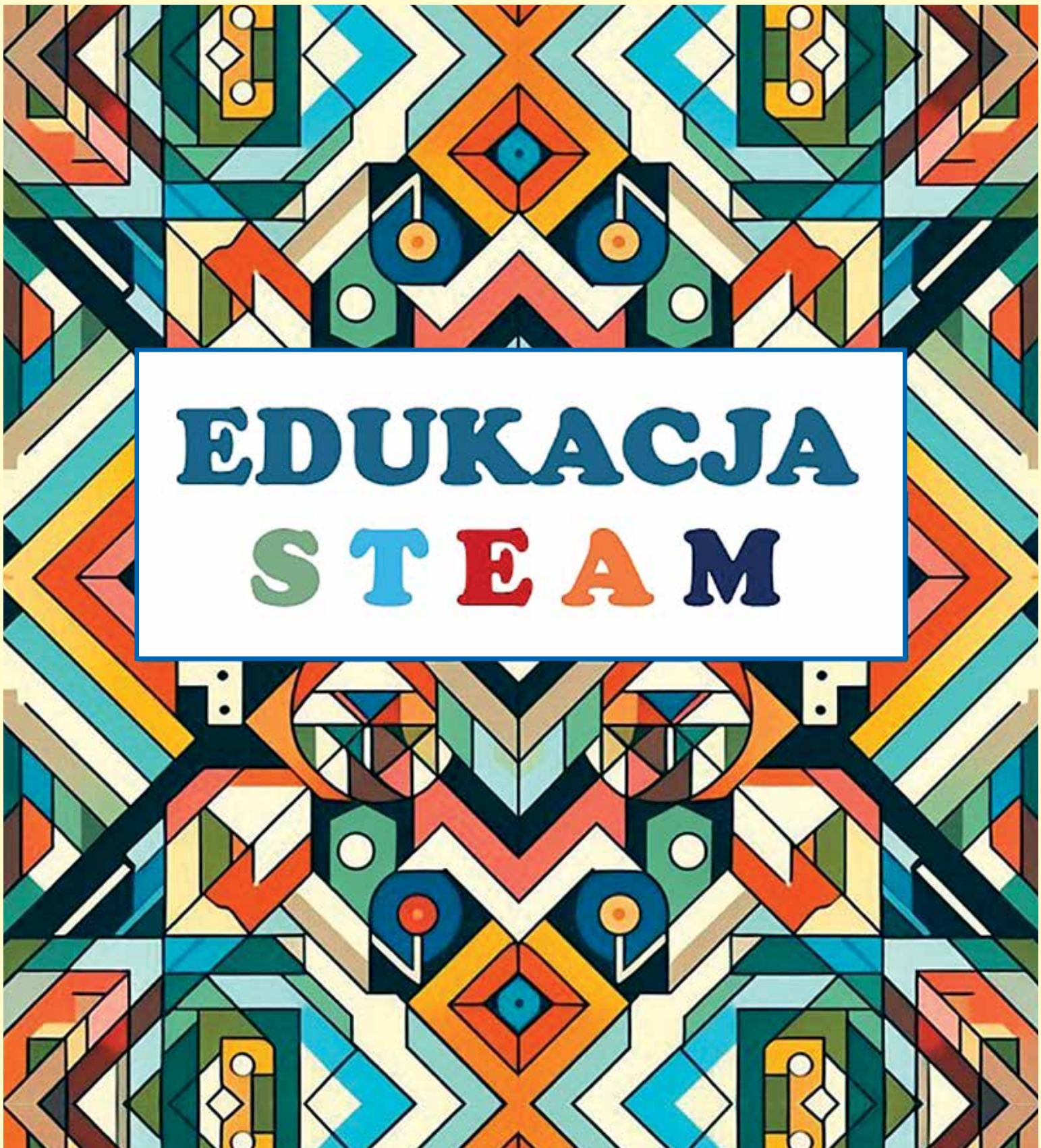


INSPIRACJE

PISMO ŚWIĘTOKRZYSKIEGO CENTRUM DOSKONAŁENIA NAUCZYCIELI W KIELCACH



EDUKACJA
STEAM

PISMO ŚWIĘTOKRZYSKIEGO
CENTRUM DOSKONAŁENIA
NAUCZYCIELI w KIELCACH

ZESPÓŁ REDAKCYJNY

Maria Kinga Orlicz
Marzanna Kostecka-Biskupska
Izabela Juszkwicz

WSPÓŁPRACA

Mariola Kosztolowicz
(konsultacje z edukacji STEAM)
Ewa Kwiecień

ADRES REDAKCJI

ŚCDN,
ul. Marszałka
Józefa Piłsudskiego 42
25-431 Kielce

TELEFONY

41 362 45 48
41 350 52 59

DRUK

Łamanie, druk i oprawa:
Oficyna Drukarska
Jacek Chmielewski
01-142 Warszawa,
ul. Sokołowska 12A,
tel. +48 22 632 83 52

Redakcja zastrzega sobie
prawo do dokonywania
skrótów w tekstach artykułów
i zmiany tytułów.

Nie odpowiadamy za treść
płatnych reklam i ogłoszeń.

„Inspiracje” rozprowadzane są
bezpłatnie.

Zapraszamy
na stronę internetową ŚCDN
samorząd.gov.pl/scdn-kielce

ISSN 1428-5479

NA OKŁADCE

Grafiki wygenerowane przez AI.

SPIS TREŚCI

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy.....3

TRENDY W EDUKACJI

Małgorzata Łakomiec

Edukacja przyszłości czy przeszłości 5

GOŚĆ WYDANIA

Tadeusz Kosztolowicz

Refleksje o edukacji STEAM 6

STEAM W TEORII

Mariola Kosztolowicz

Edukacja STEAM 8

Małgorzata Grzegorzczak

Rozwijanie kompetencji przyszłości
w kontekście edukacji STEAM 12

UCZEŃ I NAUCZYCIEL

Mariola Kosztolowicz

Nauczyciel i uczeń w edukacji STEAM.....14

Karolina Grzela

Jak STEAM wspiera rozwój uczniów ze
specjalnymi potrzebami edukacyjnymi? 16

METODOLOGIA

Ewa Kwiecień

Rozwiązywanie problemów badawczych –
metoda naukowa w projektach STEAM.....17

Mariola Kosztolowicz

Przepis na projekt STEAM 20

NOWOCZESNE TECHNOLOGIE

Tomasz Sokołowski

Aplikacje i narzędzia informatyczne
wspierające edukację STEAM.....23

Ewa Kwiecień

Wykorzystanie sprzętu zakupionego
w ramach programu Laboratoria
Przyszłości do realizacji zajęć STEAM.....25

DOBRE PRAKTYKI

Renata Pela

STEAM-ujmy świat z uczniami 28

Katarzyna Pluta

Nowe trendy w edukacji
wczesnoszkolnej.....29

Iwona Gralec

STEAM w edukacji humanistycznej.....33

Izabela Krzak-Borkowska

Integracja STEAM i CLIL na zajęciach
dwujęzycznej biologii w liceum 35

Justyna Kopycińska

STEAM-owa lekcja języka obcego 37

Dariusz Kwiecień

Geografia w projektach STEAM 38

Agnieszka Pakuła, Renata Wrześniewska

Czy ruchy Ziemi wpływają na przyrodę
i rytm życia człowieka? 40

Mariola Kosztolowicz

Matematyka w edukacji STEAM.....42

Mariola Kosztolowicz

„STEAM-owa szkoła” – projekt
Świętokrzyskiego Centrum
Doskonalenia Nauczycieli w Kielcach 48

Mariola Kosztolowicz, Ewa Kwiecień,

Małgorzata Grzegorzczak
Przykłady realizacji projektu
„STEAM-owa szkoła”
w województwie świętokrzyskim.....51

POLECAMY

Maria Kinga Orlicz, Mariola Kosztolowicz

Edukacja STEAM w dostępnych
publikacjach.....57

Maria Kinga Orlicz

Czytelnicze inspiracje 58

Świętokrzyskie Forum Młodych Badaczy

w obiektywie 59

Szanowni Czytelnicy

Żyjemy w świecie, który przyzwyczał nas do dynamicznych, często nieprzewidywalnych zmian. Zastanawiamy się, jaka będzie przyszłość edukacji wykorzystującej rzeczywistość wirtualną, rozszerzoną i sztuczną inteligencję. Poszukiwanie rozwiązań, badanie zastosowania nowoczesnych strategii w edukacji, to wyzwania naszych czasów. Pojawiające się problemy tworzą przestrzeń do wprowadzania zmian w pracy z uczniami. Chcemy, aby młodzi ludzie przed wejściem na rynek pracy zostali wyposażeni w kompetencje przyszłości będące ważnym elementem procesów adaptacyjnych. Kompetencje 4.0 i 5.0 to konkretne zbiory umiejętności, którym poświęcony był jeden z numerów „Inspiracji”.

W bieżącym wydaniu przyglądamy się bliżej edukacji opartej na modelu STEAM. W świecie, gdzie technologie, innowacyjne i analityczne podejścia, są coraz bardziej cenione, kompetencje STEAM stanowią odpowiedź na potrzeby nowoczesnego społeczeństwa. Nie tylko pomagają opanować techniczne zagadnienia, ale także rozwijają twórcze myślenie, umiejętność innowacyjnego rozwiązywania problemów, wspierając adaptację i rozwój. Uczą współpracy w grupie czy elastycznego podejścia do zmian. Właśnie te kompetencje pozwolą młodym ludziom wyjść naprzeciw wymaganiom przyszłości i odnosić sukcesy zawodowe czy osobiste. Metodologia STEAM okazuje się nowatorskim, ciekawym i skutecznym narzędziem pracy budującym w uczniach otwartość i poczucie sprawstwa. Dziś już nikt nie pyta, dlaczego warto wdrażać nowoczesne idee edukacji. Dziś skupiamy się na tym, jak to robić skutecznie.

Tradycyjne metody nauczania nie zawsze są wystarczające, aby przygotować uczniów na wyzwania przyszłości, w tym aktywność na nieustannie zmieniającym się rynku pracy. W jakim kierunku powinna rozwijać się edukacja?

Aby odnieść sukces, szkoła musi nie tylko rozumieć zmiany, które kształtują nasze życie czy znać trendy, które pomagają funkcjonować, ale też aktywnie uczestniczyć w procesach wdrażania ich w codziennej pracy z uczniami. Warto poznać bliżej STEAM-owy sposób na kreatywne szukanie związków między różnymi dziedzinami, żeby z pełną świadomością zaproponować młodym ludziom pracę nad rozwiązywaniem problemów. Jest to tym ważniejsze, że w bieżącym roku szkolnym jeden z kierunków realizacji polityki oświatowej państwa brzmi: „Kształtowanie myślenia analitycznego poprzez interdyscyplinarne podejście do nauczania przedmiotów przyrodniczych i ścisłych oraz poprzez pogłębianie umiejętności matematycznych w kształceniu ogólnym”.

Z wielką nadzieją zapraszamy do lektury „Inspiracji”. Swoimi refleksjami dzielą się przedstawiciele różnych dyscyplin nauki, nauczyciele różnych poziomów edukacyjnych, uczący różnych przedmiotów oraz pedagodzy. Autorzy artykułów są przekonani, że potencjał tkwiący w koncepcji STEAM, która ewoluowała po sprawdzeniu w praktycznych oddziaływaniach z uczniami, modyfikowanej w oparciu o prowadzoną krytyczną obserwację, staje się szansą dla uczniów na udział w spójnych i angażujących doświadczeniach edukacyjnych.

Zaproszenie do podzielenia się wiedzą i refleksjami przyjął prof. dr hab. Tadeusz Kosztolowicz. W przystępny i inspirujący sposób przedstawia STEAM jako skuteczne narzędzie pracy będące odpowiedzią na szczególne wyzwania współczesnej edukacji.

