczania i uczenia się po ocenę. Robot może służyć jako znaczący instrument we wdrażaniu podejść i taktyk pedagogicznych. Główne zalety wykorzystania robotów edukacyjnych w ramach nauczania są (Khanlari, 2016):

- a) Indywidualizacja nauki, umożliwiająca nauczycielom projektowanie zindywidualizowanych działań o różnym stopniu złożoności i dostosowywanie zadań do konkretnych potrzeb uczniów. Aktywności można modyfikować, aby dostosować je do różnych etapów rozwoju dzieci. Można stworzyć różnorodne ścieżki edukacyjne, aby inspirować i dostosowywać się do zainteresowań dzieci;
- b) szybka i dokładna informacja zwrotna pozwala na szybkie usuwanie luk podczas zadań wykonywanych z użyciem robotów. Nauczyciele mogą z łatwością interweniować w celu naprawienia sytuacji i udzielenia wskazówek. Motywuje to uczniów do wytrwałości w wysiłkach;
- c) angażujące i przyjemne zajęcia edukacyjne, zorganizowane jako gry z robotami edukacyjnymi, zachęcają dzieci do uczestnictwa, ułatwiając zdobywanie wiedzy. Procedura ta usprawnia pracę nauczycieli;
- d) roboty zwiększają przyjemność i interaktywność edukacji matematycznej, a tym samym zwiększają zaangażowanie i motywację uczniów;
- e) interakcja z robotami wywołuje niezapomniane doświadczenia edukacyjne, które zwiększają długoterminowe zapamiętywanie informacji;
- f) opracowanie interaktywnych ćwiczeń pozwala nauczycielom przeznaczyć więcej czasu na przygotowanie kreatywnych i angażujących zadań, które wspierają krytyczne myślenie i kreatywność uczniów. Wprowadzenie robotyki do zajęć lekcyjnych ułatwia rozwijanie umiejętności

cyfrowych i myślenia obliczeniowego, umożliwiając uczniom zapoznanie się ze współczesnymi technologiami i rozwijanie kluczowych kompetencji cyfrowych na przyszłość. Udział w grach i innych formach z udziałem robotów edukacyjnych sprzyja rozwojowi u uczniów umiejętności myślenia obliczeniowego, w tym rozkładania problemów na części, projektowania algorytmów i rozwiązywania problemów.

Rola nauczyciela w opracowywaniu i realizacji zajęć z robotami edukacyjnymi jest niezwykle istotna:

- Celem nauczyciela nie jest przekazywanie wiedzy lub dostarczanie rozwiązań, ale raczej ułatwianie uczniom rozwiązywania konkretnych scenariuszy problemów. Dzieci muszą samodzielnie odkryć ścieżkę wiodącą do rozwiązania, a nauczyciel udziela sugestii tylko wtedy, gdy jest to konieczne;
- Nauczyciel powinien zachęcać dzieci do inicjatywy i kreatywności;
- Dzieci powinny mieć możliwość kwestionowania swoich poglądów, samodzielnego poszukiwania rozwiązań i uczenia się na błędach;
- Nauczyciel musi powstrzymać się od narzucania dzieciom określonej metody pracy;
- Korzystne jest, aby przedszkolaki samodzielnie identyfikowały najbardziej odpowiednią metodę, ponieważ nie wszystkie metody proponowane przez dorosłych są zrozumiałe dla dzieci. Często dziecko lepiej rozumie wyjaśnienia innego dziecka. Gry logiczne to aktywności wykonywane głównie w grupie lub przed publicznością, rzadko angażujące graczy indywidualnych.

Zaproponowano szereg zaleceń pedagogicznych dla nauczycieli dotyczących wykorzystania robotów edukacyjnych (Zhong & Xia, 2020):

- a) roboty edukacyjne powinny być wykorzystywane do krótkich zadań wymagających odpowiednich zdolności operacyjnych;
- b) obowiązkiem nauczyciela jest inspirowanie uczniów, zwłaszcza tych o niższym poziomie zaawansowania;
- c) mniej złożone roboty powinny być wykorzystywane do podkreślenia matematycznych aspektów modelu robota.

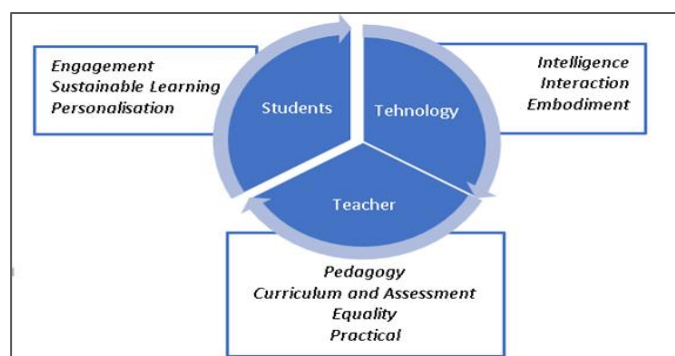
Narzędzia i zasoby

Robot edukacyjny to urządzenie zaprojektowane specjalnie do wykorzystania w procesie uczenia się. Może przybierać różne kształty i wymiary, od podstawowych zestawów konstrukcyjnych po skomplikowane, programowalne roboty. Robot jest uznawany za edukacyjny, jeśli jego głównym celem jest wspieranie nauki, rozwijanie praktycznych umiejętności, zwiększanie interaktywności w procesie edukacyjnym i podnoszenie motywacji.

Trzy podstawowe metodologie ułatwiają uczniom przyswajanie matematyki za pomocą robotyki: a) interakcja; b) programowanie; c) projektowanie i budowanie (Zhong i Xia, 2020).

Aby wykazać, że robot ma walory edukacyjne i może być stosowany w nauczaniu matematyki, musi posiadać podstawowe cechy robota edukacyjnego: a) jest wszechstronny w różnych zadaniach; b) umożliwia uczniom manipulowanie ruchami robota; c) można go dostosować do poziomu i konkretnych potrzeb każdego ucznia; d) jest wykonany z nietoksycznych materiałów i mieć przystępną konstrukcję.

Szeroka gama robotów instruktażowych obejmuje zestawy konstrukcyjne, kompaktowe roboty programowalne, ramiona robotyczne i roboty humanoidalne. Lista ta obejmuje małe programowalne roboty, które są dostępne zarówno dla nauczycieli, jak i uczniów. Roboty te mogą przybierać wygląd różnych owadów i zwierząt, zaprojektowanych tak, aby były przyjazne i przygotowane do wspierania ciekawskich dzieci. Najbardziej podstawowe roboty wykorzystywane do zadań matematycznych obejmują te, które mogą być bez wysiłku zaprogramowane przez ucznia, obejmujące co najmniej cztery strzałki kierunkowe oznaczające ruchy robota: do przodu, do tyłu, w lewo i w prawo. Strzałki te mogą służyć jako wskaźniki kierunku i operatory matematyczne w różnych kontekstach edukacyjnych. Istnieje jedenaście autonomicznych kryteriów skutecznego stosowania robotów instruktażowych w matematyce (Catlin i Blamires, 2010). Zasady te odnoszą się do trzech elementów: uczniów, nauczycieli i technologii, i są określone zgodnie z atrybutami tych elementów.



Rysunek 3.1. Czynniki wpływające na korzystanie z robotów edukacyjnych (Catlin & Blamires, 2010)

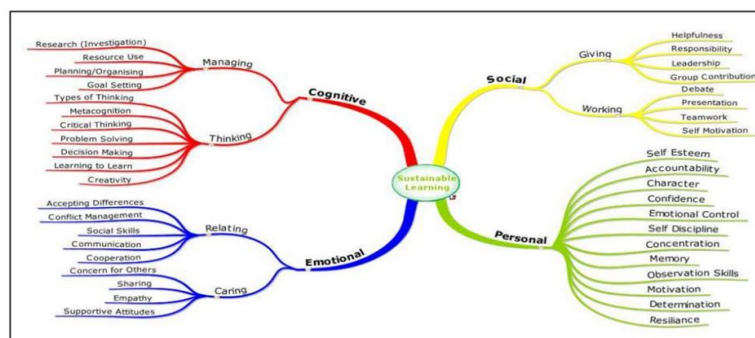
Zbadanie tych zasad skutkuje utworzeniem trwałego związku między trzema komponentami. Roboty edukacyjne wykorzystywane jako narzędzia instruktażowe w stosowaniu i rozwijaniu pojęć matematycznych ułatwiają aktywne zaangażowanie w te działania. Musimy używać ich rozsądnie w zależności od zadania, w celu ułatwienia uczniowi zdobycia określonej wiedzy, stymulowania krytycznego myślenia, doskonalenia umiejętności lub generowania nowych scenariuszy uczenia się poprzez integrację różnorodnych doświadczeń (Catlin i Blamires, 2010).

Efektywne wykorzystanie robotów edukacyjnych zależy od nauczycieli i ich zrozumienia koncepcji, że robot jest pożytecznym narzędziem, co wymaga biegłości w jego właściwym stosowaniu. Wykorzystanie robotów edukacyjnych jako zasobu dydaktycznego pozwoli na wyjaśnienie ich skuteczności w osiągnięciu celów i rozumieniu zamierzeń. Wykorzystanie robotów edukacyjnych w procesie nauczania sprzyja aktywnemu uczestnictwu uczniów.

Zaangażowanie uczniów w pracę z robotami wymaga zrozumienia funkcji technologicznych, które robot jest w stanie wykonać. Podstawowe operacje dla robotów instruktażowych to ruch w lewo, w prawo, do przodu i do tyłu. Instrukcje te uzupełniają istotne wskaźniki, których małe dzieci mogą się łatwo nauczyć i którymi z czasem mogą manipulować. Operacje matematyczne są wykonywane według określonych reguł, takich jak kolejność wykonywania działań w wyrażeniu arytmetycznym. Robot będzie się do niej stosował po ustaleniu sekwencji,

a następnie zwizualizuje trajektorię. Analiza kolejności procesów, początkowo abstrakcyjna, może być wizualizowana i skutecznie kierowana w namacalny sposób za pośrednictwem robota. Roboty edukacyjne ułatwiają dzieciom naukę matematyki. Abstrakcyjne pojęcia, które są trudne do wizualizacji i zrozumienia, można wyjaśnić poprzez wykorzystanie robotyki do tworzenia bardziej zdefiniowanych modeli. Zaangażowanie robotów w edukację matematyczną sprzyja pozytywnym stanom emocjonalnym i ułatwia tworzenie więzi społecznych, które poprawiają postawy, tworzą sprzyjające warunki do nauki i poprawiają doświadczenia edukacyjne. Zaangażowanie uczniów w lekcje matematyki można zwiększyć poprzez wykorzystanie robotów edukacyjnych.

Zaangażowanie ucznia w zadanie w formie gry wzmacnia więzi między uczniami a robotem: a) interakcja z fizycznym robotem obejmuje doświadczenia emocjonalne i społeczne; b) doświadczenie wykracza poza małe dzieci; c) roboty zajmują nową kategorię usytuowaną między przedmiotami nieożywionymi a ludźmi (Catlin i Blamires, 2010). Przyswajamy sobie pojęcia matematyczne dzięki intuicji, a następnie metodycznie stosujemy je w sytuacjach z życia codziennego. Jako spójny proces umysłowy związany z rozumowaniem, opiera się to na wspomnieniach i podświadomych doświadczeniach (Catlin i Blamires, 2010). Wykorzystując dostępne zasoby, roboty mogą generować scenariusze, które uwzględniają intuicję w procesie uczenia się. Roboty edukacyjne mogą wspomagać długoterminową naukę poprzez wspieranie zdolności metapoznawczych, umiejętności życiowych i samoświadomości uczniów. Dzieci przebywają głównie w środowisku edukacyjnym, w szczególności w szkole. To środowisko edukacyjne powinno wykraczać poza zwykłe zdobywanie informacji i obejmować socjalizację, komunikację, pracę zespołową i rozwijanie wiary we własne możliwości (Khanlari, 2016; Alqahtani i in., 2022). Wykorzystanie robotów edukacyjnych ułatwia poprawę umiejętności poznawczych, społecznych, osobistych i emocjonalnych uczniów w środowisku uczenia się (rysunek 3.2.).



Rysunek 3.2. Mapa myśli typowych kryteriów zrównoważonego uczenia się istotnych dla robotów edukacyjnych - zaadaptowane z programu Iowa 4H (Catlin & Blamires, 2010)

Między robotami instruktażowymi a robotami pedagogicznymi istnieje subtelna różnica.

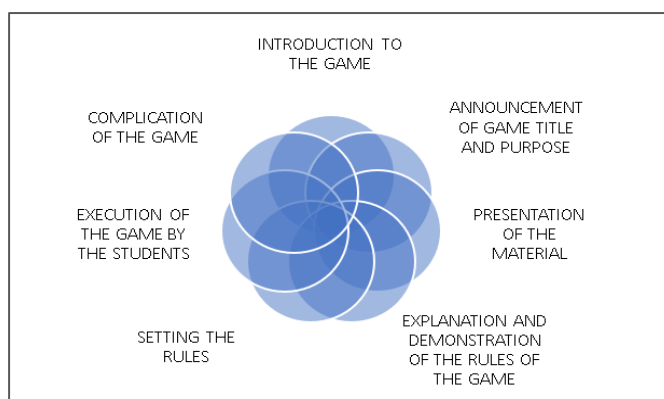
Roboty instruktażowe charakteryzują się wykorzystaniem specjalistycznych zestawów robotyki, często kosztownych, które umożliwiają kompleksową analizę elementów sprzętowych i programowych. Z kolei robotyka pedagogiczna dąży do włączenia zasad robotyki do konwencjonalnego programu nauczania, wykorzystując prostsze i bardziej dostępne technologie, jednocześnie kładąc nacisk na rozwój myślenia obliczeniowego i umiejętności rozwiązywania problemów. Robotyka edukacyjna zapewnia rygorystyczne, praktyczne zaangażowanie w technologię, podczas gdy robotyka pedagogiczna wykorzystuje bardziej holistyczną metodologię, łącząc wiedzę z kilku dyscyplin z podstawowymi aspektami robotyki. Ułatwia to zwiększoną dostępność i elastyczność w wykonywaniu operacji, bez konieczności stosowania specjalistycznego i kosztownego sprzętu (Muñoz i in., 2020).

Strategie aktywnego uczenia się i współpracy

Opracowanie gry matematycznej wymaga skrupulatnej uwagi na takie elementy, jak: stworzenie przyjemnego i odkrywczego doświadczenia, przedstawienie odpowiednich wyzwań, umożliwienie graczowi pewnego stopnia sprawczości, oferowanie pomocy w razie potrzeby, a ostatecznie włączenie mechaniki gry, która poprawia zrozumienie matematyki (Moon & Ke, 2020).

Zorganizowanie instruktażowego konkursu matematycznego z wykorzystaniem robotów edukacyjnych wymaga: a) Opracowania gry instruktażowej. Analizowania treści, organizowania zasobów i materiałów oraz formułowania scenariusza; b) Rozsądnej aranżacji. Konfiguracji wyposażenia i grupowania uczniów w celu efektywnego przeprowadzenia gry; c) Potwierdzenia instancji gry edukacyjnej. Rytmu i podejścia do przywództwa; d) Promowania aktywnego zaangażowania uczniów w grę; e) Tworzenia przyjaznej atmosfery; f) Różnorodności komponentów gry.

Aby stworzyć grę edukacyjną, konieczne jest przeanalizowanie treści i tematyki programu nauczania, zebranie niezbędnych zasobów i materiałów oraz sformułowanie scenariusza. Pomyślne przeprowadzenie gry wymaga skrupulatnej organizacji uczniów, przygotowania do aktywności oraz, w razie potrzeby, ustawienia mebli. Aby z powodzeniem wdrożyć grę edukacyjną, konieczne jest podkreślenie wielu kluczowych aspektów (rys. 3.3), które przyczyniają się do osiągnięcia celów gry.



Rysunek 3.3. Rules of the game (Neacșu, 1988)

Składniki gry to: cel edukacyjny, zadanie edukacyjne, elementy gry, zasady gry, komplikacja gry.

Cel edukacyjny jest opisany w oparciu o program szkolny, musi być jasny i precyzyjny. Kilka cech powinno kierować projektowaniem zadań dydaktycznych: 1) powinien koncentrować się na jednym aspekcie treści; 2) powinien formułować problem w taki sposób, aby wszystkie

dzieci mogły go rozwiązać; 3) powinien określać, co dzieci muszą świadomie i konkretnie zrobić podczas gry, aby osiągnąć cel; 4) powinien obejmować intensywny trening operacji myślowych; oraz 5) powinien wykorzystywać wiedzę, umiejętności i kompetencje na różne sposoby.