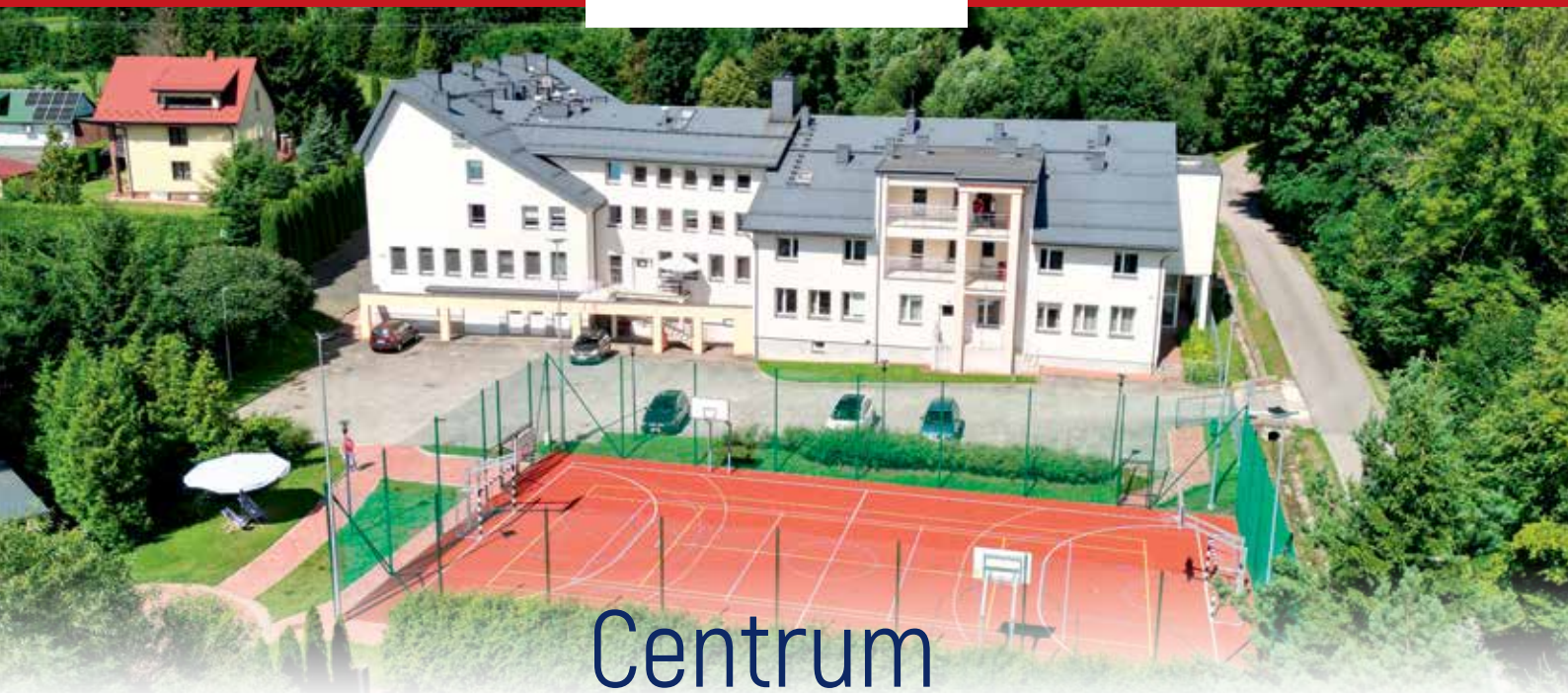
W kolejnych artykułach, w odniesieniu do wyników badań i rekomendacji bazowych dla kompetencji przyszłości, znajdą Państwo uzasadnienie do wprowadzania edukacji STEAM. Polecamy teksty wskazujące możliwości oferowane przez STEAM, także w pracy z uczniem ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi.

Kształcenie w zakresie nauk ścisłych i artystycznych jest wynikiem ewolucji koncepcji sprawdzonej w wielu krajach świata. Rozwój STEAM to nie tylko wyniki badań czy nowe trendy, ale też zmieniające się nieustannie technologie. Warto je poznawać i wykorzystywać.

W artykułach prezentujących dobre praktyki w zakresie STEAM znalazły się rady i sugestie wypływające z doświadczeń nauczycieli wdrażających to innowacyjne podejście do nauki. Liczymy, że ułatwią one wprowadzanie nowoczesnej koncepcji edukacji w szkołach. Mamy przekonanie, że stosowanie STEAM nie jest wyrazem przejściowej mody, ale koniecznym wyborem. Wzorem poprzednich numerów, zapraszamy również do zainspirowania się polecaną literaturą.

Deklarujemy wsparcie w procesie poznawania metodologii STEAM pod okiem ekspertek ze Świętokrzyskiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Kielcach, m.in. poprzez udział w projekcie „STEAM-owa szkoła”. Warto dowiedzieć się, jak wprowadzać STEAM do codziennej pracy z uczniami, wspierając ich wszechstronny rozwój.

Redakcja „Inspiracji”



Centrum **KONFERENCYJNO-WYPOCZYNKOWE**

Inspirujące miejsce do pracy i wypoczynku

Zapraszamy do serca Gór Świętokrzyskich
na szkolenia, zimowiska, wycieczki szkolne i kolonie.

OFERUJEMY

- 85 miejsc noclegowych
- sale: konsumpcyjną, konferencyjną, szkoleniowe
- wirtualną strzelnicę
- boisko, siłownię na świeżym powietrzu, saunę
- zadaszony plac ogniskowy, parking



Wólka Milanowska 18a
26-006 Nowa Słupia
tel. 41 317 70 64



samorzad.gov.pl/scdn-kielce
centrum@scdn.pl



fb.com/wolkamilanowska

Edukacja PRZYSZŁOŚCI czy przeszłości

Rozpoczęliśmy nowy rok szkolny i tym samym znów rozgrywały liczne dyskusje dotyczące polskiej edukacji – nadchodzących zmian, odchudzania podstawy programowej, listy lektur, praw ucznia *etc.*

Bardzo nie lubię tego naszego „czarnego” postrzegania edukacji, narzekania na system czy też nauczycieli, a czynimy to od lat. Krytykujemy sposób kształcenia, oceniania czy wychowania. Nazywamy te same rzeczy inaczej i choć mówimy o tym, że trzeba je zmienić, to tak naprawdę modyfikujemy tylko definicje. Niemniej jednak skoro istnieją dobre szkoły, to znaczy, że nie do końca system jest zły, tylko w jego ramach trzeba umieć wykorzystać wszystkie możliwości. Piętnujemy system edukacyjny, który tak naprawdę spowodował, że jesteśmy jednym z najszybciej rozwijających się cywilizacyjnie krajów w Europie. Polacy bardzo dobrze radzą sobie z funkcjonowaniem w innych krajach, są uznanymi pracownikami, osiągają sukcesy i posługują się wieloma językami. Może trzeba więc zadać sobie pytanie, czy mamy powody do narzekania i ciągłej krytyki.

Moja wieloletnia praktyka zawodowa pokazuje, że dobre rzeczy w polskiej edukacji muszą czasami działać się wbrew systemowi. Bywa, że trzeba się z nim nie zgodzić, aby na tym gruncie mogło urosnąć coś dobrego. Na co dzień spotykam rzeszę wspaniałych pasjonatów, którzy kochają swój zawód i robią to z przyjemnością, i spotykam też bardzo dobre szkoły. I choć z jednej strony możemy się zastanawiać, co jest przyczyną tej krytyki, czy może technologii wokół nas nie jest zbyt wiele, to z drugiej strony – ktoś tym dzieciom kupuje telefony, smartfony i tym samym sprawia, że są dla nich naturalnym środowiskiem. Utyskujemy nad tym, że młodzież spędza zbyt wiele czasu w Internecie, kiedy jednocześnie w szkolnych ławach przesiaduje po kilka godzin dziennie. Czym różni się jedno od drugiego? I jedni i drudzy widzą świat jak w świecie platońskim – w postaci cieni na ścianie. Faktem jest, że w ostatnim czasie obserwujemy wyraźne zmniejszenie atrakcyjności zawodu i spadek zainteresowania młodych ludzi karierą nauczycielską. Ma to związek między innymi z tym, że rozdźwięk między światem zewnętrznym a rzeczywistością szkolną coraz bardziej się pogłębia. Dzisiejsza młodzież, tak jak my wszyscy, jest mocno przebadczowana. Szacuje się, że współcześnie przeciętny człowiek musi dziennie przetworzyć ok. 35 GB danych. To bardzo dużo. Dla porównania w średniowieczu tyle danych przyswajano w ciągu całego życia.

Dlatego nasuwa się pytanie, jak uczyć w dzisiejszych czasach, aby zainteresować nauką młodego człowieka. Choć być może trudno w to uwierzyć – da się. Tu odpowiedzią może być wdrożenie podejścia STEAM w nauczaniu, któremu poświęcony jest ten numer „Inspiracji”. Centralnym punktem metodologii STEAM jest bowiem aktywne zaangażowanie uczniów. Dzięki realizacji projektów, eksperymentów i praktycznych zastosowań, uczniowie rozwijają umiejętności innowacyjnego rozwiązywania problemów. To nie tylko przyswajanie informacji, ale także kształtowanie umiejętności myślenia krytycznego i kreatywnego.



Małgorzata Łakomiec, dyrektor ŚCDN

Fot. A. Dziwirek

Kluczową zaletą podejścia STEAM jest również przenoszenie uczniów poza tradycyjne ramy nauczania, uczenie ich łączenia różnych dziedzin w sposób funkcjonalny. To sprzyja głębszemu zrozumieniu materiału i jego praktycznemu zastosowaniu. Dodatkowo istotnym elementem tej metodyki okazuje się rozwijanie umiejętności współpracy poprzez pracę w grupach oraz prace projektowe, co umożliwia sprawną komunikację, wymianę pomysłów i wspólne tworzenie rozwiązań.

W edukacji STEAM urzekło mnie, że to skuteczna metoda czy też, jak mówią niektórzy, filozofia uczenia. Dzieci zdobywają wiedzę przez praktykę i są zmotywowane, żeby to robić, a jak wiemy z wielu badań, motywacja wewnętrzna jest najważniejsza dla skuteczności działań. Dzięki temu, że STEAM łączy różne wątki między przedmiotami, uczniowie łatwiej sobie porządkują świat. W prawdziwym życiu matematyka czy fizyka nie istnieją przecież oddzielnie, a zjawiska z zakresu różnych przedmiotów szkolnych nawzajem się przenikają. Metodologia STEAM jest więc po prostu blisko realnego życia. Dlatego okazuje się tak istotna w edukacji przyszłości, w której chodzi przecież o to, by uczeń zdobył konkretne kompetencje w określonych dziedzinach, a nie uczył się na ocenę czy aby zaliczyć egzamin. W edukacji przyszłości ważne również, by szkoła miała narzędzia technologiczne i cyfrowe sprawiające, że proces nauki będzie efektywniejszy i prostszy zarazem. Bardzo ważny jest też dobrostan psychologiczny młodego człowieka i wsparcie go w relacjach, w które wchodzi w szkole, by opanował także umiejętności społeczne. To niewiele i jednocześnie tak dużo. Edukacja przyszłości jest prosta i oparta na trwałych fundamentach wziętych z przeszłości. I co najważniejsze – lubi spokój.

Małgorzata Łakomiec
dyrektor ŚCDN

Refleksje o edukacji STEAM

W mojej pracy od wielu lat prowadzę zajęcia ze studentami głównie z przedmiotów matematycznych i fizycznych, a także z biofizyki. Obserwuję zmieniający się w czasie poziom merytorycznego przygotowania studentów rozpoczynających naukę w szkole wyższej, który – co jest powszechną opinią – niestety jest coraz niższy. Co ciekawe, zdolność logicznego łączenia faktów i wyciągania wniosków, po odpowiednim wprowadzeniu w temat, są u studentów niezmiennie na dobrym poziomie.

Wydaje się, że nauczanie w zakresie przedmiotów ścisłych w szkołach jest ukierunkowane na zapamiętywanie algorytmów – jak rozwiązać zadania bez analizy, dlaczego sposób rozwiązania jest właśnie taki. Przykładem jest nauczanie sposobu rozwiązywania równań kwadratowych na lekcjach matematyki. Jak pewnie wszyscy pamiętamy, należy najpierw obliczyć tzw. „deltę”, a następnie, gdy jest ona nieujemna, podstawić do gotowych wzorów dających rozwiązania. Skąd wzięły się te wzory, nie jest najczęściej omawiane.

Oglądałem w telewizji japońskiej program edukacyjny dla młodzieży, w którym rozwiązywanie równań było prowadzone zupełnie inną metodą. Uczeń musiał zastanowić się, jaką liczbę należy dodać do obu stron równania, aby strona zawierająca zmienną mogła być „zwiniona do kwadratu”. Po takiej operacji uczeń z łatwością zauważa, czy równanie ma rozwiązanie, a jeśli ma, to jak je wyznaczyć. Nie tylko w krajach Dalekiego Wschodu sposób nauczania ukierunkowany jest na wyrobienie logicznego myślenia, przekazując im przy tym niezbędną wiedzę na temat szybko zmieniającego się świata. Niestety, w naszym systemie oświatowym zakresy treści podstaw programowych przedmiotów ścisłych i przyrodniczych są drastycznie ograniczane, do tego – jak wspomniałem – dominuje zasada pamięciowej nauki wybranych treści oraz różnych algorytmów. Oczywiście, w każdym systemie oświatowym są elementy słabsze, wymagające poprawy, które można krytykować.

Porównując jednak metody nauczania w różnych krajach, można połączyć to z pytaniem, kto komu sprzedaje różnego rodzaju licencje i produkty zaawansowane technologicznie. Uważam, że w tym kontekście poprawa poziomu nauczania nauk ścisłych i przyrodniczych – co wiąże się z modyfikacją metod nauczania i rozszerzeniem treści programowych – powinna znaleźć się jako jeden z kluczowych punktów w dyskusjach poświęconych wychowaniu patriotycznemu.

Jestem przekonany, że mamy bardzo zdolną młodzież w ogromnej większości mogącą osiągnąć stopień wiedzy wyższy od tego wymaganego przez obecny system edukacji. Zastanówmy się, czy wiemy, jakie umiejętności za kilkanaście lat będą im potrzebne w życiu zawodowym i „codziennym”. Czy kilkanaście lat temu byliśmy w stanie przewidzieć obecny rozwój techniki stawiający nam nowe wyzwania? Szybki rozwój wszelkiego rodzaju technik informatycznych, w szczególności rozwój sztucznej inteligencji (AI) następuje bardzo szybko. Rozwój AI to nowe możliwości, ale również i zagrożenia. Znany jest mi przykład przesłania manuskryptu do bardzo prestiżowego czasopisma naukowego poświęconego medycynie, w którym opisano metodę leczenia jednej

z groźnych chorób. W artykule przedstawiono wyniki eksperymentalne świadczące o dużej skuteczności tej metody. Jednakże recenzent, wybitny specjalista, zakwestionował przedstawione dane, uznając je za niewiarygodne. Analizując treść manuskryptu, doszedł do wniosku, że został on napisany z wykorzystaniem AI. Zanegował metodę „wymyśloną” przez AI, chociaż dla mniej wtajemniczonych pozornie wszystko się zgadzało. Jest to groźne szczególnie w przypadku wagi poruszanego tematu. Zastosowanie metod leczenia opisanych w tym manuskrypcie z dużym prawdopodobieństwem nic by nie dało, a mogło prowadzić do szkodliwych skutków ubocznych.

Powracając do naszego codziennego życia, zastanówmy się, w jakim stopniu jesteśmy narażeni na oddziaływania wykreowane przez AI. Zastanówmy się także, co byłoby, gdybyśmy bezkrytycznie wykorzystywali wszystkie niezaweryfikowane metody i działania generowane przez często nieznane źródła. Wydaje się, że chcąc nie chcąc będziemy musieli nauczyć się nowych sposobów analizy otrzymywanych danych. Już teraz weryfikacja informacji jest dla nas koniecznością, a za kilka lat, w miarę rozwoju technologii, wejdzie ona zapewne na inny, wyższy niż dotychczas poziom.

„ Coraz większe znaczenie mają umiejętności analityczne i miękkie, takie jak zdolność do rozwiązywania problemów i umiejętność uczenia się przez całe życie, a także kompetencje informatyczne, w tym umiejętności wykorzystywania AI

Wyobraźmy sobie absolwentów kończących edukację za kilka czy kilkanaście lat. Następują dosyć szybkie zmiany w zestawie umiejętności, które są cenione na rynku pracy. Coraz większe znaczenie mają umiejętności analityczne i miękkie, takie jak zdolność do rozwiązywania problemów i umiejętność uczenia się przez całe życie, a także kompetencje informatyczne, w tym umiejętności wykorzystywania AI. Wydaje się, że jedną z bardzo cenionych kompetencji będzie umiejętność oceniania informacji pod kątem ich wiarygodności, aktualności, celowości i obiektywności, a także umiejętność oceny, które wiadomości dostępne w szumie informacyjnym przybierającym coraz większe rozmiary są mało wiarygodne i które należy odrzucić, pomimo że na pierwszy rzut oka wyglądają zachęcająco. Nietrudno wyobrazić sobie, że za kilka lub kilkanaście lat tego typu kompetencja, przy zatrudnianiu w prestiżowych instytucjach i korporacjach będzie jedną z najwyższych ocenianych, a nawet wymaganych od kandydatów na ważne stanowiska. Poza pracą zawodową takie umiejętności w sposób oczywisty będą również przydatne w życiu codziennym.

Wyrobienie u uczniów takich kompetencji nie wydaje się rzeczą trywialną, ale z pewnością te nowe prędkiej czy później muszą się u nich pojawić. Jak tego dokonać? Okazuje się, że jedna z koncepcji znajduje się na przysłowiowe wyciągnięcie ręki i może być zastosowana niemal natychmiast, przy względnie małym nakła-

dzie środków. Taką koncepcją jest edukacja STEAM wymagająca współdziałania nauczycieli różnych przedmiotów. W uproszczeniu polega ona na wykorzystywaniu informacji z wielu dziedzin przy rozwiązywaniu różnego rodzaju problemów. Jest to nauka odpowiedniego interpretowania badanych problemów, kojarzenia różnych faktów, tworzenia wewnętrznie spójnych modeli badanych procesów, a także współdziałania grupy osób. Uczniowie mają szansę przekonać się, że siła grupy to nie tylko suma możliwości poszczególnych jej członków, ale także dodanie wkładu wynikającego właśnie ze współdziałania (używając terminologii fizycznej, do sumy wkładów poszczególnych członków grupy należy dodać człon interferencyjny).

Posłużę się dwoma przykładami tematów związanych z fizyką, dotyczących optyki i procesów dyfuzji, które można zrealizować w ramach edukacji STEAM. Poznając zasady optyki oka, można zrobić odpowiedni rysunek oka, korzystając z podręczników biologii, a następnie wykonać układ soczewek reprezentujących rogówkę i soczewkę oka oraz ekran reprezentujący siatkówkę z plamką żółtą. Pożądane byłoby wykorzystanie źródła równoległych promieni laserowych (mam nadzieję, że jest ono dostępne w szkołach). Można zmieniać soczewki tak, aby promienie nie przecinały się na siatkówce (czyli obraz nie powstanie na niej), a następnie kombinować, jak dobrać dodatkowe soczewki, aby obraz był jednak na siatkówce; wiąże się to z wadami wzroku i ich korektą. W serii takich doświadczeń można pokazywać równolegle metody geometryczne tworzenia obrazów w układzie soczewek, a także wykorzystania równania soczewki do obliczania miejsca powstania obrazu. Gdy uczniowie poznają i „poczuć” zasady optyki, można zaproponować im opracowanie i budowę prostej lunety, np. z dwóch papierowych tub wchodzących jedna w drugą oraz z dwóch soczewek. Jeżeli luneta będzie użyteczna, to można wykonać proste obserwacje astronomiczne, może zobaczyć np. księżyc Jowisza lub fazy Wenus.

Innym projektem jest analiza procesów dyfuzji. Dyfuzja to naturalny proces rozprzestrzeniania się substancji, w cieczach spowodowana jest ona ruchami Browna. Uczniowie mogą przeprowadzać obserwacje rozprzestrzeniania się barwionych cieczy w ośrodkach o różnych gęstościach i różnych temperaturach, wnioski pewnie nasuną się same. Można dokonać prostych symulacji komputerowych na sieciach dwuwymiarowych, losując przy użyciu generatora liczb pseudolosowych kierunki i długości przemieszczania się błądzących losowo obiektów. Symulacje tego typu wykorzystywane są przy modelowaniu tempa rozprzestrzeniania się epidemii (można tutaj zmieniać parametry zależnie od rozpatrywanego przypadku; epidemia ospy w dawnych wiekach rozprzestrzeniała się dużo, dużo wolniej niż niedawno Covid).

Niektórych może zainteresować fakt, że rozprzestrzenianie się pewnych kultur, jak np. kultura neolityczna czy ekspansja niektórych języków, też może być taktowane jako proces dyfuzji, co potwierdzają badania naukowe. Procesy dyfuzji są wszechobecne w biologii, w transporcie substancji pomiędzy komórkami przez błony biologiczne, w usuwaniu produktów przemiany materii (np. proces dializy). Przykłady można tutaj mnożyć. Przy rozpatrywaniu dyfuzji (błądzenia losowego obiektów) na sieci jednowymiarowej położenie obiektu jest opisane prawdopodobieństwami, które można policzyć analogicznie, jak to się robi przy prognozowaniu wygranej po wykonaniu określonej liczby rzutów monetą w grze orzeł-reszka (według zasady: orzeł – obiekt przeskakuje w prawo

o jedną pozycję na sieci, reszka – przeskoczyć w lewo). Rysowanie wykresów rozkładów prawdopodobieństw przy coraz większej liczbie rzutów pozwoli na wyciągnięcie wniosku, że wykresy te są „krzywą w kształcie dzwonu” (rozkładem Gaussa), co już jest poważniejszym spostrzeżeniem.

Powyższe projekty łączą treści nauczane w ramach różnych przedmiotów szkolnych – fizyki, biologii, matematyki, astronomii, informatyki. Przy okazji ich realizacji uczniowie mogą zaprojektować i wykonać różne urządzenia techniczne czy zaplanować eksperymenty. To idea edukacji STEAM. Daje to szansę na wykształcenie u uczniów pewnego toku rozumowania polegającego na łączeniu faktów z różnych dziedzin pozornie niezwiązanych ze sobą, interpretacji tych faktów, wyciągania wniosków, planowania działań mających na celu znalezienie odpowiedzi na postawione pytania. Ukazane im zostanie holistyczne podejście do otaczającego świata. Jestem przekonany, że – czymkolwiek będą zajmowali się w przyszłości – doświadczenia wyniesione z tego typu edukacji zwiększą ich kreatywność.

” W edukacji STEAM skutecznym narzędziem dydaktycznym w rozwijaniu umiejętności rozumowania, argumentowania i samodzielnego dochodzenia do wniosków są tzw. pytania sokratejskie

W edukacji STEAM skutecznym narzędziem dydaktycznym w rozwijaniu umiejętności rozumowania, argumentowania i samodzielnego dochodzenia do wniosków są tzw. pytania sokratejskie. Pytania sokratejskie to metoda dialogu, wywodząca się od greckiego filozofa Sokratesa, który używał jej, aby wspomagać swoich uczniów w odkrywaniu prawdy o świecie i rozwijaniu umiejętności analitycznych. Polega ona na zadawaniu serii ukierunkowanych i otwartych pytań, których celem jest zachęcanie do krytycznego myślenia oraz do prowadzenia rozważań na temat różnych zjawisk lub problemów. Zamiast podawać uczniom gotowe odpowiedzi, lepiej przedstawić im serię pytań, które będą skłaniać do refleksji, analizy i głębszego zrozumienia zagadnienia. Pytania sokratejskie pomagają uczniom rozwijać logiczne myślenie i analizować złożone problemy. Nie tylko uczą formułować argumenty, ale przede wszystkim zmuszają do zastanowienia się nad konsekwencjami podjętych działań i przyjętych strategii rozwiązywania problemu oraz uczą bronić swojego stanowiska. Prowadzą do wnioskowania na podstawie obserwacji i wyników eksperymentów. Inspirują do wyciągania wniosków na podstawie zebranych danych. Zmuszają do udzielania przemyślanych odpowiedzi i uzasadniania swojego rozumowania. Pytania sokratejskie wspierają również pracę zespołową, gdyż zachęcają uczniów do dzielenia się swoimi pomysłami i wspólnego dochodzenia do wniosków.