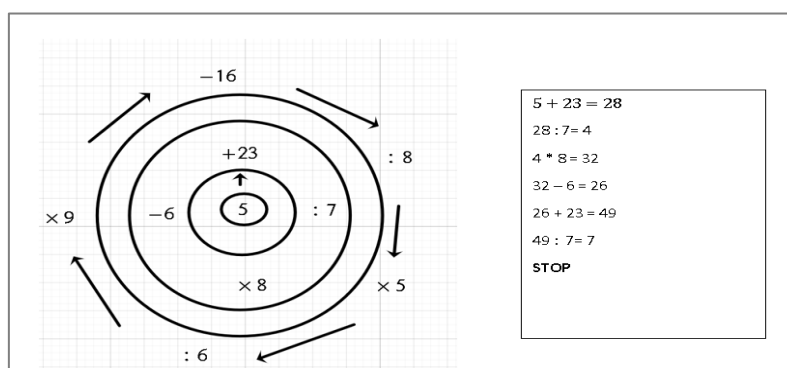
Składniki gry to: cel edukacyjny, zadanie edukacyjne, elementy gry, zasady gry, komplikacja gry. Cel edukacyjny jest opisany w oparciu o program szkolny, musi być jasny i precyzyjny.

Zadanie dydaktyczne musi być opracowane zgodnie z kilkoma cechami:

- musi odnosić się do pojedynczego aspektu treści;
- sformułowanie problemu musi być takie, aby mogły go rozwiązać wszystkie dzieci;
- określa, co dzieci muszą zrobić świadomie i konkretnie podczas gry, aby osiągnąć proponowany cel;
- obejmuje intensywny trening myślenia operacyjnego;
- obejmuje wykorzystanie wiedzy, umiejętności i kompetencji na różne sposoby.

Modele działań do zastosowania robotów edukacyjnych na lekcjach matematyki:

Przykład 1. Gra wnikiwości. Znajdź najkrótszą ścieżkę i kontynuuj obliczenia. (Rys. 3.4).



Rysunek 3.4 Reprezentacja gry (Neacșu, 1988)

Instrukcja: Pośrodku można umieścić robota prowadzonego przez ucznia, który będzie wykonywał operacje w zależności od wybranej ścieżki.

Przykład 2. Liczby wymierne: połowa, jedna trzecia i jedna czwarta (rys. 3.5.).

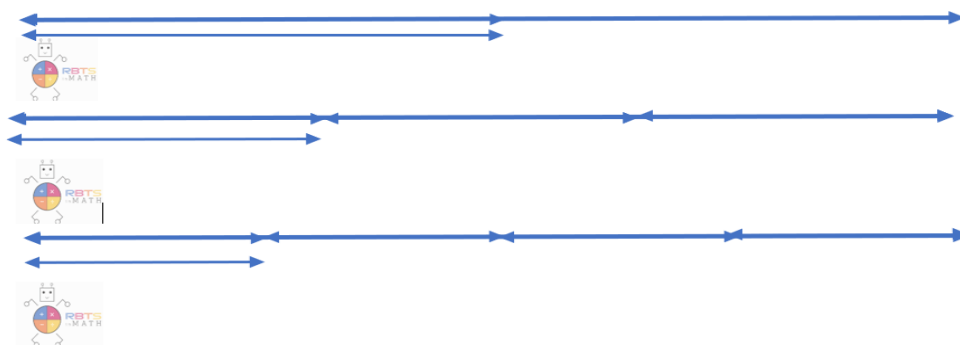


Fig.3.5. Liczby wymierne

Instrukcja: Robot jest przesuwany przez ucznia zgodnie ze strzałką, aż osiągnie pozycję wskazującą połowę, jedną trzecią lub jedną czwartą.

Modele scenariuszy do projektowania gier edukacyjnych z robotami edukacyjnymi:

Model 1.

Tytuł: Cztery operacje

Efekt uczenia się: Rozpoznawanie podstawowych pojęć związanych z mnożeniem/dzieleniem przy użyciu różnych strategii, które mobilizują relacje liczbowe i właściwości działań.

Teoria właściwości operacji arytmetycznych:

1. Przemienność: $A \cdot B = B \cdot A$
2. Łączność: $A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$
3. Tożsamość: $1 \cdot A = A \cdot 1 = A$

4. Rozkład na dodawanie i odejmowanie: $A*(B+C)=A*B+A*C$

5. Mnożenie przez zero: $A*0=0*A=0$

Kroki organizacyjne:

1. Każdy uczeń tworzy własną trasę.
2. W zajęciach może wziąć udział do 6 uczniów, z których każdy ma do wykonania 2 ćwiczenia, w których stosowana jest dana właściwość.
3. Każdy owad reprezentuje właściwość, a każdy uczeń wybiera owada.
4. Znajdź ćwiczenie związane z owadem i określ owada sparowanego za pomocą innego ćwiczenia.
5. Robot Pszczółka zawsze powraca do pozycji wyjściowej.

Kroki do wykonania (rys. 3.6):

1. Wybierz Biedronkę. Kroki to: 1 w górę, 2 w lewo - 3 w dół, 3 w prawo.
2. Wybierz Świerszcza. Kroki to: 3 w lewo - 2 w dół, 3 w prawo.
3. Wybierz Gąsienicę. Kroki to: 4 w prawo - 3 w dół, 5 w lewo.
4. Wybierz Motyla. Kroki są następujące: 1 w prawo, 3 w dół - 2 w prawo, 5 w górę.
5. Wybierz Żuka. Kroki to: 4 w prawo, 2 w górę-4 w dół, 1 w lewo.
6. Wybierz Pszczelarza. Kroki to: 2 w górę - 2 w prawo, 3 w dół.

				7*(2+3)				10*1
								
		3*2					4*(5*6)	
								
	0*6							2*(4-3)
				START				
						7*2+7/3		
								
2*3				6*0				1*10
								
			2*4. 2*3			(4*5)*6		
								

Rysunek 3.6. Tabela robocza dla modelu 1

Model 2. Tytuł: Ułamki właściwe i równoważne

Temat: Wykorzystanie liczb w obliczeniach. Zadanie obejmuje identyfikację liczb naturalnych w zakresie od 0 do 10 000, a także ułamków właściwych lub równoważnych o mianownikach mniejszych lub równych 10.

Cel ćwiczenia: Odczytywanie i zapisywanie ułamków właściwych i równoważnych
Wprowadzenie. Gra polega na rozpoznawaniu ułamków właściwych i równoważnych, odczytywaniu ich i zapisywaniu.

Materiały obejmują: a) robota lub strzałki i zabawkę; b) karty z ułamkami właściwymi i ułamkami równoważnymi; c) mapę trasy.

Szczegóły w opisach scenariuszy. Na mapie znajdują się karty z ułamkami właściwymi i ułamkami jednostkowymi. Będziemy wybierać kolejno ułamki właściwe i ułamki jednostkowe. Każdy uczeń wybierze jeden z podanych rodzajów ułamków i utworzy własną trasę. Po znalezieniu ułamka uczniowie nazywają go i zapisują, jakiego typu jest to ułamek.

Kroki do wykonania:

1. Wspólnie ustalamy zasady gry.
2. Tworzymy mentalną mapę trasy, aby zebrać karty.
3. Programujemy robota (lub ustawiamy strzałki w odpowiedniej kolejności). Naciskamy start!
4. Programujemy robota tak, aby dotarł do każdego ułamka, wykonując odpowiednią liczbę kroków.

Model 3. Tytuł: Kolejność operacji

Temat: Wykorzystanie liczb w obliczeniach. Zadanie polega na mnożeniu liczb w zakresie od 0 do 1 000 000, upewniając się, że czynniki zawierają nie więcej niż trzy cyfry i dzieleniu ich na liczby jedno- lub dwucyfrowe.

Cel działania: Rozwiązywanie ćwiczeń ze znanymi działaniami, z zachowaniem kolejności działań i znaczenia nawiasów (tylko nawiasy okrągłe i kwadratowe).

Wprowadzenie. Gra polega na rozwiązywaniu ćwiczeń ze znanymi operacjami, z zachowaniem kolejności działań i znaczenia nawiasów. W ćwiczeniu, w którym mamy nawiasy, przestrzegane będą następujące zasady: Po pierwsze, wykonywane będą operacje w nawiasach okrągłych (nawiasach małych). Operacje w nawiasach kwadratowych są przekształcane w nawiasy okrągłe, ćwiczenie jest przepisywane, a następnie rozwiązywane.

Źródła:

1. Robot lub strzałki i zabawka pszczoła
2. Karty z liczbami po obu stronach
3. Mapa trasy

Szczegóły w opisach scenariuszy

Na mapie znajduje się karta z dwiema stronami, jedna strona wskazuje liczbę porządkową operacji, a druga strona pokazuje wynik każdej operacji. Musisz wykonać operację i znaleźć kartę z prawidłowym wynikiem. Uzyskany wynik jest porównywany ze znaną kartą.

Przykładowe ćwiczenie: $50+12\times[214-240:(16-2\times5)]-10\times100$

Etapy wdrożenia:

1. Wspólnie ustalamy zasady gry.
2. Tworzymy mentalną mapę trasy, aby zebrać karty.
3. Programujemy Bee Bota (lub ustawiamy strzałki w odpowiedniej kolejności). Naciskamy start!
4. Pierwsza operacja jest na arkuszu z wynikiem 1 z 10; programujemy robota, aby dotarł do tego arkusza, a uczeń sprawdza wynik w zeszycie z wynikiem na wybranym arkuszu.

5. Kontynuujemy pozostałe operacje: 2×6 ; 3×40 ; 4×174 ; 5×2088 ; 6×1000 ; 2138×1138 ; i tak dalej, aż dojdziemy do końca ćwiczenia.

6. Dla każdego wyniku uczeń będzie poruszał się po ścieżce, którą opracował za pomocą robota.

Oto kilka ogólnych wskazówek dla nauczycieli podczas wdrażania edukacyjnych gier z robotami:

1. Przekaż instrukcje na początku gry!
2. Każdy uczeń będzie indywidualnie rozwiązywał każdą operację, a ten, który ukończy operację jako pierwszy, przyjdzie i znajdzie kartę z wynikiem za pomocą robota.
3. Zachęcaj dzieci do mówienia na głos, gdy myślą o pożądanym wyniku.
4. Pozwól dzieciom popełniać błędy. Próbowanie ponownie i odkrywanie błędu jest częścią gry!
5. Jeśli chcesz zwiększyć tempo realizacji zadań, przeprowadź zadanie w formie gry zespołowej, aby dodać element współzawodnictwa!

Podsumowanie

Zabawa dydaktyczna, zintegrowana z robotami edukacyjnymi, odgrywa kluczową rolę w rozwoju matematycznym dzieci w wieku przedszkolnym. Stosując zasady Zoltana Dienes, ten rodzaj nauki nie tylko ułatwia zrozumienie abstrakcyjnych pojęć, ale także rozwija podstawowe umiejętności, takie jak krytyczne myślenie, współpracę i kreatywność. Tak więc integracja zabawy i robotów edukacyjnych w edukacji matematycznej nie tylko przekształca proces uczenia się, ale także buduje solidne podstawy do rozwoju umiejętności matematycznych.

Korzystanie z robotów edukacyjnych nie tylko personalizuje naukę, ale także zapewnia natychmiastową informację zwrotną, pomagając uczniom szybko usunąć wszelkie luki. Aktywności zorganizowane w formie gry zapadają w pamięć, ułatwiając długoterminowe przechowywanie wiedzy. Ponadto rola nauczyciela zmienia się z dostawcy informacji w osobę ułatwiającą naukę, zachęcającą uczniów do odkrywania rozwiązań i rozwijania kreatywności. Takie podejście nie tylko zwiększa zaangażowanie uczniów, ale także rozwija ich umiejętności cyfrowe i myślenie obliczeniowe, przygotowując ich w ten sposób na przyszłość. Dlatego współpraca między nauczycielami i robotami edukacyjnymi w procesie edukacyjnym jest niezbędna do stworzenia dynamicznego i wydajnego środowiska uczenia się, w którym każdy uczeń ma możliwość rozwoju we własnym tempie i rozwijania umiejętności niezbędnych do radzenia sobie. Roboty nie tylko ułatwiają naukę poprzez interaktywność i zdolność adaptacji, ale także przyczyniają się do rozwoju praktycznych umiejętności i krytycznego myślenia. Podstawowe cechy robotów edukacyjnych, takie jak kontrola ruchu i możliwość dostosowania do różnych poziomów nauczania, sprawiają, że są one dostępne i atrakcyjne dla uczniów. Korzystając z tych robotów, nauczyciele mogą przekształcić abstrakcyjne pojęcia w konkretne doświadczenia, poprawiając w ten sposób zrozumienie matematyki i promując aktywne zaangażowanie uczniów. Co więcej, podejście oparte na starannie zorganizowanych grach edukacyjnych może stymulować współpracę i komunikację między uczniami, tworząc przyjemne i motywujące środowisko do nauki. Tak więc integracja robotów edukacyjnych z działaniami matematycznymi nie tylko usprawnia proces uczenia się, ale także przyczynia się do rozwoju niezbędnych umiejętności na przyszłość, przygotowując uczniów do stale zmieniającego się świata. Kluczowe znaczenie dla nauczycieli ma zrozumienie, jak skutecznie korzystać z tych zasobów, aby zmaksymalizować korzyści edukacyjne, jakie mogą przynieść roboty.

Rozdział 4: Projektowanie angażujących zajęć w odwróconej klasie (SCUOLA DI ROBOTICA, mgr Filippo Bogliolo)

Wyjaśnienie i zasady

Odwrócone nauczanie stanowi fundamentalną zmianę w sposobie organizacji edukacji. Odwracając tradycyjny model nauczania, stawia uczniów w roli aktywnych uczestników ich własnej podróży edukacyjnej. W edukacji z zakresu robotyki takie podejście ma szczególne znaczenie, ponieważ wspiera ciekawość, autonomię i praktyczne rozwiązywanie problemów - wszystkie te elementy mają kluczowe znaczenie dla zrozumienia interdyscyplinarnego charakteru robotyki.

Seymour Papert, ojciec konstrukcjonizmu, twierdził, że *"nauka przebiega najskuteczniej, gdy ludzie są aktywnie zaangażowani w projektowanie i tworzenie rzeczy, które mają dla nich znaczenie"* Odwrócone nauczanie obejmuje ten etos, przenosząc bezpośrednie instrukcje - wykłady, lektury lub lekcje wideo - na sesje przed zajęciami, jednocześnie poświęcając czas w klasie na działania eksploracyjne i wspólne. Zmiana ta doskonale współgra z edukacją w zakresie robotyki, w której abstrakcyjne zasady matematyki, programowania i inżynierii ożywają dzięki namacalnym projektom.

Podstawowe zasady odwróconej klasy w robotyce

1. Nauka skoncentrowana na uczniu:

Uczniowie zapoznają się z podstawowymi treściami (np. samouczkami dotyczącymi koncepcji robotyki) we własnym zakresie przed zajęciami. Zachęca to do samodzielnej eksploracji i zapewnia, że są przygotowani do praktycznych zadań.

2. Aktywne uczenie się w klasie:

Czas zajęć poświęcony jest na wykorzystanie wiedzy poprzez wspólne projekty. Na przykład, uczniowie mogą pracować w zespołach, aby zaprojektować i zaprogramować robota zdolnego do poruszania się po labiryncie, rozwiązywania rzeczywistych problemów lub symulowania systemów naturalnych.

3. Integracja narzędzi cyfrowych:

Edukacja robotyczna korzysta z platform cyfrowych, takich jak Scratch i mBlock, które pozwalają uczniom eksperymentować z kodowaniem i logiką w domu. Narzędzia

takie jak te umożliwiają uczniom wizualizację abstrakcyjnych pojęć matematycznych i programistycznych w zabawny, intuicyjny sposób.

4. Pedagogika konstruktywistyczna:

Odwrócone nauczanie, zakorzenione w ideach Paperta, kładzie nacisk na „naukę przez działanie”. Uczniowie budują roboty, programują je i obserwują efekty swojej pracy, angażując się poznawczo i fizycznie w obcowanie z materiałem.

5. Personalizacja i dostępność:

Odwrócone nauczanie pozwala na zróżnicowane instrukcje. Uczniowie mogą uczyć się we własnym tempie poza klasą, powracając do trudnych tematów w razie potrzeby, podczas gdy nauczyciele zapewniają ukierunkowane wsparcie podczas zajęć w klasie.