Mamy bardzo zdolną i wspaniałą młodzież. Pozwólmy jej wykorzystać i rozwijać swój potencjał do możliwego maksimum. Edukacja STEAM jest dobrą drogą prowadzącą do tego celu.

prof. dr hab. Tadeusz Kosztolowicz
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach,
Gdański Uniwersytet Medyczny

Edukacja STEAM

Edukacja STEAM to nowoczesne podejście do nauczania i uczenia się, które łączy wiedzę i umiejętności z różnych obszarów – nauk przyrodniczych, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki, ukazując, że w życiu codziennym są one ze sobą mocno powiązane i wzajemnie się przenikają. Jednak w szkołach przedmioty z zakresu tych dziedzin naucza się w oderwaniu od siebie. Edukacja szkolna nie pokazuje połączeń między nimi. Współczesne badania naukowe w zakresie *science*, czyli nauk przyrodniczych, opierają się na technologii, inżynierii i matematyce. Podobnie inżynieria korzysta z odkryć nauk przyrodniczych, matematyki i technologii. Żaden problem współczesnego świata nie jest rozwiązywany w oparciu o tylko jedną dyscyplinę naukową, lecz wymaga powiązania wiedzy i umiejętności z wielu dziedzin.

Edukacja STEAM to zmienia. W holistyczny sposób łączy przedmioty przyrodnicze, technologię, inżynierię, sztukę i matematykę, zachęcając uczniów do rozwijania umiejętności niezbędnych w funkcjonowaniu we współczesnym świecie, w szczególności skłania do krytycznego myślenia i korzystania z interdyscyplinarnych umiejętności podczas samodzielnego rozwiązywania postawionych problemów.

Czym zatem jest edukacja STEAM?

Nazwa STEAM pochodzi z języka angielskiego i jest akronimem słów: *science* (nauki przyrodnicze), *technology* (technologia), *engineering* (inżynieria), *art* (sztuka) i *mathematics* (matematyka). Metodologia STEAM wywodzi się z modelu STEM, który koncentrował się przede wszystkim na rozwiązywaniu problemów naukowych poprzez praktyczne, a zarazem twórcze, zastosowanie wiedzy oraz umiejętności z zakresu nauk ścisłych czy przyrodniczych, a także technologii i inżynierii. Dołączenie sztuki do edukacji STEM w celu stworzenia kształcenia STEAM pozwoliło na włączenie kreatywnego myślenia i sztuki stosowanej do rozwiązywania tych samych problemów.

Istnieje wiele definicji edukacji STEAM. Profesor Marlena Plebańska w artykule *STEAM – edukacja przyszłości*¹ zwraca uwagę, że edukacja STEAM odzwierciedla koncepcję: „STEAM to Nauka i Technologia interpretowane przez Inżynierię i Sztukę, i bazujące na Matematyce”.

Według innej definicji STEAM² to interdyscyplinarne podejście do uczenia się, które usuwa tradycyjne bariery oddzielające pięć dyscyplin naukowych: *science*, czyli przedmioty przyrodnicze, technologię, inżynierię, matematykę i sztukę oraz integruje wspomniane dyscypliny z rzeczywistymi doświadczeniami edukacyjnymi uczniów. Autorzy publikacji wskazują, że STEAM to nie jedna metoda, lecz szereg różnych strategii, które pomagają uczniom



Uczniowie z SP w Olesznie prezentowali swoje eksperymenty podczas Świętokrzyskiego Forum Młodych Badaczy 2024 r.

Fot. M. Koszłobowicz

zrozumieć prawa rządzące współczesnym światem oraz integrować umiejętności z różnych dziedzin i dyscyplin naukowych w celu zastosowania ich do rozwiązywania rzeczywistych problemów mających związek z otaczającym światem. Chociaż autorzy naukowych publikacji podają różne, ale zbliżone do siebie, definicje edukacji STEAM, to wszyscy zwracają uwagę, że uczniowie powinni realizować projekty wymagające samodzielnego rozwiązywania problemów. Zagadnienia stawiane przed uczniami muszą być realne i aktualne oraz bliskie uczniom, uwzględniające praktyczne treści. Aby zrozumieć informacje z różnych dziedzin, należy przechodzić od teorii do praktyki. Trzeba pozwolić uczniom na samodzielną analizę zagadnienia i poszukiwanie wiadomości, na bazie których zbudują wiedzę umożliwiającą rozwiązanie postawionego przed nimi problemu.

Jest to model nauczania nastawiony na edukację projektową, na nauczanie przez doświadczanie i poznawanie w praktyce świata, w którym uczniowie współpracują ze sobą, angażują się w eksperymentowanie, stawiają i weryfikują hipotezy, angażują się w twórcze rozwiązywanie problemów przy wykorzystaniu cyfrowych narzędzi oraz tworzą nowe dla nich rozwiązania, które następnie testują i ulepszają. To sposób uczenia się umożliwiający uczniom zadawanie pytań zmuszających do myślenia. Konieczność znalezienia rozwiązania realnego problemu, przed którym zostali postawieni, zmusza do wykorzystania wyobraźni i kreatywności, do rozwijania twórczego i krytycznego myślenia, do połączenia ze sobą dotychczas posiadanej wiedzy z różnych dziedzin oraz do zdobycia nowej wiedzy i nowych umiejętności.

Niezmiernie ważna jest praca z błędem, który staje się dla uczniów nie czymś wstydliwym, lecz szansą na lepsze i głębsze zrozumienie problemu. Za pomocą metody prób i błędów będą więc weryfikować postawione przez siebie hipotezy, testować prototyp i wprowadzać jego ulepszenia. To pozwoli uczniom zrozumieć, że porażka jest czymś naturalnym, co należy brać pod uwagę już w fazie planowania oraz, że jeśli już wystąpi, to nie może ich zniechęcać, lecz powinna być punktem wyjścia do dalszych poszukiwań.

Znaczenie nauk przyrodniczych dla edukacji STEAM

Nauki przyrodnicze to podstawa edukacji STEAM. Nie można mówić o lekcji czy projekcie STEAM, jeśli nie uwzględniają one zagadnień z przynajmniej jednego przedmiotu przyrodnicze-

¹ M. Plebańska, *STEAM – edukacja przyszłości*, „Meritum. Mazowiecki Kwartalnik Edukacyjny” 2028, nr 4, s. 2–7 [online:] https://strona2018.mscdn.pl/mscdn2018/images/STEAM_prof._Marlena_Pleba%C5%84ska.pdf (dostęp: 11 maja 2024).

² A. Vasquez, M. Comer, C. Sneider, *STEM lesson essentials, grades 3–8. Integrating science, technology, engineering, and mathematics*, New York 2013.



Uczniowie SP im. K. Makuszyńskiego w Morawicy testowali swoje samochodziki

Fot. M. Kosztołowicz

go. W tym kontekście *science*, czyli nauka, odnosi się do fizyki, chemii, biologii, geografii, przyrody, astronomii oraz edukacji globalnej. Celem *science* w STEAM jest systematyczne badanie przez uczniów otaczającego ich świata i wszystkich zjawisk, które w nim występują. Badania te powinny dotyczyć przyrody ożywionej i nieożywionej, kosmosu oraz zjawisk globalnych, w szczególności klimatu, warunków atmosferycznych, zasobów naturalnych, zanieczyszczeń, degradacji środowiska naturalnego itp.

W związku z tym uczniowie powinni np. prowadzić obserwacje natury, obserwacje mikroskopowe, obserwacje założonych hodowli, przeprowadzać doświadczenia fizyczne i chemiczne, swobodnie eksperymentować, dokonywać pomiarów, wykonywać symulacje przebiegających procesów. Na tej podstawie mogą formułować ogólne prawa opisujące wyniki ich obserwacji, wyniki pomiarów, wyniki przeprowadzonych doświadczeń lub eksperymentów czy prowadzonych badań. Podczas STEAM-owych lekcji lub realizacji STEAM-owego projektu praca uczniów powinna rozpoczynać się od zapoznania się z problemem, aby następnie przejść do badań i obserwacji, które pomogą im zrozumieć, dlaczego dany problem występuje i znaleźć sposób jego rozwiązania. Wymaga to właśnie przeprowadzania badań, doświadczeń i eksperymentów oraz dokonywania analiz zgromadzonych danych. Ważne jest również, aby młodzi ludzie nauczyli się samodzielnie docierać do informacji i dokonywać krytycznej selekcji. Tak zbudowana wiedza pozwoli im zrozumieć postawiony przed nimi problem, a następnie rozwiązać go metodami projektowymi. W fazie badań i obserwacji istotnym elementem *science* jest wykorzystanie metody naukowej, która polega na formułowaniu pytań, stawianiu hipotez, przewidywaniu, weryfikacji hipotezy, ocenie uzyskanych wyników i sformułowaniu wniosków końcowych. W ten sposób uczniowie uczą się popierać swoje stwierdzenia lub założenia jasnymi dowodami. Takie podejście do zdobywania wiedzy sprawia, że uczenie się staje się dla uczniów atrakcyjniejsze, a przy okazji rozwijają oni umiejętność krytycznego myślenia, rozumowania, argumentowania i wnioskowania.

Znaczenie technologii w edukacji STEAM

Technologia jest wszechobecna w naszym codziennym życiu, korzystamy z niej podczas wykonywania prawie każdej pracy zawodowej. Z tego powodu istotne jest, aby uczniowie nie tylko potrafili ją zastosować, ale również rozumieli jej powiązania z życiem codziennym, rozwojem społeczeństwa i znaczeniem dla środowiska. Technologia w edukacji STEAM to wykorzystanie narzędzi cyfrowych na różnych etapach realizacji STEAM-owego projektu lub STEAM-owych zajęć. Uczniowie mogą po nią sięgać, m.in. w celu:

- zdobywania informacji niezbędnych do rozwiązania problemu;
- przeprowadzania burzy mózgów w celu wygenerowania dużej liczby pomysłów na rozwiązanie problemu lub wykonanie zadania, a następnie w drodze głosowania wyboru najlepszego pomysłu;
- planowania działań w projekcie i ustalania harmonogramu jego realizacji;
- wizualizacji pomysłów;
- projektowania rozwiązań;
- przeprowadzania symulacji komputerowych zjawisk występujących w przyrodzie;
- zbierania, analizowania i przetwarzania danych oraz wizualizacji wyników;
- przeprowadzania obliczeń;
- konstruowania i testowania prototypu;
- dokumentowania pracy;
- prezentacji efektów pracy;
- samooceny oraz ewaluacji pracy swojej i zespołu.

Technologia w STEAM to nie tylko komputer, smartfon, drukarka, projektor czy tablica interaktywna lub monitor interaktywny, to również: mikrokontrolery i płytki programowalne, roboty, drukarki 3D, aplikacje do projektowania graficznego, aplikacje i programy umożliwiające przetwarzanie danych, aplikacje do kodowania i programowania, różne aplikacje pozwalające rejestrować i zbierać dane w terenie, symulacje, wirtualna rzeczywistość,

mikroskopy, teleskopy cyfrowe i wiele innych. Wybór narzędzi cyfrowych do wykorzystania w projekcie lub podczas zajęć zależy od specyfiki projektu i rozwiązywanego problemu, ale również od indywidualnych potrzeb uczniów.

Znaczenie inżynierii w edukacji STEAM

Inżynieria w edukacji STEAM to praktyczne zastosowanie wiedzy z zakresu nauk przyrodniczych i matematyki. To jednocześnie nauka przez działanie, czyli projektowanie, majsterkowanie, budowanie obiektów i budowanie konstrukcji, których efektem końcowym jest stworzenie przez uczniów własnego prototypu. W projektach STEAM może nim być: budowla, pojazd, makieta, układ elektroniczny, model, pomoc dydaktyczna, aplikacja online, projekt usługi, projekt strony internetowej, projekt urządzenia, wydruk 3D, nowatorski film, scenopis w formie rysunków, książka i wiele innych elementów wymagających od uczniów wykorzystania własnej pomysłowości i kreatywności.

Uczniowie, tworząc własny prototyp, poznają w praktyce proces projektowania inżynierskiego, gdyż przechodzą przez cały jego cykl:

- **etap identyfikacji problemu i jego analizy** – uczniowie zastanawiają się, na czym polega problem, analizują przyczyny problemu, wskazują ograniczenia, które muszą uwzględnić oraz ustalają kryteria i wymagania, które musi spełnić ich prototyp; na tym etapie uzupełniają również własną wiedzę, aby móc w pełni zrozumieć postawione przed nimi wyzwanie;
- **etap generowania pomysłów** – niezwykle twórczy, gdyż po przeanalizowaniu i zrozumieniu problemu uczniowie przystępują do wytworzenia jak największej liczby różnorodnych pomysłów na jego rozwiązanie; uczniowie muszą mieć swobodę w proponowaniu swoich pomysłów; żaden pomysł nie powinien być krytykowany i oceniany; liczy się kreatywność i innowacyjność;
- **etap wyboru pomysłu do realizacji** – uczniowie przyglądają się dokładnie zebranym pomysłom; starają się określić zalety i wady każdego z nich; etap kończy się wyborem najlepszego; powinien to być wybór demokratyczny, dokonany najlepiej w drodze głosowania;
- **etap planowania** – uczniowie tworzą plan pracy, opracowują harmonogram jego realizacji, określają, jakie materiały i narzędzia będą im potrzebne do wykonania prototypu oraz starają się przewidzieć ewentualne przeszkody, które mogą utrudnić im pracę;
- **etap tworzenia prototypu** – wdrożenie pomysłu w życie; uczniowie budują działający prototyp lub produkt, który spełnia wymagania określone w fazie identyfikacji i analizy problemu;
- **etap testowania i modyfikacji** – gotowy prototyp należy przetestować, sprawdzić jego działanie lub funkcjonalność, określić stopień spełnienia ustalonych wymagań; może się okazać, że będzie konieczne dokonanie jego modyfikacji; na tym etapie warto, aby uczniowie pokazali swój prototyp lub produkt innym i otrzymali informację zwrotną, która pomoże im w jego ulepszeniu.

Tworząc własny prototyp, uczniowie powinni zrozumieć, jak bardzo ważny jest dla rozwoju nauki, w szczególności dziedzin ścisłych i przyrodniczych.

Znaczenie sztuki dla edukacji STEAM

Zadaniem sztuki jest ułatwienie integracji wszystkich składowych STEAM. Jest to wykorzystanie wyobraźni, pomysłowości, kreatywności, komunikacji i umiejętności wykonawczych podczas



Fot. M. Kosztolowicz

Uczniowie SP w Brzostkowie pracowali nad przygotowaniem makiety Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej

tworzenia różnych prac. Sztuka jest tutaj rozumiana bardzo szeroko. Mogą to być:

- sztuki piękne – malarstwo, rysunek, rzeźba, fotografia i film;
- sztuki manualne – rękodzieło ludowe, potrawy i wypieki, architektura i projektowanie krajobrazu;
- sztuki fizyczne – taniec, balet, gimnastyka artystyczna;
- sztuki językowe – kreatywne używanie języka w zakresie komunikacji, gwara ludowa;
- historia, tradycje i zwyczaje ludowe, wielokulturowość.

Znaczenie matematyki dla edukacji STEAM

Matematyka jest tym przedmiotem szkolnym, który dla wielu uczniów okazuje się dużym wyzwaniem i trudno jest ich zaangażować w uczenie się aktywne. Z tego powodu zajmuje w edukacji STEAM ważne miejsce, gdyż ma ona ogromne znaczenie dla rozwoju uczniów i ich dalszej edukacji. Znajomość zagadnień z matematyki i umiejętności matematyczne potrzebne są w życiu codziennym, na dalszych etapach edukacyjnych oraz do wykonywania wielu zawodów. Na zwiększenie zaangażowania uczniów w uczenie się matematyki korzystnie wpływa zastosowanie pojęć matematycznych w rzeczywistych sytuacjach. W edukacji STEAM uczniowie wykorzystują: umiejętności matematyczne, logiczne myślenie, rozumowanie, argumentowanie i wnioskowanie na wielu etapach opracowywania rozwiązania problemu. Ponieważ bez matematyki nie można nic zbudować, uczniowie będą musieli wykonywać obliczenia, dokonywać pomiarów, zamieniać jednostki, zbierać, analizować i przetwarzać dane oraz wykorzystywać zależności między modelami obiektów matematycznych.

Metody nauczania w edukacji STEAM

Jeśli weźmiemy pod uwagę, że STEAM to nie jedna metoda, lecz zbiór różnych metod i strategii uczenia się, których zadaniem jest wspomaganie uczniów w zrozumieniu praw rządzących współczesnym światem oraz integrowanie umiejętności z różnych dziedzin w celu rozwiązywania rzeczywistych problemów, to me-

tody wykorzystywane w edukacji STEAM muszą spełniać pewne warunki. Przede wszystkim powinny umożliwiać prowadzenie interdyscyplinarnych zajęć – łączących przedmioty przyrodnicze, technologię, inżynierię, sztukę i matematykę – na których uczniowie będą zdobywać wiedzę w sposób holistyczny oraz rozpatrywać postawiony przed nimi problem z różnych perspektyw. Muszą to być metody ukazujące praktyczne zastosowanie wiedzy, czyli pokazujące uczniom, jak posiadaną wiedzę i umiejętności użyć do rozwiązania konkretnego rzeczywistego problemu. Powinny również umożliwiać rozwijanie kreatywności, krytycznego myślenia, poszukiwanie nowatorskich rozwiązań oraz zachęcać do eksperymentowania.

Metody uczenia się stosowane w STEAM to przede wszystkim metody aktywne umożliwiające analizowanie i dochodzenie do wniosków poprzez:

- współdziałanie w zespole;
- samodzielne eksperymentowanie;
- wykonywanie doświadczeń;
- prowadzenie obserwacji;
- wykorzystanie metody naukowej;
- wykorzystanie nowoczesnych technologii;
- majsterkowanie i wykonywanie prac manualnych.

Warunki te będą spełniać różne metody projektowe. Przykładem jednej z nich jest *design thinking* (myślenie projektowe) bazujące na głębokim zrozumieniu problemu oraz potrzebach użytkowników. To metoda, która wymusza u uczniów kreatywne podejście do postawionego przed nimi wyzwania. Jej celem jest stworzenie nowego produktu lub usługi adekwatnych do potrzeb użytkowników. Praca metodą *design thinking* przebiega według pięciu etapów:

- **empatyzacji**, poznania użytkowników związanych z problemem, który uczniowie rozwiązują; zrozumienia ich potrzeb, szans, ograniczeń i emocji; w tym celu można korzystać z różnych narzędzi, takich jak: mapa empatii, wywiad etnograficzny, persona, obserwacja użytkowników w naturalnym dla nich środowisku itp.;
- **definiowania problemu**, poddania zebranych informacji analizie, która powinna zakończyć się sformułowaniem konkretnego problemu; precyzyjne jego sformułowanie ułatwia dalszą pracę, ponieważ wskazuje kierunki działań; na tym etapie uczniowie powinni zastanowić się: jak możemy to poprawić, jak możemy to usprawnić, co możemy zmienić, jak możemy to zmienić, czy możemy to zastąpić czymś innym; pomocna może okazać się metoda sześciu kapeluszy myślowych pozwalająca przeanalizować problem z różnych perspektyw;
- **generowania pomysłów**, najbardziej kreatywnego elementu całej metody; uczniowie starają się wygenerować jak najwięcej różnych pomysłów na rozwiązanie problemu, ale jednocześnie nie dokonując ich oceny; tutaj przydadzą się takie techniki i narzędzia, jak: burza mózgów, SCAMPER, technika 635 lub mapowanie myśli; po ustaleniu listy pomysłów uczniowie przystępują do wyboru jednego lub dwóch do realizacji; wyboru mogą dokonać w drodze głosowania;
- **prototypowania**, tworzenia prototypu, produktu lub usługi; celem jest stworzenie czegoś, co można testować i udoskonalać; na tym etapie uczniowie będą majsterkować, projektować, tworzyć, budować;
- **testowania**, zaprezentowania prototypu, zebrania opinii i analizy wyników; zebrane informacje zwrotne mogą przyczynić się do ulepszenia prototypu.



Fot. M. Kosztolowicz

Edukacja STEAM wykorzystuje nowoczesne technologie

Znaczenie edukacji STEAM dla rozwoju ucznia

Edukacja STEAM wspiera wszechstronny rozwój uczniów i rozwija umiejętności, które są przydatne w życiu codziennym i zawodowym. Uczniowie, uczestnicząc w STEAM-owych zajęciach, a w szczególności realizując STEAM-owe projekty, rozwijają kompetencje w zakresie łączenia wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin w celu holistycznego ujęcia zagadnienia. Nabywają umiejętność twórczego rozwiązywania problemów, przechodząc przez wszystkie etapy metody badawczej – począwszy od analizy problemu, poprzez stawianie hipotez, ich weryfikowanie na drodze działalności badawczej, budowanie i testowanie prototypu, a kończąc na zaproponowaniu odpowiedniego rozwiązania i sformułowaniu wniosków. Młodzi ludzie uczą się wzajemnie od siebie, a to wpływa pozytywnie na ich poczucie sprawczości, lepsze przyswojenie i zrozumienie materiału oraz na przekonanie o zdolności przekazywania wiedzy innym, co daje poczucie wiary we własne możliwości, a w przypadku popełnionych błędów przestrzeń do ich korygowania. Doskonałą umiejętność komunikacji i współpracy oraz podziału ról w zespole, uczyć się dzielić odpowiedzialnością, a ponadto poznają znaczenie kompromisu w podejmowaniu wspólnych decyzji. Rozwijają umiejętność krytycznego myślenia, które wymaga od nich analizowania przetwarzanych informacji, wnioskowania i podejmowania decyzji opartych na faktach. Uczniowie mają okazję rozwijać swoją wyobraźnię i kreatywność, tworzyć nowe pomysły oraz podejmować odważne wyzwania, a to prowadzi do rozwijania umiejętności nieszablonowego myślenia. Budują pewność siebie w samodzielnym zdobywaniu nowej wiedzy, w rozwiązywaniu problemów i prezentowaniu osiągniętych efektów oraz uczą się radzić sobie z trudnymi sytuacjami teoretycznymi i praktycznymi. Zdobywają umiejętności niezbędne do funkcjonowania w społeczeństwie informacyjnym, uczą się odpowiednio dobierać i wykorzystywać technologie w zależności od założonych celów, rodzaju postawionego przed nimi problemu i oczekiwanych efektów.

Edukacja STEAM przygotowuje uczniów do dorosłego życia zawodowego, które trudno określić, jak będzie wyglądać, gdy wkroczą oni na rynek pracy. Trzeba pamiętać, że tempo rozwoju współczesnego świata oraz gospodarka oparta na wiedzy w coraz większym zakresie wymagają od społeczeństwa zdolności technicznych i analitycznych, wykorzystywania wiedzy oraz umiejętności z zakresu nauk ścisłych czy przyrodniczych.

Mariola Kosztolowicz
nauczyciel konsultant ŚCDN

Rozwijanie kompetencji przyszłości w kontekście edukacji STEAM

Edukacja STEAM staje się coraz bardziej popularna w polskich szkołach. W czasach, kiedy świat wymaga złożonych umiejętności, STEAM pomaga sprostać wyzwaniom, jakie stawia przed nami rozwijająca się technologia, globalizacja i dynamiczne zmiany na rynku pracy.

Wspieranie załączków przedsiębiorczości i wynalazczości, tak samo jak próby rozwiązywania wyzwań ekologicznych, wymaga dziś podejścia wykorzystującego odmienne spojrzenia na dany problem i różnych kompetencji zarówno indywidualnych, jak i zespołowych.