Podstawy teoretyczne

Na odwróconą naukę duży wpływ mieli tacy myśliciele jak Seymour Papert i Mitchel Resnick. Resnick, kluczowa postać w MIT Media Lab, podkreślił znaczenie tworzenia środowisk, w których uczniowie mogą „wyobrażać sobie, tworzyć i zastanawiać się”. Idea ta jest kluczowa dla odwróconej edukacji robotycznej, w której uczniowie przechodzą od konsumowania informacji do tworzenia rozwiązań.

Podobnie teorie Shannona dotyczące przepływu informacji i systemów inspirowały edukację robotyczną, podkreślając znaczenie informacji zwrotnych i iteracji. Odwrócone nauczanie wykorzystuje je poprzez włączenie iteracyjnych cykli projektowania: uczniowie analizują problemy, testują rozwiązania za pomocą swoich robotów i udoskonalają swoje podejścia.

Dlaczego edukacja w zakresie robotyki przynosi korzyści

Nauczanie robotyki jest wyjątkowo dostosowane do nauczania odwróconego ze względu na swój interdyscyplinarny charakter. Pojęcia z zakresu fizyki, inżynierii i matematyki są z natury bardziej angażujące, gdy są stosowane w dynamicznych, rzeczywistych kontekstach. Na przykład:

- **Matematyka:** Uczniowie mogą odkrywać geometrię i algebrę, programując roboty do śledzenia kształtów lub obliczania optymalnych ścieżek.
- **Inżynieria:** Budowanie i rozwiązywanie problemów z robotami pogłębia zrozumienie systemów mechanicznych i elektrycznych.

- **Rozwiązywanie problemów:** Uczniowie stosują logikę i krytyczne myślenie podczas debugowania programów i udoskonalania zachowań robotów.

Stosując odwróconą edukację, nauczyciele pozwalają uczniom stać się współtwórcami ich edukacji. Model ten nie tylko zwiększa zaangażowanie, ale także wpaja kluczowe umiejętności XXI wieku, takie jak współpraca, odporność i kreatywność. Zasady te, zastosowane w edukacji robotycznej, zapewniają, że nauka jest zarówno znacząca, jak i niezapomniana.

Korzyści dla nauczycieli

Odwrócone nauczanie w edukacji robotycznej oferuje kilka korzyści dla nauczycieli:

Zwiększone zaangażowanie: Nauczyciele mogą skupić się na prowadzeniu uczniów przez złożone, praktyczne zadania, zamiast wygłaszać powtarzające się wykłady.

Zindywidualizowane wsparcie: Czas zajęć poświęcony jest na rozwiązywanie konkretnych wyzwań i zachęcanie do współpracy, tworząc możliwości spersonalizowanego nauczania.

Lepsze wyniki nauczania: Dzięki pozwoleniu uczniom na zrozumienie pojęć przed zajęciami, są oni przygotowani i zmotywowani, co prowadzi do głębszego zrozumienia i utrwalenia wiedzy.

Innowacje w nauczaniu: Opierając się na zasadach teorii informacji i interaktywności Shannona, nauczyciele mogą włączyć dynamiczne, bogate w informacje zwrotne systemy, aby nauka była bardziej efektywna.

Korzyści te pomagają nauczycielom wspierać środowisko, w którym uczniowie stają się aktywnymi uczestnikami własnej podróży edukacyjnej.

W tej sekcji przedstawiono korzyści, jakie nauczyciele mogą uzyskać, stosując odwróconą edukację w nauczaniu robotyki.

Oto szczegółowe spojrzenie na to, w jaki sposób odwrócone nauczanie przynosi korzyści nauczycielom w klasach skoncentrowanych na robotyce:

1. Zwiększone zaangażowanie uczniów

Odwrócone nauczanie pozwala nauczycielom wykorzystać czas lekcji na praktyczne zajęcia z robotyki, które w naturalny sposób angażują uczniów. Zamiast wyklądać abstrakcyjne koncepcje, takie jak algorytmy czy integracja czujników, nauczyciele mogą nadzorować, jak

uczniowie eksperymentują, budują i programują swoje roboty. To aktywne zaangażowanie nie tylko motywuje uczniów, ale także zmniejsza wyzwania związane z zarządzaniem klasą, ponieważ uczniowie są bardziej skoncentrowani i entuzjastyczni.

2. Więcej czasu na zindywidualizowane nauczanie

Przygotowanie przed zajęciami gwarantuje, że uczniowie będą mieli podstawową wiedzę na dany temat. Dzięki temu nauczyciele zyskują więcej czasu na:

Zapewnienie ukierunkowanego wsparcia uczniom, którzy mają trudności z określonymi koncepcjami.

Stawianie zaawansowanych uczniów przed zadaniami rozszerzającymi wiedzę, takimi jak optymalizacja projektów robotów lub programowanie efektywności.

Prowadzenie dyskusji w małych grupach lub mentoring rówieśniczy w celu pogłębienia zrozumienia.

Ta zdolność adaptacji pozwala nauczycielom skuteczniej zaspokajać różnorodne potrzeby uczniów.

3. Możliwości dla kreatywności i innowacji

Odwrócone nauczanie daje nauczycielom elastyczność w projektowaniu kreatywnych i interaktywnych planów lekcji. Edukacja robotyczna naturalnie nadaje się do nauki opartej na projektach, w której nauczyciele mogą:

Integrować opowiadanie historii, np. programując roboty do odgrywania narracji lub rozwiązywania fikcyjnego problemu, zainspirowanego konstrukcjonistycznymi ideami Seymoura Paperta.

Uwzględnić wyzwania ze świata rzeczywistego, np. programując roboty do symulacji oczyszczania środowiska.

Korzystać z narzędzi takich jak Scratch lub zestawów robotycznych LEGO, aby tworzyć wciągające, grywalizacyjne doświadczenia.

To kreatywne podejście sprawia, że zarówno nauczyciele, jak i uczniowie są zaangażowani i podekscytowani nauką.

4. Efektywne wykorzystanie czasu zajęć

Przenosząc bezpośrednie instrukcje na lekcje wideo przed zajęciami i animowane PowerPointy, nauczyciele mogą poświęcić więcej czasu w klasie na:

Obserwację i ocenę współpracy uczniów oraz umiejętności rozwiązywania problemów.

Prowadzenie dyskusji na temat koncepcji robotyki, takich jak zasady działania czujników i logiki programowania, inspirowanych teoriami przepływu informacji Shannona.

Zachęcanie do iteracyjnych procesów projektowych, w których uczniowie udoskonalają swoje programy robotów na podstawie prób i błędów.

Wydajność ta zapewnia, że każda minuta zajęć jest produktywna i przynosi efekty.

5. Lepsze wyniki nauczania

Nauczyciele korzystający z odwróconej klasy często zgłaszają lepsze wyniki w nauce i większą pewność siebie uczniów. Gdy uczniowie korzystają z lekcji wideo i zasobów we własnym tempie, są lepiej przygotowani do zajęć w klasie. Takie podejście pomaga:

Budować podstawową wiedzę przed zagłębieniem się w złożone zadania robotyki.

Utrwalić trudne pojęcia poprzez wielokrotną ekspozycję na materiały dostępne przed zajęciami.

Kształtować umiejętności współpracy podczas grupowych projektów robotyki, w zgodzie z zasadami konstruktywizmu Paperta i Resnicka.

6. Rozwój zawodowy

Wdrożenie odwróconego nauczania zachęca nauczycieli do odkrywania innowacyjnych metod nauczania i narzędzi technologicznych, zwiększając ich rozwój zawodowy. Dzięki integracji robotyki i odwróconego nauczania nauczyciele zyskują:

Znajomość najnowocześniejszych technologii edukacyjnych, takich jak platformy robotyki (np. LEGO Spike Prime, mBot) i narzędzia do tworzenia treści cyfrowych.

Możliwości współpracy z kolegami i organizacjami takimi jak Scuola di Robotica, dzielenie się najlepszymi praktykami i otrzymywanie mentoringu od liderów takich jak Emanuele Micheli.

Głębsze zrozumienie, jak zrównoważyć cyfrowe i osobiste metody nauczania, co jest kluczową umiejętnością w nowoczesnej edukacji.

7. Budowanie kultury współpracy w klasie

Odwrócone nauczanie w naturalny sposób sprzyja bardziej opartemu na współpracy środowisku klasowemu. Nauczyciele mogą zaprojektować zajęcia, podczas których uczniowie będą pracować w parach lub małych grupach, rozwiązując problemy, budując roboty i debugując kod. To podejście oparte na współpracy:

Zachęca uczniów do uczenia się od siebie nawzajem, zmniejszając zależność od nauczyciela w zakresie odpowiedzi.

Tworzy wspierającą społeczność, w której uczniowie czują się upoważnieni do odkrywania i popełniania błędów.

Pozwala nauczycielom obserwować interakcje uczniów i identyfikować potencjalne cechy przywódcze lub obszary wymagające poprawy.

8. Elastyczność w metodach nauczania

Odwrócone nauczanie oferuje nauczycielom elastyczność w dostosowywaniu lekcji do konkretnych potrzeb klasy. Na przykład:

Dla początkujących: Skoncentrowanie się na podstawowych koncepcjach robotyki dzięki prostym materiałom przed zajęciami i ćwiczeniom w klasie.

Dla zaawansowanych uczniów: Włączenie trudnych zadań, takich jak integracja AI lub IoT (Internet of Things) do projektów robotycznych.

Dla zróżnicowanych klas: Korzystanie ze zróżnicowanych materiałów, takich jak filmy w wielu językach lub lekcje o zmiennym tempie, aby zapewnić dostępność dla wszystkich uczniów.

9. Wzmocnienie pozycji dzięki technologii

Odwrócone nauczanie jest zgodne z nowoczesnymi trendami edukacyjnymi, kładąc nacisk na narzędzia cyfrowe. Nauczyciele korzystają z dostępu do:

Wysokiej jakości gotowych zasobów, takich jak filmy z MIT Media Lab.

Narzędzi do śledzenia postępów uczniów, takich jak testy kształtujące osadzone w lekcjach wideo.

Technologii, która upraszcza przygotowanie lekcji, pozwalając nauczycielom skupić się na znaczącej interakcji podczas zajęć.

10. Długoterminowy wpływ na praktykę nauczania

Przyjęcie odwróconego nauczania w edukacji robotycznej ma trwały wpływ na praktyki nauczania. Zachęca nauczycieli do:

Przyjęcia podejścia skoncentrowanego na uczniu, które jest zgodne z przekonaniem Paperta o wzmocnianiu pozycji uczniów.

Eksperymentowania z innowacyjnymi metodami pedagogicznymi, które mogą być stosowane na różnych przedmiotach.

Budowania zaufania do integracji technologii z programem nauczania, przygotowując uczniów na przyszłe postępy edukacyjne.

Narzędzia i zasoby

Wdrożenie odwróconego nauczania w klasach skoncentrowanych na robotyce wymaga odpowiednich narzędzi i zasobów, takich jak:

Platformy cyfrowe: Narzędzia takie jak Scratch, mBlock i Arduino IDE oferują uczniom przystępne sposoby na poznanie programowania robotów przed zajęciami.

Lekcje wideo: Zainspirowane zasobami MIT Media Lab, wysokiej jakości samouczki wideo zapewniają podstawową wiedzę, z którą uczniowie mogą zapoznawać się we własnym tempie.

Zestawy robotyczne wspierające współpracę: Zestawy takie jak LEGO Education Spike Prime zachęcają do praktycznej współpracy podczas sesji w klasie.

Narzędzia oceny: Aplikacje do monitorowania postępów uczniów, takie jak quizy kształtujące i systemy informacji zwrotnej w czasie rzeczywistym, zapewniają osiągnięcie celów edukacyjnych.

Sieci wsparcia dla nauczycieli: Współpraca z organizacjami takimi jak Scuola di Robotica zapewnia nauczycielom warsztaty, plany lekcji i mentoring w celu udoskonalenia ich strategii odwróconego nauczania.

Strategie aktywnego uczenia się i współpracy

Aby zmaksymalizować potencjał odwróconego nauczania w edukacji robotycznej, nauczyciele mogą wdrożyć te strategie:

Eksploracja z przewodnikiem: Rozpocznij każdą sesję w klasie od wyzwania opartego na materiale sprzed zajęć. Przykładowo, uczniowie mogą zaprojektować i zaprogramować robota w celu rozwiązania konkretnego problemu.

Nauka w trybie peer-to-peer: Przydzielaj wspólne projekty, w których uczniowie pracują w parach lub małych grupach, wymieniając się pomysłami i udoskonalając nawzajem swoje podejścia.

Praktyczne rozwiązywanie problemów: Twórz rzeczywiste scenariusze dla wyzwań związanych z robotyką, inspirowane teoriami Shannona dotyczącymi rozwiązywania problemów i konstruktywistycznym podejściem Paperta.

Refleksja i informacje zwrotne: Korzystaj z narzędzi takich jak dzienniki lub szybkie sesje refleksji, aby pomóc uczniom połączyć ich działania z szerszymi zasadami robotyki.

Grywalizacja Wprowadź elementy rywalizacji lub nagrody, aby zmotywować uczniów, takie jak wyścigi lub wyzwania na torze przeszkód dla ich robotów.

Metody te zachęcają uczniów do przejęcia odpowiedzialności za swoją naukę, zgodnie z przekonaniem Mitchela Resnicka o „projektowaniu, tworzeniu i wymyślaniu jako kluczowym elemencie uczenia się”.

Podsumowanie

Odwrócone nauczanie w edukacji robotycznej to nie tylko model nauczania; to filozofia, która przekształca sale lekcyjne w centra innowacji i współpracy. Wykorzystując narzędzia, wspierając aktywne uczenie się i przyjmując zasady nauczycieli takich jak Seymour Papert i Mitchel Resnick, nauczyciele mogą wzmocnić dzieci, aby stali się pewnymi siebie, zdolnymi uczniami. Jak pokazały organizacje takie jak Scuola di Robotica i liderzy myśli, tacy jak Emanuele Micheli, integracja odwróconego nauczania w robotyce może wypełnić lukę między teorią a praktyką, przygotowując uczniów na przyszłość, w której kreatywność i rozwiązywanie problemów są najważniejsze.

Zachęcamy nauczycieli do przyjęcia tych strategii i dostosowania ich do swoich unikalnych kontekstów klasowych, zapewniając każdemu uczniowi radość z nauki poprzez robotykę.

Rozdział 5: Integracja robotyki w nauczaniu umiejętności i wiedzy matematycznej (Uniwersytet Łódzki, dr Ineta Helmane)

Istota i zasady

Integracja robotyki z edukacją matematyczną staje się coraz bardziej uznawana za potencjalnie transformacyjne podejście do uczenia się, oferujące uczniom praktyczne doświadczenia, które wypełniają lukę między abstrakcyjnymi pojęciami matematycznymi a ich rzeczywistymi zastosowaniami. Wykazano, że integracja robotyki z edukacją matematyczną zwiększa zaangażowanie uczniów w koncepcje STEM, ułatwiając rozwiązywanie problemów i umiejętności krytycznego myślenia. Wykorzystanie zadań z zakresu robotyki, takich jak programowanie robotów do podążania określonymi ścieżkami lub obliczania kątów, zapewnia namacalną reprezentację zasad matematycznych, sprzyjając w ten sposób większemu zaangażowaniu i głębszemu zrozumieniu abstrakcyjnych pojęć (Varaman i in., 2024; Chen i in., 2023).

Sama natura robotyki służy do wypełnienia luki między teorią a praktyką. W matematyce, gdzie abstrakcyjne pojęcia, takie jak geometria, algebra i rachunek różniczkowy, mogą wydawać się odległe od codziennych doświadczeń uczniów, robotyka oferuje sposób na uczynienie tych pojęć namacalnymi i dostępnymi. Kiedy uczniowie pracują z robotami, angażują się w działania, które w naturalny sposób wymagają rozumowania matematycznego, w tym obliczania odległości i kątów, a także rozumienia proporcji, pomiarów i stosowania algorytmów programowania (Kim i in., 2021). Proces ten może służyć do demistyfikacji matematyki, przekształcając ją z serii obliczeń na papierze w potężne narzędzie do rozwiązywania problemów i innowacji. Integracja robotyki z procesem uczenia się ułatwia internalizację podstawowych zasad matematycznych poprzez osadzenie tych zasad w interaktywnych zadaniach, które oferują natychmiastową informację zwrotną. Aby to zilustrować, obliczenie trajektorii robota w celu podążania precyzyjną ścieżką wymaga zastosowania geometrii, podczas gdy programowanie ruchu robota wymaga integracji rozumowania algebraicznego (Lopez-Caudana, 2020).