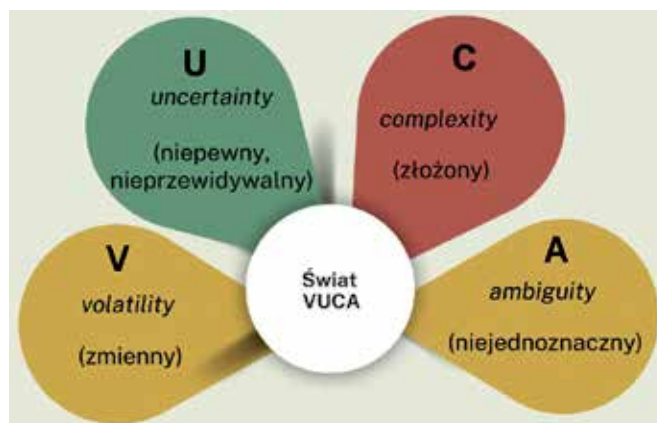
Uczniowie pracujący metodologią STEAM zgłębiają jednocześnie nauki przyrodnicze, technologię, inżynierię, sztukę i matematykę. Nie tylko poznają zagadnienia przedmiotowe, ale uczą się także, jak się uczyć, jak zadawać pytania, eksperymentować i wspólnie tworzyć, jak prezentować efekty swoich działań. Zdobывают umiejętności przydatne w dorosłym życiu. Pracując takimi metodami, pokazujemy uczniom świat zaawansowanej technologii, zapraszamy ich do majsterkowania i zabawy naukami ścisłymi. Współcześni uczniowie mają potrzebę zmiany podejścia do nauki i szkoły. Chcą rozwiązywać problemy w nowy, dynamiczny i kreatywny sposób, opanowywać przydatne umiejętności. Metodologia STEAM uczy, jak radzić sobie w zmieniającym się środowisku, pomaga dostosowywać się do nowych wyzwań i szybko reagować na zmiany.

Według Światowego Forum Ekonomicznego umiejętność rozwiązywania złożonych problemów, krytyczne myślenie oraz kreatywność, to trzy najważniejsze kompetencje, a wszystkie one rozwijane są w edukacji STEAM.

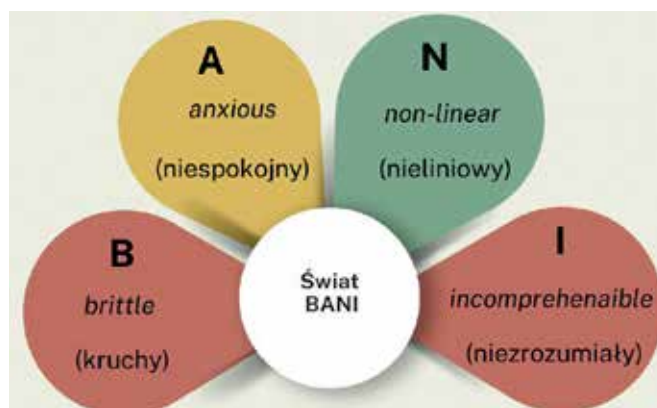
Raporty i badania kompetencji przyszłości coraz częściej pokazują, że bez elastyczności i kreatywności nawet wysoce wykwalifikowany pracownik nie sprawdzi się wobec coraz bardziej złożonych problemów i zespołów zróżnicowanych kulturowo, językowo czy wiekowo. Wynika to z przyspieszenia zmian technologicznych zwłaszcza w obszarze automatyzacji i zastosowania uczenia maszynowego, ale także ze stałego zapotrzebowania pracodawców na pracowników kreatywnych, komunikatywnych, zdolnych do współpracy w zespołach, często rozproszonych, oraz potrafiących samodzielnie się uczyć.

Eksperti zajmujący się rynkiem pracy prognozują, że najbardziej potrzebne kompetencje będą związane z nieszablonowym myśleniem, rozwiązywaniem problemów, pracą projektową w zespole, żyjemy bowiem w świecie VUCA czy według innych w świecie BANI.

Natomiast w raporcie DELab Uniwersytetu Warszawskiego opracowanym dla Polskiego Funduszu Rozwoju i Google *Kompeten-*



Graf. M. Grzegorzczak



Graf. M. Grzegorzczak

*cie przyszłości. Jak je kształtować w elastycznym ekosystemie edukacyjnym?*¹ mowa jest o kompetencjach i postawach przyszłości związanych z odkrywaniem i rozwiązywaniem problemów, empatią, eksperymentowaniem i współpracą.

Pracownicy i przedsiębiorcy powinni być badaczami, którzy pytają, odkrywają problemy oraz podejmują próby ich rozwiązania. Zdobycie umiejętności radzenia sobie ze złożonymi problemami wymaga cierpliwości i doświadczenia. Pracując nad projektami, uczymy młodych ludzi patrzenia na wybrane zagadnienia z różnych perspektyw i szukania rozwiązań, które stają się źródłem nowych możliwości. Empatia i spojrzenie na problemy z perspektywy innych są kluczowe w budowie innowacyjnych rozwiązań.

Jak podaje www.infor.pl (portal informacyjny m.in. o kadrach i prawie pracy), kształcenie kompetencji przyszłości staje się kluczowe. Osoby, które mają rozwinięte kompetencje cyfrowe, po-

¹ K. Śledziwska, R. Włoch, *Kompetencje przyszłości. Jak je kształtować w elastycznym ekosystemie edukacyjnym?*, Warszawa 2019 [online:] <https://kometa.edu.pl/biblioteka-cyfrowa/publikacja,798,kompetencje-przyszlosci-jak-je-ksztaltowac-w-elastycznym-ekosystemie-edukacyjnym> (dostęp: 17 lipca 2024).

trafia wprowadzać nowe pomysły i rozwiązania, mają przewagę na rynku pracy. Kreatywni pracownicy i przedsiębiorcy potrafiący proponować innowacje są bardziej wartościowi w przestrzeni zawodowej. Także umiejętność komunikacji międzykulturowej, czyli zdolność do efektywnego i odpowiedniego przekazywania informacji w zespołach, również z różnych kultur, stała się bardzo ważną kompetencją².

Uczniowie pracujący podczas zajęć w szkołach metodą projektów STEAM rozwijają wszystkie te kompetencje. Dodatkowo możliwość pracy w grupach uczniowskich z doświadczeniem migracyjnym przygotowuje dzieci i młodzież do późniejszej pracy w międzynarodowych zespołach.

Z kolei eksperci Obserwatorium Kompetencji Przyszłości Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości w publikacji *Raport z badań empirycznych w zakresie kompetencji i zawodów przyszłości*³ podkreślają znaczenie kompetencji poznawczych (kognitywnych), technicznych, w zakresie posługiwania się oraz zarządzania informacją i wiedzą czy kompetencji społecznych.

Wnioski z badania mogą stanowić wskazówkę dotyczącą kierunku rozwoju edukacji w najbliższych latach. Projekty i wyzwania STEAM zdecydowanie pomagają kształtować większość powyższych kompetencji, wymagają bowiem od uczniów rozwiązywania problemów, analizowania danych i podejmowania decyzji.

Uczniowie projektują, tworzą i eksperymentują, co rozwija ich kreatywność oraz umiejętność myślenia poza schematami. Dzieci są naturalnie ciekawe świata i chętnie eksperymentują. Uczą się obsługi narzędzi technologicznych, programowania, a także rozumienia zjawisk naukowych. Pracując w grupach, muszą komunikować swoje pomysły, rozwiązywać konflikty i efektywnie współpracować. Projekty STEAM wymagają też publicznego zaprezentowania efektów pracy.

Wykorzystując podczas pracy z uczniami metodologię STEAM, oferujemy liczne korzyści, które mają długoterminowy wpływ na:

- **rozwój umiejętności krytycznego myślenia** – uczniowie uczą się analizować problemy, formułować hipotezy i znajdować kreatywne rozwiązania;
- **budowanie zaangażowania** – praktyczne i interdyscyplinarne podejście sprawia, że nauka staje się bardziej angażująca i interesująca;
- **przygotowanie do przyszłości** – umiejętności zdobyte w ramach modelu STEAM są wysoko cenione na rynku pracy, co daje uczniom przewagę w przyszłej karierze (nie tylko poznają zagadnienia przedmiotowe, ale uczą się także, jak się uczyć, jak zadawać pytania, eksperymentować i wspólnie tworzyć);
- **promowanie innowacyjności** – nauczanie oparte na projektach i współpraca z różnymi dziedzinami sprzyjają rozwijaniu innowacyjnego myślenia;

- **budowanie pewności siebie** – uczniowie, którzy mają okazję pracować nad rzeczywistymi projektami, zyskują pewność siebie i wiarę w swoje możliwości.

Metodologia STEAM to odwrócenie tradycyjnego podejścia do nauczania. Uczeń przestaje być biernym odbiorcą wiedzy podawanej przez nauczyciela. Staje się badaczem, konstruktorem, odkrywcą, inżynierem i prezydentem. Podążając za naturalną potrzebą doświadczania i przeżywania przygód, uczniowie poznają tajemnice otaczającego ich świata. Nie powinni bać się eksperymentować, tworzyć i próbować różnych rozwiązań. Błąd nie jest porażką, błąd może uczyć.

Uczeń ma możliwość wyznaczania sobie zadań i rozwiązywania problemów, jakie się pojawiają. Projekty prowadzone w ten sposób dają szansę na rozwój każdego młodego człowieka. Zwiększają również pewność siebie, uczą samodzielności w podejmowaniu decyzji i dają odwagę do sięgania po niesza-blonowe pomysły.

Wspieranie nowoczesnej przedsiębiorczości i wynalazczości, tak samo jak próby rozwiązywania wyzwań ekologicznych, wymagają dziś podejścia wykorzystującego różne spojrzenia na dany problem oraz kompetencji zarówno indywidualnych, jak i zespołowych.

Netografia

Dębkowska K., Kłosiewicz-Górecka U., Szymańska A. i in., *Kompetencje pracowników dziś i jutro*, Warszawa 2022 [online:] <https://raportorium.pl/wp-content/uploads/2023/06/Kompetencje-pracow-20.07.2022-kopia.pdf>.

Edukacja STEAM – rewolucyjna metoda nauki stworzona dla Twojego dziecka [online:] <https://www.profi-lingua.pl/blog/edukacja-steam-rewolucyjna-metoda-nauki-stworzona-dla-twojego-dziecka#:~:text=Edukacja%20STEAM%20zosta%C5%82a%20stworzona%20w%C5%82a%C5%9Bnie%20po,%28in%C5%BCynieria%29%2C%20Arts%20%28sztuka%29%20i%20Maths%20%28matematyka%29.&text=Edukacja%20STEAM%20zosta%C5%82a%20stworzona,%28sztuka%29%20i%20Maths%20%28matematyka%29.&text=>.

Kompetencje przyszłości w firmie – czego oczekują przedsiębiorcy od swoich pracowników? [online:] <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/kompetencje-przyszlosci-w-firmie-czego-oczekuja-przedsiębiorcy-od-swoich-pracownikow/>.

Metodologia STEAM – co warto wiedzieć na ten temat? [online:] <https://edumaster.pl/wiedza/metodologia-steam>.

Olszacka K., *Co to są kompetencje przeszłości i dlaczego są tak ważne na rynku pracy?* [online:] <https://kadry.infor.pl/wiadomosci/6586722,co-to-sa-kompetencje-przyszlosci-i-dlaczego-sa-tak-wazne-na-rynku-prac.html>.

Śledziwska K., Włoch R., *Kompetencje przyszłości. Jak je kształtować w elastycznym ekosystemie edukacyjnym?*, Warszawa 2019 [online:] <https://kometa.edu.pl/biblioteka-cyfrowa/publikacja,798,-kompetencje-przyszlosci-jak-je-kształtować-w-elastycznym-ekosystemie-edukacyjnym>.

Śliwowski K., *Przez STEAM do kompetencji przyszłości* [online:] <https://www.edunews.pl/narzedzia-i-projekty/projekty-edukacyjne/4867-przez-steam-do-kompetencji-przyszlosci>.

² K. Olszacka, *Co to są kompetencje przeszłości i dlaczego są tak ważne na rynku pracy?* [online:] <https://kadry.infor.pl/wiadomosci/6586722,co-to-sa-kompetencje-przyszlosci-i-dlaczego-sa-tak-wazne-na-rynku-prac.html> (dostęp: 3 czerwca 2024).

³ *Kompetencje przyszłości w firmie – czego oczekują przedsiębiorcy od swoich pracowników?* [online:] <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/kompetencje-przyszlosci-w-firmie-czego-oczekuja-przedsiębiorcy-od-swoich-pracownikow/> (dostęp: 17 lipca 2024).

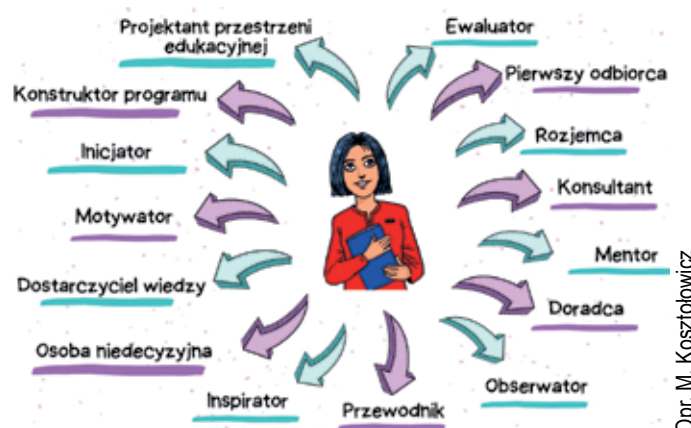
Nauczyciel i uczeń w edukacji STEAM

Edukacja STEAM wyznacza nauczycielom i uczniom nowe role. Zachęca uczniów do aktywnego uczestnictwa w procesie kształcenia, do współpracy i kreatywności, a nauczycieli – do bycia mentorami i wsparciem w rozwoju uczniów. Najważniejsze zmiany dotyczą projektowania przestrzeni edukacyjnej, sposobów dostarczania wiedzy, aktywności uczniów, motywowania i podejścia do oceniania.

Nauczyciel w projekcie STEAM

W kontekście edukacji STEAM największym wyzwaniem dla nauczyciela jest stworzenie uczniom odpowiednich warunków do efektywnego uczenia się zgodnie z metodologią STEAM, czyli zaplanowanie i zaprojektowanie przestrzeni edukacyjnej począwszy od analizy podstaw programowych, a kończąc na zapewnieniu uczniom odpowiedniego miejsca, w którym będą mogli pracować nad realizacją projektu. Interdyscyplinarność zajęć i projektów wymaga przemyśleń w zakresie doboru odpowiednich zagadnień z podstaw programowych prowadzących do modyfikacji stosowanych lub opracowania własnych programów nauczania integrujących treści nauczania z różnych przedmiotów i tworzących spójną całość w zakresie budowania przez uczniów nowej wiedzy oraz nabywania umiejętności. To pociąga za sobą konieczność doboru metod i technik nauczania oraz form pracy umożliwiających prowadzenie zajęć wyzwalaających autentyczne zaangażowanie uczniów oraz integrację wszystkich pięciu dziedzin STEAM – nauk przyrodniczych, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki. Kolejnym zadaniem w tym zakresie stojącym przed nauczycielem jest zapewnienie uczniom dostępu do odpowiednich zasobów edukacyjnych, narzędzi i technologii. Nauczyciel przestaje być jedynym bezpośrednim dostarczycielem wiedzy. Ważne jest, aby zapewnił on uczniom dostęp do odpowiednich materiałów źródłowych, na które mogą składać się zasoby sieciowe i klasowa biblioteczka w postaci podręczników szkolnych, publikacji popularnonaukowych, encyklopedii, albumów, map, atlasów, czasopism itp.

Nauczyciel powinien również zachęcać uczniów do korzystania z zasobów szkolnych oraz publicznych bibliotek, jak i z zasobów środowiska lokalnego, które może być cennym źródłem informacji. Przemyślenia wymaga również wykorzystanie technologii pod kątem rodzajów aplikacji, programów i narzędzi oraz celowości ich zastosowania czy etapów realizacji projektów. Z kolei z elementem inżynierskim wiąże się konieczność wyboru fizycznej przestrzeni umożliwiającej uczniom wykonywanie różnych prac projektowych oraz doboru odpowiednich narzędzi niezbędnych przy majsterkowaniu. Należy przy tym pamiętać o zasadach BHP i zapewnieniu uczniom odpowiedniej opieki podczas wykonywania prac technicznych. Ten etap ważny jest również z powodu zwalczania stereotypów, że tylko chłopcy nadają się do realizacji zadań technicznych. Warto zachęcać dziewczęta, które często mogą zaskoczyć nauczyciela swoimi możliwościami i przedsiębiorczością. Jednocześnie, biorąc pod uwagę, że każdy uczeń ma inne predyspozycje i zainteresowania, w fazie planowania nauczyciel powinien uwzględnić różnorodność w zakresie opra-



Role nauczyciela w projekcie STEAM

Opr. M. Kosztolowicz

wywania tematyki oraz stworzyć warunki, w których każdy uczeń może się realizować i rozwijać.

Podczas prowadzonych zajęć nauczyciel przestaje być główną osobą decyzyjną i jedyną osobą odpowiedzialną za proces nauczania. Ogranicza swoją dotychczasową rolę – bezpośredniego dostarczyciela wiedzy – na rzecz zachęcania uczniów do odkrywania nowych obszarów nauki oraz rozwijania kompetencji przedmiotowych i miękkich. Przyjmuje rolę inspiratora, przewodnika, mentora, doradcy i konsultanta. Jego zadaniem jest wspieranie uczniów w samodzielnym odkrywaniu praw rządzących światem ożywionym i nieożywionym, poprzez swobodne eksperymentowanie, prowadzenie obserwacji, wykonywanie doświadczeń i tworzenie nowych dla nich rzeczy oraz poprzez budowanie u uczniów pewności siebie i pasji do nauki. Wymaga to zachęcania uczniów do samodzielnego i krytycznego myślenia, stawiania pytań i poszukiwania na nie odpowiedzi, rozwijania kreatywności, przedsiębiorczości oraz rozwiązywania stawianych przed nimi problemów. Istotne jest, aby nauczyciel umożliwił uczniom swobodne wyrażanie swoich pomysłów, sprawdzanie ich w praktyce oraz pokonywanie pojawiających się barier i uczenia się na własnych błędach, inspirując jednocześnie do twórczego podchodzenia do problemu oraz do nieszablonowego myślenia.

W edukacji STEAM technologia odgrywa ważną rolę. Nauczyciel musi być zatem otwarty na nowe narzędzia, programy komputerowe, aplikacje mobilne, urządzenia technologiczne oraz pracę w chmurze. Jako aktywny uczestnik procesu uczenia się uczniów może sam również poznawać i uczyć się zastosowania nowych technologii oraz rozwijać swoje umiejętności w tym zakresie.

Podczas realizacji projektów lub prowadzenia lekcji STEAM nauczyciel nie działa w izolacji. Współpracuje z uczniami i z innymi nauczycielami, a często również korzysta z pomocy ekspertów z danej dziedziny w najbliższym środowisku lokalnym. Rolą nauczyciela jest zachęcanie uczniów do aktywnej współpracy, pełnienia różnych ról w pracy zespołowej oraz przyjmowania odpowiedzialności za terminowość i efekt swojej pracy jako członka

grupy i pracy całej grupy. Warto tworzyć zespoły uczniów o różnych umiejętnościach, aby mogli się oni wzajemnie uzupełnić i wzajemnie od siebie uczyć.

Dużym wyzwaniem dla nauczyciela może okazać się zmiana podejścia do oceniania. W tradycyjnym nauczaniu prawie każdy przejaw działalności uczniów kończy się oceną w postaci stopnia szkolnego za końcowy efekt tej aktywności. W edukacji STEAM w ocenie powinno uwzględnić się różne aspekty pracy uczniów, takie jak: współpraca, kreatywność, zaangażowanie i umiejętność rozwiązywania problemów. Ważniejszy staje się proces dochodzenia do rozwiązania problemu i nabywanie przez uczniów umiejętności niż sam efekt końcowy. Na początku STEAM-owej przygody nauczyciel powinien wspólnie z uczniami określić kryteria i wskaźniki oceny projektu oraz jego publicznej prezentacji, zaś w trakcie realizacji regularnie monitorować pracę zespołu i poszczególnych uczniów, w szczególności ich postępy.

Po zakończeniu projektu warto przeprowadzić ewaluację. Zadaniem nauczyciela jest zachęcenie uczniów do refleksji na temat tego, co im się udało, co im nie wyszło, a co można było zrobić lepiej. Każdy uczeń powinien dokonać własnej samooceny i samooceny pracy zespołu, którego był członkiem. Taka dyskusja nad projektem winna zakończyć się wyciągnięciem przez uczniów wniosków na przyszłość. Dopiero po ewaluacji dokonanej przez zespół nauczyciel może ocenić projekt, jego prezentację i pracę uczniów. W tym zakresie o wiele cenniejsza okazuje się informacja zwrotna przekazana uczniom przez nauczyciela niż ocena szkolna. Nauczyciel powinien wskazać uczniom mocne i słabe strony zrealizowanego projektu, odnosząc się do jego różnych faz i efektu końcowego oraz publicznej prezentacji. Powinien wymienić niewykorzystane możliwości oraz przekazać wskazówki do dalszej pracy.

Uczeń w projekcie STEAM

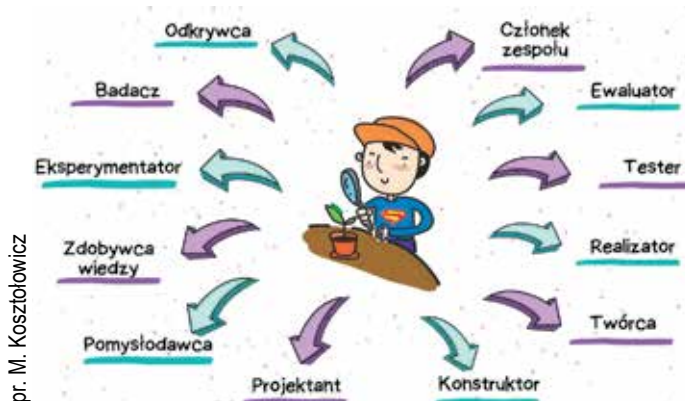
Najważniejszym celem edukacji STEAM jest wywołanie u uczniów ciekawości poznawczej. Zakłada ona zmianę roli uczniów z odbiorców wiedzy na aktywnych uczestników procesu edukacyjnego. Stawia uczniów w wielu nowych dla nich rolach przygotowujących ich do funkcjonowania w codziennym życiu społecznym i na przyszłym rynku pracy. Uczniowie stają się, m.in.: badaczami, odkrywcami, eksperymentatorami, projektantami, realizatorami i ewaluatorami, którzy wykorzystują nauki przyrodnicze, technologię, inżynierię, sztukę, matematykę do poszukiwania własnych innowacyjnych, kreatywnych rozwiązań postawionego przed nimi problemu oraz do sprawdzania własnych pomysłów na stworzenie oryginalnych produktów. Jest to sposób nauczania nastawio-

ny na naukę projektową, podczas której uczestnicy postawieni przed realnym problemem z codziennego życia poszukują jego rozwiązania, współpracując ze sobą. Angażują się w eksperymentowanie, przeprowadzanie doświadczeń oraz obserwują przyrodę lub efekty swoich działań. Mają możliwość formułowania pytań badawczych, stawiania hipotez i ich weryfikowania oraz podejmowania decyzji o przyjęciu lub odrzuceniu postawionej hipotezy, a na koniec formułują wnioski poparte odpowiednimi argumentami. Angażują się w twórcze rozwiązywanie problemów przy wykorzystaniu narzędzi cyfrowych, doskonaląc w ten sposób swoje umiejętności w zakresie celowego wykorzystania nowoczesnych technologii na różnych etapach realizacji projektu. Planują oraz tworzą nowe dla nich rzeczy, testują je i na tej podstawie wprowadzają poprawki, doskonaląc własne pomysły. Podczas tworzenia różnych prototypów przechodzą przez proces projektowania inżynierskiego, poznając go od strony praktycznej.

Rozwiązując różne problemy, uczniowie wykorzystują, a także rozwijają kreatywność, przedsiębiorczość, twórcze i krytyczne myślenie oraz inne kompetencje przyszłości. Doskonają umiejętność pracy zespołowej, w ramach której rozwijają umiejętności interpersonalne w zakresie komunikacji. Uczą się planowania działań, dzielą się pomysłami, rozwijają samodzielność w realizacji projektowych zadań, przejmują odpowiedzialność za efekty wspólnego działania i wspólnego uczenia się. Zdobywają nowe dla nich doświadczenia. Uczą się poprzez działanie, gdyż przyswajają nie tylko teorię, ale także praktyczne umiejętności. Ponadto uczą się holistycznego podejścia do problemów. Często bowiem muszą połączyć ze sobą dotychczas posiadaną wiedzę z różnych przedmiotów oraz zdobyć nową wiedzę na podstawie krytycznej analizy informacji pozyskanych z różnych źródeł. Powinno to u nich wywołać refleksję, że żadnego problemu nie da się rozwiązać, bazując na wiedzy tylko z jednego przedmiotu.