Podstawowe zasady integracji robotyki w nauczaniu matematyki

Aby skutecznie zintegrować robotykę z nauczaniem matematyki, nauczyciele muszą przestrzegać zestawu podstawowych zasad, które optymalizują wyniki nauczania i sprzyjają zaangażowaniu i zrozumieniu uczniów:

- Praktyczne uczenie się i doświadczalne zaangażowanie

Praktyczne uczenie się jest podstawowym aspektem edukacji robotycznej, ponieważ wymaga zaangażowania uczniów w namacalny świat. Manipulowanie i mierzenie rzeczywistych obiektów w projektach robotycznych zapewnia uczniom wielozmysłowe doświadczenie, które służy wzmocnieniu ich zrozumienia pojęć matematycznych. Uczenie się przez doświadczenie umożliwia uczniom testowanie hipotez, obserwowanie wyników i modyfikowanie swojego podejścia w oparciu o wyniki, odzwierciedlając w ten sposób metodę naukową i wspierając myślenie matematyczne (Varaman i in., 2024; Suarez i in., 2023).

- Rozwiązywanie problemów i krytyczne myślenie

Dziedzina robotyki jest z natury oparta na problemach, co wymaga od uczniów podejmowania prawdziwych, rzeczywistych wyzwań poprzez proces prób i błędów. Proces rozwiązywania problemów sprzyja rozwojowi umiejętności krytycznego myślenia u uczniów poprzez zachęcanie ich do podchodzenia do zadań w sposób metodyczny, oceniania szeregu potencjalnych rozwiązań i stosowania logicznego rozumowania w celu dostosowania swojego podejścia w razie potrzeby. Umiejętność stawiania czoła wyzwaniom w sposób odporny i elastyczny jest kluczowa dla rozumowania matematycznego i zrozumienia (Fan i Xu, 2024).

- Połączenia interdyscyplinarne

Robotyka oferuje interdyscyplinarną platformę, która integruje zasady matematyczne, naukowe, technologiczne i inżynieryjne. Kiedy uczniowie angażują się w zajęcia z robotyki, jednocześnie stosują pojęcia matematyczne wraz z zasadami fizyki (np. siła i ruch) i inżynierii (np. budowanie struktur i mechanizmów). To zintegrowane podejście odzwierciedla sposób,

w jaki matematyka jest stosowana w świecie rzeczywistym, umożliwiając uczniom zrozumienie jej znaczenia i przydatności poza klasą (Hsu & Tsai, 2022).

- Wizualizacja pojęć matematycznych

Zdolność do wizualizacji jest kluczowym elementem edukacji matematycznej, szczególnie w kontekście pojęć abstrakcyjnych. Wykorzystanie robotyki umożliwia uczniom praktyczne zrozumienie zasad matematycznych, takich jak pomiar i obliczanie kątów lub zrozumienie prędkości. Wykorzystanie robotyki jako narzędzia wizualizacji umożliwia nauczycielom dekonstrukcję skomplikowanych pojęć matematycznych, ułatwiając w ten sposób rozwój modeli mentalnych i zwiększając zrozumienie pojęciowe uczniów (Varaman i in., 2024).

- Zachęcanie do współpracy i komunikacji

Projekty robotyczne często wiążą się ze współpracą, co ułatwia wymianę informacji, pracę zespołową i dzielenie się pomysłami. Środowisko współpracy pozwala uczniom angażować się w dyskusję na temat pojęć matematycznych, uczyć się od siebie nawzajem i wyjaśniać swoje procesy rozumowania. Wyrażanie idei matematycznych ma ogromne znaczenie dla utrwalania wiedzy i doskonalenia zrozumienia. Istotne jest, aby uczniowie byli w stanie przekształcić abstrakcyjne myśli w zrozumiałe terminy (Demetroulis i in., 2023).

- Informacje zwrotne i iteracyjne uczenie się

Jedną z najważniejszych zalet robotyki w dziedzinie edukacji jest natychmiastowa informacja zwrotna, którą uczniowie otrzymują z działań swoich robotów. Jeśli ruch robota odbiega od zamierzonego rezultatu, uczniowie są w stanie szybko zidentyfikować i naprawić wszelkie błędy. Ten iteracyjny proces uczenia się służy utrwalaniu pojęć matematycznych, ponieważ uczniowie są zobowiązani do obliczania, testowania i dostosowywania parametrów w celu osiągnięcia pożądanego rezultatu, a tym samym doskonalenia ich zrozumienia poprzez ciągłe doskonalenie (Vando i in., 2022).

Praktyczne zastosowania robotyki w edukacji matematycznej

Włączenie zasad robotyki do programu nauczania umożliwia nauczycielom opracowywanie działań, które skutecznie wzmacniają koncepcje matematyczne. Dostosowując projekty robotyki do określonych celów programu nauczania, nauczyciele mogą zwiększyć zaangażowanie uczniów i zrozumienie pojęć matematycznych poprzez wykorzystanie praktycznych zastosowań. Takie podejście zachęca do aktywnego uczenia się i ułatwia uczniom zrozumienie praktycznych zastosowań matematyki. Gdy zasady te są stosowane w kontekście robotyki edukacyjnej, nauczyciele są w stanie zaprojektować działania, które są zgodne z programem nauczania matematyki:

- Geometria i pomiary: Proces programowania robota do poruszania się po labiryncie może ułatwić zdobycie wiedzy i zrozumienie podstawowych pojęć związanych z kątami, odległościami i rozumowaniem przestrzennym. Obliczając wymagane obroty i ruchy, uczniowie doskonalą swoje umiejętności mierzenia i stosowania zasad geometrycznych (Magallán-Ramirez, 2021).
- Algebra i proporcje: Wykorzystanie obliczeń prędkości i odległości umożliwia uczniom zbadanie proporcji i rozumowania algebraicznego. Dla przykładu, ustalenie odpowiedniej prędkości, z jaką robot musi dotrzeć do celu w określonym czasie, służy wzmocnieniu zrozumienia proporcji i zależności algebraicznych.
- Prawdopodobieństwo i statystyka: Wykorzystanie czujników w robotach umożliwia uczniom gromadzenie danych na różnych powierzchniach i w różnych środowiskach. Dane te można następnie poddać analizie statystycznej, co pozwala na interpretację wyników i zrozumienie prawdopodobieństwa.
- Programowanie i myślenie algorytmiczne: Podstawowe zasady programowania ścieżek i sekwencji robotów stanowią wprowadzenie do algorytmów, czyli matematycznej metodologii rozwiązywania problemów, która wykorzystuje logiczny proces krok po kroku. Stanowi to podstawę do zrozumienia funkcji algorytmów zarówno w matematyce, jak i informatyce.

Integracja robotyki z edukacją matematyczną oferuje wiele korzyści, ale wiąże się również z wieloma poważnymi wyzwaniem, którym nauczyciele muszą sprostać. Poniższe akapity przedstawiają wybór kluczowych punktów z najnowszych artykułów, które odzwierciedlają te kwestie:

- Integracja robotyki z edukacją matematyczną wiąże się z wieloma wyzwaniami, pomimo znacznych korzyści, jakie oferuje. Możliwe, że nauczyciele będą potrzebować dalszych szkoleń, dodatkowych zasobów i wsparcia w celu skutecznego wdrożenia robotyki w klasie. Konieczne jest również zagwarantowanie dostępu do sprzętu i technologii z zakresu robotyki w różnych instytucjach edukacyjnych i wśród różnych grup demograficznych uczniów w celu promowania równości w edukacji STEM.
- W przyszłości badania nad wpływem robotyki na edukację matematyczną staną się istotnym obszarem badań. Potencjał postępów w dziedzinie sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego w celu ułatwienia nowych możliwości spersonalizowanych doświadczeń edukacyjnych może służyć dalszemu zwiększaniu roli robotyki jako narzędzia do nauczania matematyki. Wraz z postępem technologicznym, wykorzystanie robotyki w edukacji stanie się coraz bardziej powszechne, oferując uczniom coraz bardziej zróżnicowane możliwości angażowania się w zawartość i praktyczne zastosowania matematyki.

Korzyści dla nauczycieli, którzy integrują umiejętności i wiedzę z zakresu robotyki w nauczaniu matematyki.

Integracja robotyki z edukacją matematyczną powoduje transformację w środowisku klasowym, angażując uczniów w praktyczne, interaktywne doświadczenia edukacyjne. Dla nauczycieli takie podejście niesie ze sobą podwójną korzyść: podnosi wyniki nauczania ich uczniów, a jednocześnie zapewnia im szereg korzyści zawodowych. Integracja robotyki z edukacją matematyczną, w połączeniu z odwróconym modelem nauczania, w którym uczniowie zapoznają się z treściami w domu, a następnie angażują się w aktywne działania edukacyjne w klasie, może potencjalnie zwiększyć skuteczność i wpływ doświadczenia edukacyjnego. Poniżej przedstawiamy kluczowe korzyści, jakie nauczyciele zyskują dzięki włączeniu robotyki i odwróconego nauczania do programu nauczania matematyki:

1. Zwiększone zaangażowanie i motywacja uczniów

Jedną z najbardziej bezpośrednich korzyści dla nauczycieli, którzy włączają robotykę do lekcji matematyki, jest zwiększone zaangażowanie i motywacja uczniów. Włączenie robotyki do programów nauczania matematyki wprowadza praktyczny i namacalny wymiar pojęć matematycznych, umożliwiając uczniom dostrzeżenie rzeczywistych zastosowań ich umiejętności. W odwróconym środowisku edukacyjnym uczniowie przychodzą na zajęcia

przygotowani do zaangażowania się w praktyczne działania, zamiast biernie słuchać wykładu. To aktywne środowisko uczenia się ma dodatkową zaletę polegającą na tym, że matematyka jest bardziej angażująca dla uczniów, a jednocześnie zmniejsza wyzwania związane z zarządzaniem klasą, ponieważ uczniowie są bardzo zaangażowani we wspólne projekty (Varaman i in., 2024).

2. Lepsze zrozumienie pojęć matematycznych przez uczniów

Robotyka zapewnia połączenie między abstrakcyjnymi koncepcjami matematycznymi a ich rzeczywistymi zastosowaniami, ułatwiając uczniom bardziej intuicyjne zrozumienie złożonych konceptów. Kiedy uczniowie stosują koncepcje matematyczne do budowy i programowania robotów, są w stanie obserwować teorie w działaniu, dzięki czemu proces uczenia się jest zarówno znaczący, jak i niezapomniany. Stosując metodę odwróconej klasy (*flipped learning*), nauczyciele mogą wykorzystać czas zajęć, aby zwiększyć zrozumienie uczniów, prowadząc ich przez praktyczne rozwiązywanie problemów, które utrwalają koncepcje, których uczyli się w domu. Podejście to ułatwia bardziej spersonalizowany i empiryczny model uczenia się, w którym uczniowie mogą szybko zastosować teorie matematyczne, zwiększając w ten sposób zrozumienie i retencję (Hsu i in., 2022).

3. Zwiększona wydajność w klasie

Wdrożenie odwróconego nauczania w klasach, w których nacisk położony jest na robotykę, pozwala nauczycielom zaoszczędzić cenny czas w klasie, umożliwiając im skierowanie uwagi na działania skoncentrowane na uczniach. Po ukończeniu wstępnych lekcji w domu, uczniowie przychodzą do szkoły przygotowani do zaangażowania się w projekty związane z robotyką, dzięki czemu nauczyciele mogą funkcjonować bardziej jako moderatorzy niż tradycyjni wykładowcy. To przejście zmniejsza ilość czasu spędzanego na nauczaniu opartym na wykładach i optymalizuje czas na indywidualne wskazówki, pracę w grupach i rozwój umiejętności. Dzięki temu nauczyciele są w stanie lepiej ocenić postępy każdego ucznia, zapewnić mu wsparcie w odpowiednim czasie i dostosować lekcje do indywidualnych potrzeb (Learning Futures, 2019).

4. Rozwój umiejętności XXI wieku

Integracja robotyki w klasie sprzyja rozwojowi podstawowych umiejętności XXI wieku, w tym rozwiązywania problemów, krytycznego myślenia i współpracy wśród uczniów. Dla nauczycieli

wspieranie tych umiejętności u uczniów dostosowuje ich podejście pedagogiczne do współczesnych celów edukacyjnych i lepiej przygotowuje ich uczniów do przyszłej kariery. Podejmowanie zadań związanych z robotyką często wymaga tworzenia zespołów wśród uczniów, umożliwiając im wspólne rozwiązywanie skomplikowanych projektów. Zapewnia to organiczne warunki do rozwijania umiejętności współpracy. Model odwróconej klasy również wspiera to podejście, ponieważ uczniowie przychodzą przygotowani do zaangażowania się w materiał i współpracy w czasie rzeczywistym, dzięki czemu ćwiczą i stosują te umiejętności interpersonalne w dynamicznym i wspierającym otoczeniu (Negrini, 2023).

5. Rozwój zawodowy i większa satysfakcja z nauczania

Nauczyciele, którzy włączają robotykę do swoich programów nauczania matematyki, często odkrywają nowe kompetencje i angażują się w innowacyjne praktyki nauczania, ułatwiając w ten sposób własny rozwój zawodowy. Tacy nauczyciele stają się biegli w zarządzaniu środowiskami bogatymi w technologię, dostosowują lekcje do modeli odwróconego nauczania i są na bieżąco z trendami edukacyjnymi w dziedzinie nauk ścisłych, technologii, inżynierii i matematyki (STEM). Wykazano, że integracja robotyki i odwróconego nauczania przynosi korzyści uczniom, a także przyczynia się do większej satysfakcji z pracy nauczycieli, którzy obserwują pozytywny wpływ na proces uczenia się swoich uczniów (Aurini i in., 2017; Papadakis, 2019).

6. Dostęp do rozszerzonych danych do oceny uczniów

Podejście odwróconej klasy umożliwia nauczycielom korzystanie z szeregu narzędzi i platform cyfrowych w celu monitorowania zaangażowania i zrozumienia uczniów przed lekcją. Pozwala to na pełniejsze zrozumienie stopnia zrozumienia pojęć matematycznych przez każdego ucznia. Wykorzystanie projektów robotycznych daje nauczycielom możliwość uzyskania głębszego wglądu w umiejętności swoich uczniów. Osiąga się to poprzez obserwację procesów rozwiązywania problemów przez uczniów, umiejętności współpracy i zdolności adaptacyjnych w czasie rzeczywistym. Łącznie te możliwości oceny zapewniają nauczycielom kompleksową perspektywę postępów uczniów, umożliwiając im oferowanie dostosowanych informacji zwrotnych i dostosowywanie instrukcji, aby lepiej dostosować je do zróżnicowanych wymagań edukacyjnych uczniów (Seng, 2023).

7. Większa kreatywność i elastyczność w planowaniu lekcji

Integracja robotyki i odwróconego nauczania matematyki umożliwia bardziej elastyczne i kreatywne podejście do planowania lekcji. Nauczyciele nie są już ograniczeni tradycyjnymi strukturami lekcji, dzięki czemu mogą tworzyć modułowe, interaktywne lekcje, które są dostosowane do różnych stylów uczenia się ich uczniów. Charakter projektów z zakresu robotyki pozwala na otwartą eksplorację. Dzięki odwróconemu nauczaniu nauczyciele są w stanie zdalnie stworzyć podstawy dla tych projektów, wykorzystując czas zajęć na bardziej dogłębne badania. Ta elastyczność umożliwia nauczycielom eksperymentowanie z szeregiem podejść pedagogicznych, co może skutkować bardziej angażującymi i skutecznymi doświadczeniami edukacyjnymi (Fung i in., 2021).

8. Wzmocnione relacje uczeń-nauczyciel

Zaangażowanie nauczycieli w projekty związane z robotyką pozwala im przyjąć rolę mentora, a nie zwykłego wykładowcy. W ten sposób nauczyciele mogą ułatwiać uczniom radzenie sobie z wyzwaniami, doceniać ich osiągnięcia i kultywować odporność, tworząc w ten sposób silniejsze i pielęgnujące więzi. Odwrócone nauczanie ułatwia rozwój tych relacji interpersonalnych poprzez uwolnienie czasu w klasie na indywidualne interakcje. Pozwala to nauczycielom przenieść uwagę z prowadzenia wykładów na udzielanie wskazówek i pomocy, co jest szczególnie korzystne dla wspierania wspierającego środowiska uczenia się. Wspieranie pozytywnych relacji w środowisku klasowym sprzyja środowisku uczenia się, w którym uczniowie czują się komfortowo, podejmując ryzyko i odkrywając nowe pomysły, z których oba są kluczowe dla skutecznego uczenia się matematyki.

9. Utrzymanie przewagi w szybko zmieniającym się krajobrazie edukacyjnym

Włączanie robotyki do nauczania matematyki staje się coraz bardziej powszechne, a nauczyciele, którzy wdrażają tę technologię, są w dobrej pozycji, aby pozostać w awangardzie innowacji edukacyjnych. Integracja robotyki i odwróconego nauczania w klasie pokazuje zdolności adaptacyjne, kreatywność i zaangażowanie nauczycieli w zapewnianie uczniom odpowiednich, ukierunkowanych na przyszłość umiejętności. Takie przyszłościowe podejście nie tylko służy wzbogaceniu życiorysu danego nauczyciela, ale także przygotowuje go do dalszych postępów w edukacji STEM. To z kolei czyni je bardziej konkurencyjnymi w coraz bardziej skoncentrowanym na technologii środowisku edukacyjnym.

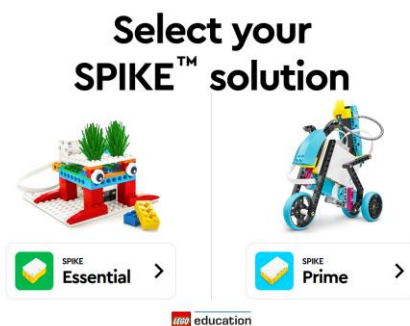
Narzędzia i zasoby

Włączenie robotyki do nauczania matematyki może potencjalnie zmienić zaangażowanie i zrozumienie uczniów. Połączenie praktycznych zajęć z robotyki z odwróconym modelem nauczania - w którym uczniowie zapoznają się z podstawowymi treściami w domu i wykorzystują swoją wiedzę w praktycznych kontekstach podczas zajęć - umożliwia nauczycielom tworzenie dynamicznych środowisk edukacyjnych, które wzmacniają umiejętności matematyczne w innowacyjny sposób. Aby zapewnić skuteczność tego podejścia, nauczyciele potrzebują dostępu do odpowiednich narzędzi i zasobów. Niniejszy artykuł przedstawia wybór podstawowych narzędzi, platform i zasobów, które wspierają integrację robotyki i matematyki w odwróconej klasie.

Zestawy i platformy do robotyki

Podstawą każdego programu nauczania matematyki z naciskiem na robotykę jest wykorzystanie zestawów i platform, które ułatwiają konstruowanie i programowanie robotów przez uczniów. Poniższe opcje stanowią doskonałe zasoby do integracji robotyki z matematyką:

- **LEGO Education SPIKE Prime:** SPIKE Prime został zaprojektowany dla uczniów w wieku od 10 lat. Łączy budowanie z klocków LEGO z programowalną robotyką, dzięki czemu jest idealnym narzędziem do wizualizacji pojęć matematycznych, takich jak geometria, proporcje i pomiary. Oprogramowanie SPIKE Prime posiada przyjazny dla użytkownika interfejs, który umożliwia nauczycielom tworzenie lekcji zgodnych ze standardami matematycznymi.



<https://spike.legoeducation.com/>

LEGO Education SPIKE Prime jest skutecznym narzędziem do tworzenia interaktywnych i angażujących koncepcji matematycznych, szczególnie dla uczniów gimnazjów. Poniższe przykłady ilustrują sposoby wykorzystania SPIKE Prime na lekcjach matematyki (patrz Tabela 1):

Tabela 1 Działania z LEGO Education SPIKE dla matematyki

Nazwa ćwiczenia	Ćwiczenie	Umiejętności matematyczne	Jak to działa
Zrozumienie współrzędnych i wykresów	Uczniowie mogą stworzyć robota poruszającego się po siatce, co pomoże im zrozumieć układy współrzędnych i wykresy. Na przykład, programują robota tak, aby zaczynał w danym punkcie (takim jak początek, 0,0) i przechodził do innych punktów na płaszczyźnie współrzędnych.	Współrzędne, liczby całkowite dodatnie i ujemne, wykreślanie punktów na siatce.	Programują robota, aby poruszał się do przodu, do tyłu, w lewo lub w prawo, używając podanych kroków (reprezentujących jednostki). Uczniowie mogą ćwiczyć wykreślanie ścieżki na wykresie, kodując robota, aby dotarł do określonych współrzędnych.
Odkrywanie geometrii za pomocą rysowania kształtów	Poproś uczniów, aby zaprogramowali robota SPIKE Prime do rysowania kształtów, takich jak kwadraty, prostokąty, trójkąty, a nawet złożone wielokąty.	Zrozumienie kątów, wielokątów, obwodu i pola.	Uczniowie obliczają kąty skrętu i długości boków potrzebne do wykonania różnych kształtów. Mierząc, planując i programując, utrwalają pojęcia takie jak stopnie kąta, długości boków i właściwości geometryczne.
Korzystanie ze współczynników i proporcji do skalowania	Projektują skalowany model za pomocą SPIKE Prime, a następnie programują go, aby poruszał się na	Stosunki, proporcje, skalowanie.	Uczniowie mogą na przykład stworzyć model, który porusza się o 10 cm, co będzie reprezentowało 1 km. Obliczają

	określone odległości, które reprezentują rzeczywiste odległości w skali.		proporcje, aby zmniejszyć odległości, na których model symuluje ruchy lub rozmiary w świecie rzeczywistym, stosując w praktyce swoją wiedzę na temat proporcji.
Obliczanie prędkości i odległości w ruchu	Tworzą tor wyścigowy i programują robota SPIKE Prime, aby poruszał się od startu do mety, mierząc czas przejścia. Uczniowie mogą mierzyć pokonany dystans i obliczać prędkość.	Obliczenia odległości, czasu, prędkości i tempa.	Używają czujników do pomiaru odległości lub ręcznie mierzą trasę, a następnie określają czas ruchu robota. Uczniowie mogą użyć wzoru do obliczenia prędkości i porównać wpływ różnych parametrów programowania na prędkość.

- **Zestawy robotyczne VEX:** VEX Robotics oferuje szereg zestawów, które są odpowiednie dla osób w różnym wieku. Zestaw VEX GO jest przeznaczony dla młodszych uczniów, podczas gdy system VEX IQ jest przeznaczony dla uczniów gimnazjów i szkół średnich. Oba zestawy umożliwiają uczniom programowanie robotów w celu rozwiązywania wyzwań matematycznych, w tym zadań wymagających znajomości geometrii współrzędnych i pomiarów odległości opartych na czujnikach.



<https://www.vexrobotics.com/>

Zestawy robotyczne VEX mogą być skutecznie wykorzystywane w edukacji matematycznej poprzez różnorodne angażujące działania i projekty. Oto kilka przykładów, w jaki sposób można je zintegrować z lekcjami matematyki:

- Robo Rally i Robot Math: Jedną z aktywności, nazwaną „Robo Rally”, polega na wykorzystaniu robotów przez uczniów do poruszania się po zaprojektowanym przez nich torze. To ćwiczenie zachęca do stosowania pojęć matematycznych, takich jak odległość, skala i geometria. Uczniowie muszą obliczyć najkrótsze ścieżki, zastosować rozumowanie proporcjonalne w celu skalowania swoich projektów i zrozumieć relacje przestrzenne, a wszystko to podczas programowania swoich robotów do wykonywania określonych zadań;
- Rzeczywiste zastosowania: Nauczyciele mogą projektować lekcje, które wymagają od uczniów korzystania z pomiarów i geometrii podczas konstruowania robotów i programowania ich ruchów. Na przykład uczniowie mogą musieć określić odpowiednie kąty dla stawów robota, aby mogły wykonywać pożądane ruchy, lub obliczyć prędkość, z jaką ich roboty muszą pracować, aby wykonać zadanie w określonym czasie;
- Laboratoria i wyzwania STEM: VEX Education zapewnia laboratoria STEM, które integrują umiejętności matematyczne z praktycznymi wyzwaniami związanymi z robotyką. Te laboratoria zachęcają uczniów do wykorzystywania matematyki w scenariuszach rozwiązywania problemów, np. podczas programowania robotów do rozwiązywania labiryntów, gdzie muszą stosować takie koncepcje, jak pomiary, obliczanie kątów i układy współrzędnych;
- Kodowanie i koncepcje matematyczne: Podczas zajęć, w których uczniowie kodują swoje roboty VEX, uczą się o sekwencjach i algorytmach, które z natury wiążą się z myśleniem matematycznym. Mogą używać pętli, instrukcji warunkowych i zmiennych, z których wszystkie wymagają zrozumienia zasad matematycznych;
- Integracja interdyscyplinarna: Projekty robotyczne VEX często wykraczają poza nauki ścisłe i inżynierię, pozwalając uczniom zobaczyć praktyczne zastosowania matematyki w różnych dziedzinach. Na przykład, programując roboty do eksperymentu naukowego, uczniowie mogą zastosować analizę statystyczną do interpretacji swoich danych, łącząc w ten sposób matematykę z badaniami naukowymi <https://www.vexrobotics.com/>

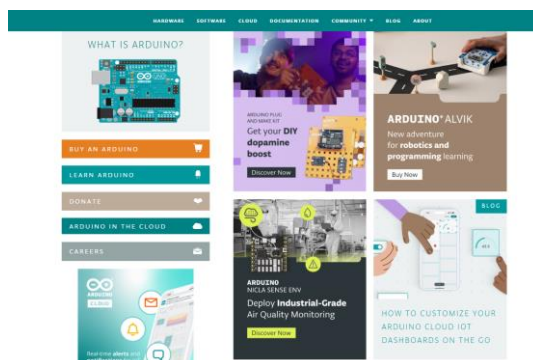
Zestawy robotyczne VEX mogą być bardzo skuteczne w nauczaniu różnych pojęć matematycznych poprzez praktyczną, stosowaną naukę. Oto kilka przykładów wykorzystania robotyki VEX w edukacji matematycznej (patrz Tabela 2). Zestawy VEX Robotics sprawiają, że abstrakcyjne zasady matematyczne są dostępne poprzez rozwiązywanie problemów i eksperymentowanie, dzięki czemu matematyka jest zarówno praktyczna, jak i wciągająca dla uczniów.

Tabela 2 Działania z użyciem Zestawów robotycznych VEX dla matematyki

Nazwa ćwiczenia	Ćwiczenie	Umiejętności matematyczne	Jak to działa
Pomiar i zamiana jednostek	Zbuduj robota, który może pokonywać określone odległości i mierzyć prędkość. Następnie uczniowie wykorzystują pomiary do obliczenia odległości, czasu i prędkości.	Pomiary, przeliczanie jednostek, obliczanie odległości i związek między prędkością, odległością i czasem.	Zaprogramuj robota, aby przemieścił się na określoną odległość, zmierz czas przejazdu i oblicz prędkość. Uczniowie mogą używać różnych jednostek (np. cm/s lub m/s) i ćwiczyć ich przeliczanie.
Wykresy i płaszczyzna współrzędnych	Zaprogramuj robota VEX, aby poruszał się po siatce współrzędnych, gdzie uczniowie przypisują współrzędne i obserwują ścieżkę robota.	Wykresy współrzędnych, wartości dodatnie i ujemne oraz świadomość przestrzenna.	Uczniowie mogą ustawić robota tak, aby zaczynał w punkcie początkowym i przechodził do określonych punktów na płaszczyźnie współrzędnych, pomagając im zrozumieć wykresy i związek między współrzędnymi a ruchem.
Geometria i kąty	Zaprojektuj robota do rysowania kształtów, takich jak trójkąty lub wielokąty, programując określone kąty obrotu.	Kąty, właściwości wielokątów, obwód i pole.	Uczniowie programują robota tak, aby obracał się pod obliczonymi kątami odpowiednio dla danego kształtu. Na przykład w przypadku kwadratu robot musi obrócić się o 90 stopni cztery razy. To ćwiczenie pomaga uczniom wizualizować i obliczać kąty,

			utrwalając koncepcje geometrii
Gromadzenie danych i statystyki	Używaj czujników na robocie VEX (np. czujników odległości) do zbierania danych i analizowania ich.	Gromadzenie danych, średnia, mediana, dominanta i interpretacja danych.	Zaprogramuj robota tak, aby mierzył różne odległości lub zbierał dane dotyczące temperatury w różnych lokalizacjach. Uczniowie mogą następnie analizować te dane, aby obliczyć średnie wartości lub zidentyfikować wzorce, ucząc się podstawowych pojęć w statystyce.
Stosunki i proporcje	Przygotuj wyzwania, w ramach których uczniowie będą musieli obliczyć odpowiednie przełożenia przekładni, aby robot mógł wykonać określone zadanie, np. poruszać się szybciej lub przenosić większy ciężar.	Stosunki, proporcje i zrozumienie przewagi mechanicznej.	Dostosowując przełożenia przekładni, uczniowie mogą obserwować, jak zmienia się prędkość lub moc robota. Obliczają idealne przełożenia przekładni, aby osiągnąć docelową prędkość lub moment obrotowy, utrwalając pojęcie proporcji.

- **Arduino:** Zestawy Arduino, pomimo ich bardziej wyrafinowanego charakteru, są adaptowalnymi instrumentami, które umożliwiają nauczycielom zajmowanie się koncepcjami matematycznymi, takimi jak algebra, trygonometria i równania liniowe. Zestawy Arduino ułatwiają zaawansowane programowanie i są szczególnie odpowiednie dla uczniów szkół średnich, którzy są przygotowani do angażowania się w wymagające aplikacje matematyczne.



<https://www.arduino.cc/>

Wykorzystanie Arduino w edukacji matematycznej to innowacyjny sposób na połączenie abstrakcyjnych pojęć matematycznych z praktycznymi zastosowaniami. Oto kilka przykładów tego, jak można wykorzystać Arduino do usprawnienia nauki matematyki:

- **Pomiary i analiza danych w świecie rzeczywistym:** Zestawy Arduino mogą być wyposażone w czujniki do pomiaru zmiennych środowiskowych, takich jak temperatura, światło lub odległość. Uczniowie mogą zbierać i analizować dane w czasie rzeczywistym, stosując w swoich zestawach danych pojęcia statystyczne, takie jak średnia, mediana i dominanta. Ten rodzaj projektu obejmuje również tworzenie wykresów, co wzmacnia umiejętności w zakresie wizualizacji i interpretacji danych;
- **Geometria i trygonometria poprzez ruch i kąty:** Dzięki Arduino uczniowie mogą tworzyć projekty, takie jak ramiona robotów lub pojazdy, które wymagają precyzyjnej kontroli ruchu. Programując Arduino do poruszania się na określoną odległość lub pod określonymi kątami, uczniowie poznają pojęcia kątów, obliczeń odległości i funkcji trygonometrycznych. To ożywia geometrię, pokazując, jak można ją zastosować w dziedzinach takich jak robotyka i inżynieria;
- **Matematyka kodowania:** Programowanie Arduino obejmuje logikę i sekwencjonowanie, które pokrywają się z umiejętnościami matematycznymi. Zadania takie jak obliczanie czasu włączania świateł LED, sterowanie prędkością silników lub dostosowywanie progów czujników wymagają myślenia algebraicznego. Projekty wymagające pętli, instrukcji warunkowych i iteracyjnych obliczeń wspierają logiczne rozumowanie, podstawową umiejętność zarówno w matematyce, jak i programowaniu;
- **Rachunek różniczkowy i tempo zmian:** Bardziej zaawansowani uczniowie matematyki mogą wykorzystać Arduino do zbadania koncepcji rachunku różniczkowego. Na przykład, mierząc reakcję czujnika na zmieniające się warunki oświetleniowe, uczniowie mogą badać tempo zmian, nachylenia i pochodne. Projekty takie jak symulowanie eksperymentów opartych na fizyce, takich jak spadające obiekty z czujnikami odległości, mogą pogłębić zrozumienie zastosowań rachunku różniczkowego;

- Interdyscyplinarne projekty z rzeczywistymi zastosowaniami: Projekty oparte na Arduino, takie jak budowa automatycznego czujnika światła lub systemu kontroli temperatury, integrują matematykę z naukami ścisłymi i inżynierią. Uczniowie mogą obliczać zmiany napięcia, zużycie energii lub inne wskaźniki wymagające podstawowych obliczeń arytmetycznych i konwersji, co może sprawić, że nauka będzie bardziej wciągająca i pokaże praktyczną wartość umiejętności matematycznych;
- Włączenie Arduino do lekcji matematyki wspiera praktyczną naukę, kreatywność i umiejętności analityczne, a także łączy matematykę z rzeczywistymi zastosowaniami. Wiadomo, że takie podejście zwiększa zaangażowanie i zapewnia uczniom głębsze, bardziej intuicyjne zrozumienie zasad matematycznych. Nauczyciele stwierdzili, że jest on skuteczny w klasach skoncentrowanych na STEM, w których zachęca się do interdyscyplinarnego uczenia się <https://www.arduino.cc/>

Oto cztery pomysły na ćwiczenia z wykorzystaniem Arduino do nauczania różnych pojęć matematycznych (patrz Tabela 3). Każde z tych działań sprawia, że abstrakcyjne pojęcia matematyczne stają się namacalne, zachęcając uczniów do stosowania umiejętności matematycznych w rzeczywisty, praktyczny sposób. Łącząc Arduino z matematyką, uczniowie zdobywają praktyczne doświadczenie, które pogłębia ich zrozumienie analizy danych, geometrii, algebry i systemów liczbowych.

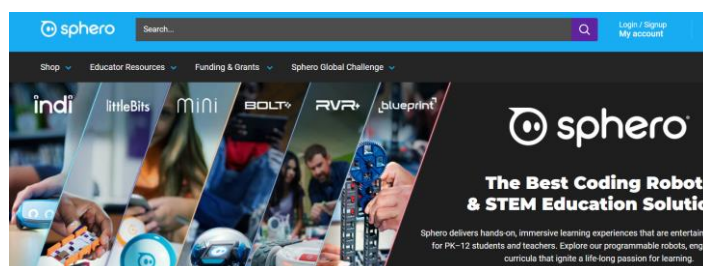
Tabela 3 Działania z użyciem Arduino dla matematyki

Nazwa ćwiczenia	Ćwiczenie	Umiejętności matematyczne	Jak to działa
Gromadzenie danych i statystyka za pomocą czujników temperatury	Wyposaż płytke Arduino w czujnik temperatury i zaprogramuj go tak, aby dokonywał odczytów temperatury w regularnych odstępach czasu w ciągu dnia. Uczniowie mogą następnie gromadzić te dane w czasie i wykorzystywać je do obliczania miar statystycznych.	Gromadzenie danych, obliczanie średniej, mediany, dominanty i interpretacja trendów.	Uczniowie mogą skompilować odczyty w zestaw danych i wykorzystać swoje umiejętności matematyczne, aby znaleźć średnią temperaturę w ciągu dnia, zidentyfikować najczęstszą temperaturę (dominantę) i omówić wszelkie trendy lub wzorce obserwowane w czasie.

Odkrywanie geometrii za pomocą kątów serwowatora	Korzystając z płytki Arduino i serwowatora, poproś uczniów, aby obrócili serwowator do określonych kątów, które odpowiadają różnym kształtom geometrycznym (np. trójkątom, kwadratom). Mogą również zaprogramować serwomechanizm tak, aby obracał się w sposób ciągły o 45°, 90° i 120° w celu wizualizacji tych kątów.	Zrozumienie kątów, mierzenie stopni, właściwości wielokątów.	Uczniowie mogą obliczyć kąty niezbędne dla każdego obrotu serwowatora, aby naśladować określone kształty. Na przykład wielokrotne przesuwanie serwomechanizmu do 90° symuluje kąty w kwadracie, a oni mogą zmierzyć, jak zaprogramowane kąty serwomechanizmu odpowiadają każdemu kształtowi.
Wykorzystanie diod LED do zademonstrowania matematyki binarnej i potęg liczby dwa	Podłącz wiele diod LED do Arduino i zaprogramuj je tak, aby włączały się i wyłączały w sekwencjach binarnych. Na przykład, uczniowie mogą zapalać diody LED w sekwencjach odpowiadających liczbom binarnym od 0 do 15.	Liczby binarne, potęgi liczby dwa, sekwencje i wartości miejsc.	Każda dioda LED reprezentuje miejsce w systemie binarnym (1, 2, 4, 8 itd.). Uczniowie mogą liczyć w systemie binarnym, włączając i wyłączając diody LED w odpowiedniej kolejności. Ćwiczenie to ilustruje działanie systemu binarnego w systemach cyfrowych i wzmacnia zrozumienie wykładniczego wzrostu w potęgach dwójki.
Wykresy i tempo zmian z czujnikami odległości	Skonfiguruj Arduino z ultradźwiękowym czujnikiem odległości, aby mierzyć odległość	Wykresy punktów danych, zrozumienie nachylenia, tempo zmian.	Uczniowie nanoszą na wykres zależność odległości od czasu i wykorzystają te dane, aby

	między czujnikiem a obiektem w czasie. Uczniowie mogą przesuwając obiekt bliżej lub dalej i rejestrować zmieniając się odległości, wykreślając je na wykresie w celu wizualizacji tempa zmian.		przeanalizować, jak szybko obiekt zbliża się do czujnika lub oddala od niego. Obliczając nachylenie linii na wykresie, uczniowie mogą określić tempo zmian, co stanowi wstęp do pojęć rachunku różniczkowego i całkowego oraz algebry.
--	--	--	--

Roboty Sphero to programowalne, okrągłe roboty, którymi uczniowie mogą kierować po różnych ścieżkach. Takie urządzenia są szczególnie przydatne w nauczaniu geometrii, w tym pojęć kątów i pomiaru odległości. Platforma Sphero EDU oferuje szereg gotowych ćwiczeń i treści, zapewniając nauczycielom wygodne narzędzia do usprawnionego planowania lekcji.



<https://sphero.com/>

Włączenie robotów Sphero do lekcji matematyki może być angażującym sposobem na skonkretyzowanie abstrakcyjnych pojęć. Oto kilka ćwiczeń, które wykorzystują roboty Sphero do nauczania różnych pojęć matematycznych (patrz Tabela 4).

Tabela 4 Aktywności z robotami Sphero dla matematyki

Nazwa ćwiczenia	Ćwiczenie	Umiejętności matematyczne	Jak to działa
Geometria i kąty	Uczniowie uczą się obliczać kąty wewnętrzne i zewnętrzne kształtów,	Zrozumienie kątów, identyfikacja wielokątów, pomiar	Poproś uczniów, aby użyli aplikacji Sphero EDU do zaprogramowania

	programując robota tak, aby obracał się pod określonymi kątami w każdym wierzchołku.	długości boków, obwodu i pola.	robota do rysowania określonych kształtów na podłodze (np. kwadratów, trójkątów, pięciokątów). Potrafią obliczyć i ustawić kąty i odległości, aby utworzyć te kształty.
Wzorce i sekwencjonowanie	Pomaga uczniom rozpoznawać i tworzyć wzory, badać sekwencje matematyczne i testować przewidywania.	Sekwencjonowanie, rozpoznawanie wzorców i serie.	Zaprogramuj Sphero, aby podążał za powtarzającą się sekwencją ruchów (np. do przodu, obrót o 90 stopni, ponownie do przodu) i obserwuj wynikową ścieżkę. Uczniowie przewidują kolejne kroki na podstawie wzoru.
Pole i obwód	Wzmacnia obliczanie pola i obwodu poprzez praktyczne programowanie robotów.	Obwód, pole i geometria.	Poproś uczniów o zaprogramowanie Sphero tak, aby utworzył zamkniętą ścieżkę (np. prostokąt, kwadrat). Obliczają obwód, programując robota, aby przejechał każdą długość boku i zmierzył odległość. W przypadku pola mogą użyć wymiarów swojego kształtu
Ułamki zwykłe i dziesiętne	Uczniowie ćwiczą obliczanie ułamkowych odległości i przekładanie ich na zaprogramowane ruchy, zwiększając swoje zrozumienie ułamków w kontekście świata rzeczywistego.	Ułamki zwykłe i dziesiętne oraz części całości.	Poproś uczniów, aby zaprogramowali Sphero tak, aby pokonywał ułamkowe odległości wcześniej zdefiniowanej linii lub ścieżki. Na przykład, zaprogramuj go tak, aby pokonał $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ lub $\frac{1}{4}$ danej odległości, umożliwiając uczniom eksperymentowanie z ułamkami i ułamkami dziesiętnymi.

Blue-Bot: Narzędzie edukacyjne do interaktywnej nauki

Robot **Blue-Bot**, opracowany przez **TTS**, to programowalny robot przeznaczony dla dzieci w wieku od 4 lat, kładący nacisk na podstawowe umiejętności programowania i wczesne koncepcje matematyczne. Wyposażony w łączność Bluetooth, Blue-Bot pozwala uczniom angażować się w zadania kodowania poprzez bezpośrednie wprowadzanie danych na robocie lub za pośrednictwem aplikacji towarzyszącej, wspierając praktyczne podejście do nauki.



<https://www.terrapinlogo.com/>

Korzyści edukacyjne:

- **Świadomość przestrzenna i geometria:** Uczniowie mogą zaprogramować Blue-Bota, aby poruszał się po predefiniowanych ścieżkach lub siatkach, zwiększając ich zrozumienie rozumowania przestrzennego, kątów i odległości.
- **Umiejętności rozwiązywania problemów:** Ustawiając i debugując trasy, uczniowie rozwijają krytyczne myślenie i algorytmiczne rozumowanie.
- **Współpraca:** Urządzenie wspiera działania grupowe, w których uczniowie pracują razem, aby sprostać wyzwaniom programistycznym, wspierając komunikację i pracę zespołową.

Kluczowe cechy:

- Możliwość programowania za pomocą przycisków dotykowych lub aplikacji mobilnej.
- Przezroczysta obudowa pozwala uczniom zobaczyć wewnętrzną mechanikę, pobudzając ciekawość koncepcji inżynierskich.
- Integracja ze wstępnie zaprojektowanymi matami, oferującymi różne wyzwania związane ze współrzędnymi, sekwencjonowaniem i rozumowaniem matematycznym.

mTiny: Interaktywny robot dla wczesnej edukacji

Robot **mTiny** od **Makeblock** to interaktywne narzędzie edukacyjne przeznaczone dla dzieci w wieku 4-7 lat, zaprojektowane w celu wprowadzenia koncepcji kodowania i podstaw STEM

poprzez zabawę. Korzystając z unikalnego kontrolera Tap Pen, mTiny wspiera kodowanie bez ekranu, które priorytetowo traktuje naukę kinestetyczną.



<https://images.app.goo.gl/T22mxxJgT59C3q8u6>

Korzyści edukacyjne:

- **Rozwój matematyki i logiki:** maty aktywności mTiny zawierają łamigłówki i zadania wymagające rozpoznawania wzorów, sekwencjonowania i rozwiązywania problemów.
- **Kreatywność i opowiadanie historii:** Uczniowie używają mTiny do odkrywania wyzwań opartych na narracji, łącząc umiejętności artystyczne i logiczne.
- **Interdyscyplinarne uczenie się:** Działania integrują umiejętności czytania, pisanie, sztuki i liczenia, tworząc holistyczne środowisko uczenia się.

Kluczowe cechy:

- Interfejs bez ekranu promuje zdrowe nawyki uczenia się i interakcję dotykową.
- Wstępnie zaprojektowane zestawy map i wyzwania wspierają nauczycieli w dostosowywaniu zadań do celów programu nauczania.
- Wytrzymała konstrukcja zachęca do praktycznych eksperymentów i eksploracji.

Systemy zarządzania nauczaniem (LMS) dla odwróconego nauczania

Aby wdrożyć podejście odwróconej klasy, nauczyciele potrzebują platformy, za pośrednictwem której będą mogli dostarczać treści przed zajęciami w skuteczny sposób i monitorować postępy uczniów. Niektóre z najbardziej skutecznych narzędzi obejmują:

- **Google Classroom:** Google Classroom to powszechnie używana, przyjazna dla użytkownika platforma, która umożliwia nauczycielom przesyłanie szeregu zasobów cyfrowych, w tym filmów instruktażowych, zadań i quizów. Nauczyciele są w stanie organizować treści według jednostek lub tematów, umożliwiając uczniom niezależny dostęp do odwróconych zasobów edukacyjnych.
- **Canvas:** Canvas to system LMS, który zawiera szereg zaawansowanych funkcji, w tym kompleksową integrację wideo, przesyłanie zadań i narzędzia oceny. Nauczyciele mogą wykorzystywać Canvas do organizowania materiałów na potrzeby odwróconego nauczania, w tym filmów instruktażowych, quizów praktycznych i zasobów uzupełniających, umożliwiając w ten sposób uczniom angażowanie się w treści przed zajęciami.

Narzędzia do tworzenia wideo i treści

Aby skutecznie wdrożyć metodę odwróconej klasy, nauczyciele będą często musieli tworzyć własne filmy instruktażowe, w których omawiają pojęcia matematyczne, które uczniowie

mogą następnie studiować w domu. Do tworzenia wysokiej jakości treści zalecane są następujące narzędzia:

- **Screencast-O-Matic:** Narzędzie to umożliwia nauczycielom nagrywanie ekranów i dostarczanie objaśnień dźwiękowych, ułatwiając w ten sposób tworzenie filmów instruktażowych, które prowadzą uczniów przez problemy matematyczne lub demonstrują wykorzystanie oprogramowania do programowania robotów;
- **Edpuzzle:** Edpuzzle reprezentuje dalszy rozwój podejścia odwróconego nauczania, umożliwiając nauczycielom włączanie pytań bezpośrednio do filmów instruktażowych. Nauczyciele mogą przysyłać własne filmy lub wykorzystywać istniejące treści, włączając interaktywne elementy, aby ułatwić zaangażowanie uczniów w materiał;
- **Camtasia:** Camtasia to bardziej zaawansowane narzędzie do edycji wideo, które umożliwia nauczycielom tworzenie filmów o profesjonalnej i wyrafinowanej jakości. Włączenie funkcji takich jak przejścia, adnotacje i quizy sprawia, że Camtasia jest idealnym narzędziem do tworzenia kompleksowych, dostosowanych do potrzeb samouczków matematycznych;
- **Khan Academy i YouTube:** Nauczyciele nie zawsze muszą tworzyć treści od podstaw. Materiały wideo na różne tematy matematyczne są dostępne na platformach takich jak Khan Academy. Co więcej, YouTube oferuje mnóstwo samouczków matematycznych, które nauczyciele mogą przekazać swoim uczniom do przeglądu przed zajęciami.

Platformy kodowania i języki programowania

Nauczanie programowania jest integralną częścią programu nauczania robotyki. Wprowadzenie uczniów w zasady kodowania komputerowego służy również poprawie ich umiejętności logicznego i analitycznego myślenia, które mają ogromne znaczenie w nauce matematyki. Poniższa lista zawiera przykłady zasobów do kodowania, które można wykorzystać w kontekście programu nauczania matematyki skoncentrowanego na robotyce:

- **Scratch:** Scratch to przyjazna dla początkujących platforma programistyczna, która wykorzystuje kodowanie blokowe, dzięki czemu jest idealna dla młodszych uczniów. Nauczyciele mogą tworzyć projekty, w których uczniowie wykorzystują matematykę do kontrolowania ruchu i działań wirtualnych robotów <https://scratch.mit.edu/>
- **Blockly:** Platforma Google Blockly przypomina Scratch i jest często włączana do zestawów do robotyki, takich jak Dash and Dot firmy Wonder Workshop. Uczniowie wykorzystują logikę matematyczną do kontrolowania ruchów robotów, wzmacniając w ten sposób takie umiejętności, jak obliczanie kąta, pomiar odległości i sekwencjonowanie.
- **Python:** W miarę postępów w nauce, Python staje się niezbędnym językiem programowania, szczególnie w przypadku projektów robotycznych, które wymagają bardziej skomplikowanych obliczeń i algorytmów. Znaczna liczba platform robotycznych, w tym Raspberry Pi, jest kompatybilna z językiem programowania Python, co czyni go nieocenionym narzędziem do integracji zaawansowanych koncepcji matematycznych.
- **RoboBlockly:** Zaprojektowany specjalnie do nauczania nauk ścisłych, technologii, inżynierii i matematyki (STEM), RoboBlockly pozwala uczniom kodować za pomocą

poleceń blokowych, jednocześnie ucząc się podstawowych pojęć matematycznych. Nauczyciele mogą wykorzystać RoboBlockly do matematycznych wyzwań programistycznych, które są bezpośrednio związane z robotyką.

Narzędzia oceny

W odwróconej klasie narzędzia oceny mają ogromne znaczenie, ponieważ ułatwiają monitorowanie postępów uczniów i przekazywanie informacji zwrotnych nauczycielom. Poniżej przedstawiono wybór najskuteczniejszych narzędzi do oceny zrozumienia przez uczniów w środowisku edukacyjnym, z naciskiem na robotykę i integrację pojęć matematycznych.

- **Quizizz:** Platforma Quizizz umożliwia nauczycielom opracowywanie interaktywnych, opartych na grach ocen dotyczących pojęć matematycznych. Uczniowie mogą je wypełniać przed lub po zajęciach z robotyki. Platforma zapewnia natychmiastową informację zwrotną i analizę wyników, umożliwiając nauczycielom ocenę przygotowania i biegłości uczniów.
- **Kahoot!:** Kahoot! to optymalne narzędzie do przeprowadzania szybkich, interaktywnych ocen. Nauczyciele mogą tworzyć quizy dotyczące zarówno pojęć matematycznych, jak i zastosowań robotyki, które mogą być wykorzystywane jako ćwiczenia wprowadzające lub oceny formatywne w celu sprawdzenia, czy uczniowie zrozumieli podstawowe pojęcia przed przejściem do bardziej zaawansowanych zadań.
- **Formularze Google:** Formularze Google zapewniają nauczycielom możliwość opracowywania niestandardowych ocen obejmujących pytania wielokrotnego wyboru, krótkie odpowiedzi lub pytania otwarte. Nauczyciele mogą umieszczać problemy matematyczne lub pytania dotyczące logiki kodowania w robotyce, a odpowiedzi są automatycznie oceniane lub sprawdzane pod kątem głębszego zrozumienia.

Program nauczania robotyki i matematyki

Wykorzystanie istniejących wcześniej zasobów programowych może potencjalnie skrócić czas potrzebny na przygotowanie lekcji i zapewnić ustrukturyzowane, zgodne ze standardami lekcje integrujące robotykę i matematykę.

- **STEMfinity:** Ta platforma internetowa oferuje różnorodne zestawy do robotyki, materiały STEM i przewodniki po programach nauczania. Nauczyciele mogą uzyskać dostęp do wstępnie przygotowanych planów lekcji, które integrują robotykę z edukacją matematyczną, oszczędzając w ten sposób czas i zapewniając zgodność ze standardami nauczania <https://stemfinity.com/>
- **TeachEngineering:** TeachEngineering oferuje bezpłatne, zgodne ze standardami programy nauczania inżynierii dla dzieci i młodzieży, w tym zajęcia z robotyki, które obejmują pojęcia matematyczne. Zasoby te umożliwiają nauczycielom dostęp do planów lekcji i materiałów dla uczniów dotyczących zajęć z robotyki, które wzmacniają umiejętności matematyczne <https://www.teachengineering.org/>

Strategie aktywnego uczenia się i współpracy

Integracja robotyki z edukacją matematyczną daje możliwość wieloaspektowego, empirycznego podejścia, które sprzyja aktywnemu uczeniu się i zaangażowaniu we współpracę. Gdy uczniowie angażują się w rozwiązywanie problemów matematycznych za pomocą robotów, nie tylko lepiej rozumieją zasady matematyczne, ale także rozwijają krytyczne myślenie, pracę zespołową i umiejętność rozwiązywania problemów. Jednak wspieranie aktywnego zaangażowania i współpracy na zajęciach z matematyki skoncentrowanych na robotyce wymaga wdrożenia określonych strategii, aby zagwarantować, że uczniowie w pełni wykorzystają te możliwości. Niniejszy artykuł określa praktyczne strategie dla nauczycieli w celu wspierania aktywnego uczenia się i efektywnej pracy zespołowej w klasie.

1. Wyznaczanie jasnych celów mających znaczenie w świecie rzeczywistym

Jednym z najlepszych sposobów na wspieranie aktywnego uczenia się w klasie matematycznej skoncentrowanej na robotyce jest rozpoczęcie każdego ćwiczenia od jasnych, rzeczywistych celów. Kiedy uczniowie rozumieją cel każdego ćwiczenia i widzą jego praktyczne zastosowania, są bardziej zmotywowani do aktywnego zaangażowania:

- Powiązanie ze standardami matematycznymi: Wyraźnie połącz każde ćwiczenie robotyczne z konkretnymi umiejętnościami i standardami matematycznymi, aby uczniowie widzieli, w jaki sposób ich zadania robotyczne wzmacniają cele nauczania w klasie. Na przykład, jeśli uczą się o kątach, niech zmierzają i obliczą obroty, aby ich robot mógł poruszać się po ustalonej ścieżce;
- Tworzenie scenariuszy opartych na matematyce: Oprzyj każdą aktywność związaną z robotyką wokół rzeczywistego wyzwania, które wymaga umiejętności matematycznych. Na przykład, stwórz scenariusz, w którym uczniowie muszą zaprogramować robota do poruszania się po labiryncie w oparciu o kąty i obliczenia odległości, symulując tor przeszkód lub trasę dostawy.

2. Podejście oparte na uczeniu się przez rozwiązywanie problemów (PBL)

Uczenie się oparte na rozwiązywaniu problemów przekształca klasę w przestrzeń współpracy, w której uczniowie wspólnie rozwiązują rzeczywiste wyzwania. Projekty robotyczne są idealne dla PBL, ponieważ uczniowie muszą wykorzystywać krytyczne myślenie i matematyczne rozwiązywanie problemów, aby osiągnąć swoje cele:

- Zachęcaj do iteracji: Podkreśl, że inżynieria i rozwiązywanie problemów często wymagają wielu prób. Pozwól uczniom testować swoje roboty, wyciągać wnioski z niepowodzeń i ulepszać projekty. Sprzyja to nastawieniu na rozwój, w którym uczniowie rozumieją, że nauka jest procesem;
- Przedstaw otwarte wyzwania: Zamiast dawać uczniom przewodnik krok po kroku, przedstaw im otwarty problem. Na przykład poproś uczniów o zaprojektowanie

robota, który może dokładnie mierzyć odległości, a następnie rzuć im wyzwanie, aby wykorzystali algebrę i geometrię do osiągnięcia precyzji.

3. Dzielenie uczniów na współpracujące zespoły z przypisanymi rolami

Współpraca na zajęciach z robotyki jest niezbędna, a przypisywanie ról w zespołach może pomóc każdemu uczniowi wziąć odpowiedzialność za swój wkład. Na przykład role mogą obejmować „programistę” do obsługi kodowania, „matematyka” do obliczania kątów i wykonywania pomiarów, „projektanta” do budowy i montażu robota oraz „testera” do oceny funkcjonalności:

- Stwórz zespołowe procedury refleksji: Po każdej sesji poproś uczniów, aby zastanowili się nad postępami swojego zespołu, omawiając zarówno wkład indywidualny, jak i grupowy. Zachęca to do odpowiedzialności i komunikacji, które są niezbędne do efektywnej pracy zespołowej;
- Rotacja ról: Aby upewnić się, że wszyscy uczniowie angażują się w różne aspekty projektu, okresowo zmieniaj role. Pomaga to uczniom rozwijać różnorodne umiejętności, od obliczeń matematycznych po programowanie i krytyczne myślenie.

4. Wykorzystanie metody odwróconej klasy w celu przygotowania uczniów do zajęć praktycznych

Odwrócone nauczanie - w którym uczniowie przeglądają podstawowe treści w domu przed zastosowaniem ich w klasie - sprawdza się wyjątkowo dobrze w przypadku zajęć z robotyki. Ucząc się z wyprzedzeniem podstawowych pojęć matematycznych, uczniowie są gotowi do zanurzenia się w praktycznych zastosowaniach:

- Skorzystaj z testów online, aby ocenić gotowość: Oceń zrozumienie przez uczniów za pomocą szybkiego quizu online po zakończeniu przez nich pracy przed zajęciami. Pomaga to określić, czy konieczne jest dodatkowe powtórzenie i zapewnia, że uczniowie są przygotowani do aktywnego udziału w zajęciach z robotyki w klasie;
- Zadawanie filmów lub symulacji przed zajęciami: Zapewnij filmy instruktażowe lub symulacje związane z matematyką, które wprowadzają kluczowe pojęcia. Na przykład, jeśli uczniowie będą musieli obliczać kąty, udostępnij krótki film o funkcjach trygonometrycznych, który mogą obejrzeć przed zajęciami.

5. Włączenie możliwości rówieśniczego nauczania i uczenia się

Nauczanie rówieśnicze to skuteczny sposób na wzmocnienie nauki, ponieważ wyjaśnianie pojęć innym pogłębia ich zrozumienie. Zachęcaj uczniów do uczenia się nawzajem określonych pojęć matematycznych lub technik robotyki:

- Zachęcaj do programowania w parach: W przypadku programowania, połącz uczniów w pary i poproś jednego z nich o napisanie kodu, podczas gdy drugi sprawdzi i

zweryfikuje obliczenia. Takie podejście sprzyja dyskusji, zapewnia dokładność i promuje środowisko uczenia się oparte na współpracy;

- Skonfiguruj stacje „eksperckie”: Przydzielaj uczniom, którzy wyróżniają się określonymi umiejętnościami (np. obliczaniem obrotów lub kodowaniem określonych poleceń), rolę „eksperców”. Uczniowie ci mogą zmieniać się między grupami, udzielając wskazówek dotyczących obliczeń matematycznych lub zagadnień programistycznych, co wzmacnia ich wiedzę, a jednocześnie wspiera ich rówieśników.

6. Zaprojektuj działania refleksyjne, aby wzmocnić myślenie matematyczne

Działania refleksyjne pomagają uczniom połączyć ich doświadczenia z robotyką z zasadami matematycznymi, wzmacniając umiejętności, które ćwiczą:

- Analiza po zakończeniu projektu: Po zakończeniu projektu poproś uczniów, aby zaprezentowali swoją pracę klasie, wyjaśniając, jakich obliczeń matematycznych użyli i w jaki sposób pomogły one rozwiązać wyzwanie związane z robotyką. Prezentacje te zachęcają uczniów do dumy ze swojej pracy i pozwalają im uczyć się od siebie nawzajem;
- Dzienniki lub dzienniczki matematyczne: Poproś uczniów, aby prowadzili dziennik, w którym zapisują obliczenia matematyczne zastosowane podczas każdej sesji, takie jak obliczenia odległości, pomiary kąta lub interwały czasowe. Dzienniki te zachęcają uczniów do wyrażania swoich przemyśleń i zapewniają pisemny zapis, który mogą później przejrzeć.

7. Wykorzystanie grywalizacji do wspierania zaangażowania i współpracy

Grywalizacja wyzwań związanych z robotyką dodaje element zabawy i motywuje uczniów do współpracy na rzecz wspólnych celów. Oto kilka sposobów na dodanie przyjaznej rywalizacji do klasy:

- Wyzwania w tabeli liderów: Przygotuj wyzwania, w których zespoły zdobywają punkty za wykonanie określonych zadań, takich jak obliczenie dokładnych kątów, pod którymi robot może poruszać się po labiryncie. Tablica wyników może zwiększyć emocje, jednocześnie wzmacniając potrzebę dokładności i współpracy;
- Misje „na czas”: Poproś uczniów o ukończenie misji robotycznych w określonym czasie. Na przykład, mogą być zmuszeni do obliczenia prawidłowej prędkości i odległości, aby ich robot osiągnął cel w określonym czasie. Wymaga to szybkiego, zespołowego rozwiązywania problemów i wzmacnia umiejętności matematyczne w ograniczonym czasie;
- Osiągnięcia oparte na poziomach: Gdy uczniowie wykonują zadania lub osiągają kamienie milowe, nagradzaj ich „awansami” lub odznakami. Mogą na przykład zdobyć odznakę „Geniusza geometrii” za obliczanie i programowanie dokładnych kątów lub odznakę „Mistrza pomiarów” za precyzyjne obliczanie odległości.

8. Integracja narzędzi cyfrowych do współpracy w czasie rzeczywistym

Narzędzia cyfrowe mogą wspierać aktywną naukę i współpracę w projektach związanych z robotyką, szczególnie jeśli uczniowie pracują w różnych grupach lub lokalizacjach:

- Google Workspace do planowania i dokumentowania pracy zespołu: Dokumenty, Arkusze i Prezentacje Google świetnie nadają się do współpracy zespołowej. Uczniowie mogą dokumentować obliczenia matematyczne, udostępniać plany projektowe lub przygotowywać prezentację projektu, umożliwiając wszystkim w grupie wniesienie wkładu;
- Wirtualne platformy robotyczne do ćwiczeń: Wirtualne symulatory robotyki, takie jak VEXcode VR lub Tinkercad, umożliwiają uczniom wirtualne ćwiczenie programowania i obliczeń matematycznych. Narzędzia te są szczególnie przydatne, jeśli czas przeznaczony na zajęcia z robotyki w warunkach stacjonarnych jest ograniczony, ponieważ dają uczniom możliwość zastosowania koncepcji matematycznych w symulowanym środowisku;
- Platformy do wspólnego kodowania, takie jak GitHub lub Repl.it: W przypadku bardziej zaawansowanych projektów robotycznych, platformy takie jak GitHub lub Repl.it pozwalają uczniom współpracować nad kodem w czasie rzeczywistym, wspierając złożone wyzwania programistyczne, które wzmacniają logiczne i matematyczne myślenie.

9. Ułatwianie regularnych wzajemnych informacji zwrotnych i refleksji grupowej

Aby zbudować kulturę współpracy, stwórz rutynowe procedury wzajemnej informacji zwrotnej i refleksji grupowej, umożliwiając uczniom dzielenie się spostrzeżeniami i uczenie się od siebie nawzajem:

- Formularze oceny wzajemnej: Po każdym projekcie poproś uczniów o wypełnienie ocen rówieśników, dostarczając konstruktywnych informacji zwrotnych na temat pracy zespołowej i indywidualnego wkładu. Sprzyja to odpowiedzialności i zachęca uczniów do zastanowienia się nad swoimi umiejętnościami współpracy.
- Refleksyjne dyskusje grupowe: Zarezerwuj czas dla grup na omówienie tego, co zadziałało, co nie i czego się nauczyli. Poproś uczniów, aby skupili się zarówno na matematyce, jak i na dynamice pracy zespołowej, pomagając im rozwijać zarówno umiejętności matematyczne, jak i interpersonalne.

Podsumowanie

Włączenie robotyki do nauczania matematyki stanowi innowacyjne i skuteczne podejście do nauczania podstawowych umiejętności i wiedzy matematycznej. Przestrzegając zasad

praktycznego uczenia się, rozwiązywania problemów, interdyscyplinarnych połączeń, wizualizacji, współpracy i iteracyjnego uczenia się, nauczyciele mogą stworzyć dynamiczne środowisko uczenia się, które angażuje uczniów i pogłębia ich zrozumienie matematyki. Włączenie robotyki do edukacji matematycznej ma potencjał, aby wspierać pokolenie uczniów, którzy nie tylko wyróżniają się w matematyce, ale także doceniają jej praktyczne zastosowania w otaczającym ich świecie.

Integracja robotyki i odwróconego nauczania z edukacją matematyczną niesie ze sobą szereg korzyści dla nauczycieli, w tym większe zaangażowanie i zrozumienie uczniów, bardziej efektywne wykorzystanie czasu zajęć i lepszy rozwój zawodowy. Takie podejście skutecznie przekształca tradycyjną klasę w dynamiczne i interaktywne środowisko uczenia się, które sprzyja rozwojowi zarówno uczniów, jak i nauczycieli. Stosując robotykę i odwróconą edukację, nauczyciele nie tylko zwiększają umiejętności matematyczne swoich uczniów, ale także stają się liderami w rozwijającej się dziedzinie edukacji.

Integracja robotyki z nauczaniem matematyki poprzez odwrócone podejście do uczenia się zapewnia solidną, empiryczną metodologię, która ułatwia lepsze zrozumienie skomplikowanych pojęć wśród uczniów. Odpowiednie połączenie zestawów do robotyki, narzędzi do tworzenia treści, platform do kodowania, zasobów do oceny i ustrukturyzowanych przewodników programowych umożliwia nauczycielom przekształcenie ich klas w interaktywne środowiska, które wspierają zarówno ciekawość, jak i mistrzostwo. Inwestując w te narzędzia i zasoby, nauczyciele mogą stworzyć klasę matematyczną, która koncentruje się na robotyce i jest angażująca, innowacyjna i skuteczna w pomaganiu uczniom w rozwijaniu podstawowych umiejętności matematycznych i rozwiązywaniu problemów.

Aktywna nauka i współpraca to podstawowe aspekty lekcji matematyki z wykorzystaniem robotyki. Pozwalają one uczniom angażować się w koncepcje matematyczne w znaczący i praktyczny sposób. Wdrożenie tych strategii, które obejmują tworzenie współpracujących zespołów, wykorzystanie odwróconego nauczania i grywalizacji, może ułatwić stworzenie dynamicznego środowiska uczenia się, w którym uczniowie aktywnie się angażują, przejmują odpowiedzialność za swoją naukę i zapewniają wzajemne wsparcie w dążeniu do wspólnych celów. Skutecznie wdrożona robotyka może stać się nieocenionym narzędziem nie tylko

poprawiającym rozumienie matematyki, ale także kształtującym istotne umiejętności XXI wieku, takie jak myślenie krytyczne, rozwiązywanie problemów i praca zespołowa.

BIBLIOGRAFIA

AbdulRab, Hanan. (2023). Teacher Professional Development in the 21st Century. *African Journal of Education and Practice*. 9. 39-50. 10.47604/ajep.2237.

Akkaya, D. (2015). *Assesing the primary and secondary school teachers' cognitive awareness levels about contructivism (a case in the city Kayseri)* (Unpublished master thesis). University of Erciyes, Turkey.

Akman, P. (2018). *The research of the effectiveness on the academic success and the emotional intelligence of the English lesson teaching according to the brain based learning theory* (Unpublished master thesis). Çag University, Turkey.

Anderson, T. (2008). *The Theory and Practice of Online Learning*. Athabasca University Press.

Alqahtani, M. M., Hall, J. A., Leventhal, M., & Argila, A. N. (2022). *Programming in Mathematics Classrooms: Changes in Pre-service Teachers' Intentions to Integrate Robots in Teaching. Digital Experiences in Mathematics Education*, 8(1), 70–98. <https://doi.org/10.1007/s40751-021-00096-6>

Aurini, J., McLevey, J., Stokes, A., & Gorbet, R. (2017). *Robotics and 21st century learning*. Ontario Ministry of Education, Council of Directors of Education.

Bal, F. (2020). *Investigation of the effect of social learning theory on mentally handicapped children's theory of mind* (Unpublished master thesis). Biruni University, Turkey.

Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 248-287.

Batdı, V., & Anıl, Ö. (2021). Learning by computer-based education: A meta-thematic analysis. *J. BAUN Inst. Sci. Technol.*, 23(1), 111-127. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.842078>

Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.

Briggs, J. R. (2022). *Python for Kids, 2nd Edition: A Playful Introduction to Programming*. No Starch Press, US.

Brown, R. (2021). *Integrating LEGO Spike into Primary Classrooms*. Innovative Educator.

Chapman, J.R., & Rich, P. J. (2018). Does educational gamification improve students' motivation? If so, which game elements work best?, *Journal of Education for Business*, 93:7, 314-321, DOI: 10.1080/08832323.2018.1490687

Chen, T.-I., Lin, S.-K., & Chung, H.-C. (2023). Gamified educational robots lead an increase in motivation and creativity in STEM education. *Journal of Baltic Science Education*, 22(3), 427-438. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.427>

Catlin, D., & Blamires, M. (2010). *The principles of Educational Robotic Applications (ERA): A framework for understanding and developing educational robots and their activities* (J. Clayson & I. Kalaš, Ed.). The 12th EuroLogo conference. <https://repository.canterbury.ac.uk/item/86q3v/the-principles-of-educational-robotic-applications-era-a-framework-for-understanding-and-developing-educational-robots-and-their-activities>

Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2023). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning (Fifth Edition)*. Wiley.

Çam, Ş. S., & Acat, M. B. (2023). Teacher's practice and competency levels of differentiated instruction. *MAUN Journal of Education*, 3(1), 96-120.

Çırak Kurt, S. (2017). A blended learning experience. *Elementary Education Online*, 16(2): 860-886

Çitak G., & Duran Aksoy Ö. A. (2023). Are Mobile Applications An Opportunity In Midwifery Education?, *J TOGU Heal Sci.*, 3(1):86-93

Conchinha, C., Osório, P., & de Freitas, J. C. (2015). *Playful learning: Educational robotics applied to students with learning disabilities*. International Symposium on Computers in Education (SIIE), 167–171. <https://doi.org/10.1109/SIIE.2015.7451669>

Darling-Hammond, L. (2000). How Teacher Education Matters. *Journal of Teacher Education - J TEACH EDUC.* 51. 166-173. 10.1177/0022487100051003002.

Demetroulis, E.A., Theodoropoulos, A., Wallace, M., Pouloupoulos, V., & Antoniou, A. (2023). Collaboration Skills in Educational Robotics: A Methodological Approach—Results from Two Case Studies in Primary Schools. *Education Sciences*, 13, 468. <https://doi.org/10.3390/educsci13050468>

Dillenbourg, P. (1999). *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*. Elsevier.

Dougiamas, M., & Taylor, P. (2003). Moodle: Using learning communities to create an open-source course management system. *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (EDMEDIA) 2003, Chesapeake, VA, USA*.

Downes, S. (2012). *Connectivism and Connective Knowledge: Essays on Meaning and Learning Networks*. National Research Council, Canada.

Eguchi, A. (2014). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*. 8. 5-11. 10.14313/JAMRIS_1-2014/1.

Fabian, N. M., & Kasza, E. A. N. (2022). *Jocurile logico-matematice Dienes – înțelegere, aplicare și experimentare*. Student Thinkers and Advanced Research, 1(1), 10–10.

Fan, O., & Weiqi X. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(7).

- Fung, C.-H., Besser, M., & Poon, K.-K. (2021). Systematic Literature Review of Flipped Classroom in Mathematics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(6), em1974
- Fullan, M. (2013). Commentary: The New Pedagogy: Students and Teachers as Learning Partners. *LEARNing Landscapes*. 6. 23-29. 10.36510/learnland.v6i2.601.
- Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines*. HB Printing, USA.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in the Schools*, 20(3-4), 25-35.
- Giuseppe, A., & Martina, P. (2012). *Educational Robotics Between Narration and Simulation. Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51, 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.126>
- Google Developers. (2015). What is Blockly. Retrieved from <https://developers.google.com/blockly>.
- Google for Education. (2020). *Future of the Classroom. Emerging Trends in K-12 Education Global Edition*. Google Education Press. Online: https://services.google.com/fh/files/misc/future_of_the_classroom_emerging_trends_in_k12_education.pdf?utm_source=web&utm_campaign=FY19-Q2-global-demandgen-website-other-futureoftheclassroom.
- Graham, C. R. (2006). Rozdział 1: Blended learning systems: Definition, current trends, future directions. In C. J. Bonk & C. R. Graham (Eds.). *Handbook of blended learning: Global Perspectives, local designs*. San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge, ISBN 9780415476188.
- Hall, T., Meyer, A., & Rose, D. H. (2019). *Universal Design for Learning in the Classroom: Practical Applications*. Guilford Press.
- Hrastinski, S. (2008). *Asynchronous and Synchronous E-Learning*. *Educause Quarterly*, 31(4), 51-55.
- Hsu, R. C., & Tsai, T.-H. (2022). Assessing the Impact of a Project-Based Learning Robotics Course with Integrating of STEM Education Using Content Analysis Method. *European Journal of STEM Education*, 7(1), 09. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/12633>
- Isabelle M. L., S., Andrade, W. L., & Livia M. R., S. (2019). *Analyzing the Effect of Computational Thinking on Mathematics through Educational Robotics. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028384>
- Jamison, A., Kolmos, A & Holgaard, J. E. (2014). Hybrid learning: An integrative approach to engineering education. *Journal of Engineering Education*, 103(2), 253-273.
- Jeffries, P. R., Woolf, S., & Linde, B. (2003). Technology-based vs. traditional instruction: A comparison of two methods for teaching the skill of performing a 12-lead ecg. *Nursing education perspectives*, 24(2), 70-74.

- Jonassen, D. H. (1995). Computers as cognitive tools: Learning with technology, not from technology. *Journal of Computing in Higher Education*, 6, 40-73.
- Johnson, L. (2020). Early Robotics Education with Bee-Bots. *Journal of Primary Education*, 12(3), 45–56.
- Kaya, Z. (2012). *Öğrenme ve Öğretme Kuramlar, Yaklaşımlar, Modeller*. Ankara: Pegem Akademi.
- Khanlari, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*, 41(3), 320–330. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1056106v>
- Kim, B. (2015). Rozdział 5. *Designing Gamification in the Right Way*. *Library Technology Reports*, 51(2).
- Kim, Y. R., Park, M. S., & Tjoe, H. (2021). Discovering concepts of geometry through robotics coding activities. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 9(3), 406-425. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1205>
- Konijn, E. A., & Hoorn, J. F. (2020). Robot tutor and pupils' educational ability: Teaching the times tables. *Computers & Education*, 157, 103970. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103970>
- Koehler, M., Mishra, P., Akcaoglu, M., Rosenberg, J. (2013). The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework for Teachers and Teacher Educators.
- Learning Futures. (2019). *Flipped Learning*. Retrieved from <https://app.secure.griffith.edu.au/exlnt/entry/3805/view>
- Lixiao, H., Douglas, G., (2013). Practices of Teaching Problem Solving Skills in Robotics Education. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. 57. 1830-1834. 10.1177/1541931213571409.
- Lopez-Caudana, E., Ramirez-Montoya, M.S., Martínez-Pérez, S., & Rodríguez-Abitia, G. (2020). Using Robotics to Enhance Active Learning in Mathematics: A Multi-Scenario Study. *Mathematics*, 8, 2163. <https://doi.org/10.3390/math8122163>
- Magallán-Ramirez, D., Rodriguez-Tirado, A., Martínez-Aguilar, J. D., Moreno-García, C. F., Balderas, D., & López-Caudana, E. O. (2021). Implementation of NAO Robot Maze Navigation Based on Computer Vision and Collaborative Learning. 2021060037. <https://doi.org/10.20944/preprints202106.0037.v1>
- Mărcuț I. G. (2015). *Didactica matematicii pentru învățământul primar și preșcolar*, Editura "Techno Media" Sibiu.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2010). *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies*. U.S. Department of Education. <https://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf>

- Moon, J., & Ke, F. (2020). In-Game Actions to Promote Game-Based Math Learning Engagement. *Journal of Educational Computing Research*, 58(4), 863–885. <https://doi.org/10.1177/0735633119878611>
- Moyer-Packenham, P. S., Lommatsch, C. W., Litster, K., Ashby, J., Bullock, E. K., Roxburgh, A. L., Shumway, J. F., Speed, E., Covington, B., Hartmann, C., Clarke-Midura, J., Skaria, J., Westenskow, A., MacDonald, B., Symanzik, J., & Jordan, K. (2019). How design features in digital math games support learning and mathematics connections. *Computers in Human Behavior*, 91, 316–332. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.09.036>
- Muñoz, L., Villarreal, V., Morales, I., Gonzalez, J., & Nielsen, M. (2020). Developing an Interactive Environment through the Teaching of Mathematics with Small Robots. *Sensors*, 20(7), <https://doi.org/10.3390/s20071935>
- Modern Teaching Aids (2020). LEGO® Education Classroom Solutions. Online: <https://d4iqe7beda780.cloudfront.net/resources/site/mtanz/landingpages/downloads/pdf/lego-education.pdf>.
- Neacșu, I., Dascălu, Gh., Roșu, M., Radu, H., Roman, M., Tăgârță, V., Zafiu, Gh., (1988). *Metodica predării matematicii la clasele I-IV*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- Negrini, L., Giang, C., Bonaiuti, G., Cascalho, J.M., Primo, T.T., & Eteokleous, N. (2023) Editorial: Educational robotics as a tool to foster 21st century skills. *Frontiers in Education*, 8(1186029). <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.11860>
- Nour, A. (2022). Dezvoltarea gândirii logice la elevii mici prin jocuri matematice. În: *Dialog intercultural polono-moldovenesc*. Vol. V, nr.1, pp. 46-52. ISBN 978-9975-76-398-https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/163610
- Özden, Y. (2011). *Öğrenme ve Öğretme* (5. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Murphy, K. L., Rodríguez-Manzanares, M. A., & Barbour, M. K. (2011). *Asynchronous and Synchronous Online Teaching: Perspectives of Canadian High School Distance Education Teachers*. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), 583-591.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M. (2022). Learning Computational Thinking Development in Young Children With Bee-Bot Educational Robotics. 10.4018/978-1-6684-2411-7.ch040.
- Papadakis, S., Gariou-Papalexiou, A., & Makrodimos, N. (2019). How to Design and Implement a Flipped Classroom Lesson: A Bottom up Procedure for More Effective Lessons. *Open Journal for Educational Research*, 3(2), 53-66.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Piaget, J. (1972). *The Principles of Genetic Epistemology*. Basic Books.
- Pina, A. A. (2010). *An Overview of Learning Management Systems*. In Y.Kats (Eds.). [Learning Management System Technologies and Software Solutions for Online Teaching: Tools and Applications](#) (Rivier College, USA).
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of engineering education*, 95(2), 123-138.

- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A., et al. (2009). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67.
- Russo, J., Bragg, L., & Russo, T. (2021). *How primary teachers use games to support their teaching of mathematics*. <https://doi.org/10.26822/iejee.2021.200>
- Schmidt, W., H. et al. (2023). *Teacher Education Matters: A Study of Middle School Mathematics Teacher Preparation in Six Countries*. Teachers College Press, 978-0807751626.
- Scarpiello, A. (2021). *The Effects of Mini-Lectures on Students' Academic Achievement in an Adaptive e-Learning Environment: A Mixed-Methods Case Study*. ProQuest Dissertations & Theses, Northern Illinois University, 28548753.
- Schunk, D.H. (2012). *Learning Theories-An Educational Perspective (Sixth Edition)*. Boston: Pearson Education, Inc. ISBN-13: 978-0-13-707195-1
- Seng, E., & Chuan, N.C. (2023) Integrating Learning Analytics into the Flipped Classroom: A Study on Data-Enabled Flipped Learning. *Open Access Library Journal*, 10, 1-18. <https://doi.org/10.4236/oalib.1110692>
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*, 2(1), 3–10.
- Smith, J. (2019). Building Problem-Solving Skills through LEGO Mindstorms. *STEM Journal*, 18(4), 22–28.
- Suarez, A., Garcia-Costa, D., Perez, J., Lopez-Inesta, E., Grimaldo, F., & Torres, J. (2023). Hands-on Learning: Assessing the Impact of a Mobile Robot Platform in Engineering Learning Environments. *Sustainability*, 15, 13717. <https://doi.org/10.3390/su151813717>
- Sriraman, B., & English, L. (2005). On the teaching and learning of Dienes' principles. *ZDM*, 37, 258–262. <https://doi.org/10.1007/s11858-005-0018-0>
- Tan-I Chen, Shih-Kai Lin, Hung-Chang Chung. (2023). *Gamified educational robots lead an increase in motivation and creativity in stem education*. Scientia Socialis, UAB. No. 3, 12 p.
- Takáč, O., Kanta, R., Takáčová, A. (2023). Use of Tinkercad as part of programming in elementary school computer science classes. *Asian Journal of Education and e-Learning*. 11. 10.24203/ajeel.v11i1.7158.
- Wang, K., Sang, G.-Y., Huang, L.-Z., Li, S.-H., & Guo, J.-W. (2023). The Effectiveness of Educational Robots in Improving Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Sustainability*, 15(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/su15054637>
- Wan Fatimah Bt Wan Ahmad, Afza Bt Shafie, Mohd Hezri Amir Bin Abd Lat. (2010). Role-playing game-based learning in mathematics. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, Volume 4, Number 2, ISSN 1933-2823.
- Vando, G.A.H., Su-Hang, Y., Mahesh, L., Jen-Hang, W., & Gwo-Dong, C. (2022). Robots in situated learning classrooms with immediate feedback mechanisms to improve students' learning performance. *Computers & Education*, 182, 104483

Varaman, P., Kumar, J. A., Rabu, S. N. A., & Osman, S. (2024). The Effect of Educational Robots on Primary Schools' Mathematics Learning Achievement, Interest, and Attitude. *Journal of Educators Online*, 21(2)

Vygotsky, L., Cole, M. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Zheng, R. (2018). Digital Technologies and Instructional Design for Personalized Learning. 10.4018/978-1-5225-3940-7

Zhong, B., & Xia, L. (2018). A Systematic Review on Exploring the Potential of Educational Robotics in Mathematics Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y>



SPOŁECZNA AKADEMIA NAUK
UNIVERSITY OF SOCIAL SCIENCES



UNIVERSITATEA
LUCIAN BLAGA
— DIN SIBIU —



LATVIJAS UNIVERSITĀTE
**PEDAGOĢIJAS,
PSIHOLOĢIJAS UN
MĀKSLAS FAKULTĀTE**



Scuola di
Robotica

www.rbtsinmath.eu