Edukacja STEAM wymusza na uczniach stosowanie metody badawczej, która pojawia się na etapie budowania wiedzy, zrozumienia problemu oraz projektowania i tworzenia nowych rzeczy. W trakcie pracy stosują również metodę prób i błędów, która z kolei jest elementem weryfikowania postawionych hipotez oraz testowania i ulepszania prototypowych rozwiązań. Jednocześnie uczniowie zauważają, że porażka jest czymś, z czym należy się liczyć, że jest elementem, który może wystąpić na różnych etapach pracy projektowej. Istotne okazuje się, aby zrozumieli, że każdy błąd można wyeliminować poprzez uzupełnienie posiadanych informacji i ocenę ich wiarygodności, korzystając z różnych źródeł oraz poprzez dalsze eksperymentowanie czy testowanie. Błąd nie powinien ich zniechęcać, lecz motywować do dalszych poszukiwań. Takie podejście do uczenia się powoduje, że uczniowie lepiej rozumieją nie tylko nowo nabywaną wiedzę, lecz również tę, którą opanowali wcześniej, a w projekcie tylko ją wykorzystali.

Praca projektowa uczniów powinna zakończyć się refleksją nad własnymi działaniami i efektami tych działań. Uczniowie w zespole i każdy z nich z osobna winni zastanowić się nad mocnymi oraz słabymi stronami zrealizowanego projektu, własną rolą, włożonym wkładem pracy w osiągnięcie efektu końcowego. Refleksja powinna doprowadzić do rzeczowej, obiektywnej samooceny oraz dawać wskazówkę, co można by ulepszyć w pracy swojej i zespołu.



Opr. M. Kosztolowicz

Role ucznia w projekcie STEAM

Mariola Kosztolowicz
nauczyciel konsultant ŚCDN

Jak STEAM wspiera rozwój uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi?

Uczniowie ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi wymagają dodatkowego wsparcia z różnych przyczyn. Powodem mogą być specyficzne trudności w uczeniu się, niepełnosprawności fizyczne i intelektualne, trudności emocjonalne czy sensoryczne.

Metodologia STEAM daje możliwość wsparcia wszechstronnego rozwoju każdemu z uczniów, w tym ze SPE. Realizując projekt STEAM z dziećmi, które wymagają indywidualnego podejścia, należy także uwzględnić ich specyficzne potrzeby oraz możliwości. Wymaga to nie tylko odpowiednich dostosowań w toku kształcenia, ale także użycia niekiedy specjalistycznego sprzętu lub właściwych materiałów edukacyjnych w alternatywnych formatach, takich jak: alfabet Braille'a dla niewidomych, napisy, język migowy dla niesłyszących czy też materiały dostosowane do potrzeb uczniów mających specyficzne trudności w uczeniu się, czyli uczniów ze stwierdzoną dysleksją, dysgrafią, dyskalkulią.

Dzięki edukacji STEAM uczniowie rozwijają umiejętność krytycznego myślenia, analizując i interpretując informacje z różnych źródeł. Działania podejmowane w ramach STEAM zachęcają do myślenia krytycznego, które uczy, jak analizować problemy, oceniać różne rozwiązania i dokonywać właściwych wyborów.

Wykorzystując różnorodność przedmiotów i podejść dydaktycznych, nauczyciele mogą lepiej odpowiadać na specyficzne potrzeby każdego ucznia. Projekty STEAM pozwalają na dostosowanie poziomu, umiejętności i zainteresowań. Umożliwiają pracę nad tym, co pasjonuje młodych ludzi i zwiększa ich motywację do zadania.

Edukacja STEAM integruje różne dziedziny wiedzy, co pomaga dzieciom zrozumieć, jak różne nauki i sztuki mogą współdziałać, wzajemnie się uzupełniać. Korzyści interdyscyplinarności w STEAM dla uczniów ze SPE to także holistyczne podejście do nauki. Dzieci mogą widzieć związki między różnymi przedmiotami, co ułatwia im lepiej zrozumieć i łatwiej przyswoić informacje.

Integracja różnych dziedzin sprawia, że nauka staje się interesująca i angażująca. Niekiedy zdarza się, że uczniowie ze SPE obawiają się uczestniczyć w zajęciach z całą klasą. Rozwiązaniem może być praca w mniejszej grupie, co zwiększy zainteresowanie uczniów nauką i zmotywuje do podejmowania kolejnych wyzwań.

Projekty STEAM rozwijają umiejętności współpracy i komunikacji. W grupach każdemu uczniowi zostaje przydzielona odpowiednia rola, zgodnie z jego mocnymi stronami. Pozwala to na aktywne uczestnictwo każdego dziecka.

Edukacja STEAM przygotowuje uczniów do przyszłych wyzwań zawodowych i technologicznych, wyposażając ich w umiejęt-

ności, które są wysoko cenione na rynku pracy. Dzięki łączeniu różnych dziedzin uczniowie zdobywają wiedzę, m.in. w zakresie: nauk ścisłych, technologii, inżynierii i matematyki, które są fundamentem wielu nowoczesnych zawodów.

Uczniowie, mogą zyskać większą pewność siebie w zakresie umiejętności i zdolności do podejmowania nowych wyzwań, rozwiązując realne problemy. Odnoszone sukcesy budują poczucie wartości, wzmacniają wiarę we własne możliwości.

Edukacja STEAM promuje rozwój umiejętności, takich jak: empatia, zarządzanie emocjami i budowanie relacji, co jest ważne dla całościowego rozwoju człowieka. Integracja tych korzyści sprawia, że STEAM staje się wartościowym i wszechstronnym podejściem do nauczania. Dzięki różnorodności dziedzin wykorzystywanych w STEAM wszyscy uczniowie mają większe szanse na znalezienie obszaru, w którym mogą się wyróżniać i odnosić sukcesy.

Wprowadzanie edukacji STEAM do pracy z dziećmi ze SPE rozwija ich kreatywność oraz umiejętność współpracy z rówieśnikami, z nauczycielami, ze specjalistami oraz z rodzicami. Kształci kompetencje społeczne i interpersonalne. Dzięki edukacji STEAM można stworzyć inspirujące i wspierające środowisko nauki, które pomoże uczniom rozwijać się na wielu płaszczyznach. Tak zaplanowane kształcenie to ciekawe projekty angażujące uczniów bardziej niż tradycyjne metody nauczania. Pamiętajmy także, że w pracy z uczniami ze SPE ważne jest dyskretne monitorowanie ich postępów w przebiegu realizacji wyznaczonych im zadań. Istotne okazuje się udzielanie na bieżąco informacji zwrotnej.

Projekty STEAM dotyczą rzeczywistych problemów globalnych, co może zwiększać świadomość uczniów ze SPE na temat wyzwań społecznych, środowiskowych i technologicznych. Wdrażanie edukacji STEAM znacząco poprawi ich doświadczenia, przygotuje do przyszłych wyzwań, zarówno w życiu osobistym, jak i zawodowym. Implementacja strategii STEAM może pomóc rozwijać krytyczne myślenie, co przynosi korzyści w procesie kształcenia, ale także w codziennym życiu. Edukacja STEAM uczy elastyczności, zdolności do adaptacji w szybko zmieniającym się i rozwijającym świecie.

Karolina Grzela
nauczyciel konsultant ŚCDN

Rozwiązywanie problemów badawczych – metoda naukowa w projektach STEAM

Jeśli chcesz zaangażować uczniów w aktywne badanie otaczającego świata, wykorzystaj w procesie nauczania metodę naukową.

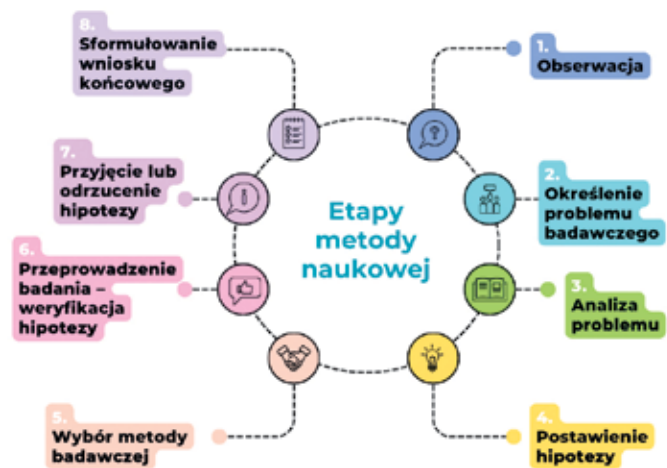
Metoda naukowa odgrywa szczególną rolę w projektach STEAM, w których nauka jest najważniejszą dziedziną. Zastosowanie metody naukowej do rozwiązywania problemów badawczych pozwala na zrozumienie i wyjaśnianie zjawisk przyrodniczych w sposób praktyczny, na rozbudzanie ciekawości i zainteresowania uczniów otaczającym światem. Zamiast przekazywać informacje, nauczyciele zachęcają uczniów do zadawania pytań, które stają się punktem wyjścia do dalszych badań, do tworzenia hipotez. Mobilizują do przeprowadzania eksperymentów, podczas których uczniowie testują swoje hipotezy, manipulują zmiennymi, obserwują i analizują wyniki, wyciągają wnioski, aby samodzielnie odkrywać zasady oraz koncepcje naukowe. Zaangażowanie uczniów w naukę pomaga w lepszym zrozumieniu wszelkich zjawisk zachodzących w świecie przyrody.

Podstawa programowa a metoda naukowa

Umiejętności poszukiwania, porządkowania, krytycznej analizy oraz wykorzystania informacji z różnych źródeł, kreatywne rozwiązywanie problemów z różnych dziedzin, praca w zespole, to jedne z najważniejszych rozwijanych w szkole umiejętności, które są wymienione w podstawie programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej.

W podstawach programowych przedmiotów przyrodniczych znajdujemy wymagania zobowiązujące nauczycieli do rozwijania u uczniów chęci poznawania świata, kształtowania właściwej postawy wobec przyrody i środowiska, ciekawości poznawczej przejawiającej się w formułowaniu pytań i szukaniu odpowiedzi z wykorzystaniem metodologii badawczej, kształtowania podstaw rozumowania naukowego obejmującego rozpoznawanie zagadnień naukowych, wyjaśnianie zjawisk fizycznych w sposób naukowy, interpretowanie oraz wykorzystywanie wyników i dowodów naukowych. Najbardziej kształcącymi metodami nauczania, czytamy w podstawie programowej z geografii, są te, które aktywizują ucznia, umożliwiając mu konstruowanie wiedzy przez samodzielne obserwowanie, analizowanie, porównywanie, wnioskowanie, ocenianie, projektowanie i podejmowanie działań sprzyjających rozwiązywaniu problemów¹.

Analizując wymagania ogólne i szczegółowe w podstawach programowych, znajdujemy wiele zapisów, które obligują nauczycieli do wykorzystania metody naukowej w procesie dydaktycznym.



Opr. E. Kwiecień

Obserwacja

Pierwszym etapem w metodzie naukowej jest obserwacja. Ma miejsce w sytuacji, kiedy zauważamy coś, co wzbudza naszą ciekawość, co nas interesuje, intryguje. Spostrzegamy np. nieznaną nam niewyjaśnioną dotychczas proces. Pojawiają się wówczas kwestie: co to jest, co to jest za zjawisko, dlaczego tak się dzieje, dlaczego to tak działa. Obserwacja pomaga ukierunkować i określić cel pracy badawczej, np. zbadać stopień zanieczyszczenia najbliższego środowiska.

Problem badawczy

Kiedy już wiemy, czym się chcemy zająć w naszych badaniach, formułujemy problem badawczy. Może mieć formę prostego pytania, na które chcemy znaleźć odpowiedź, np. Czy powietrze w naszej miejscowości jest zanieczyszczone? Może też być podany w formie równoważnika zdania, np. Zanieczyszczenie powietrza w naszej miejscowości. Są to problemy, które trzeba rozwiązać, przeprowadzając doświadczenie lub eksperyment.

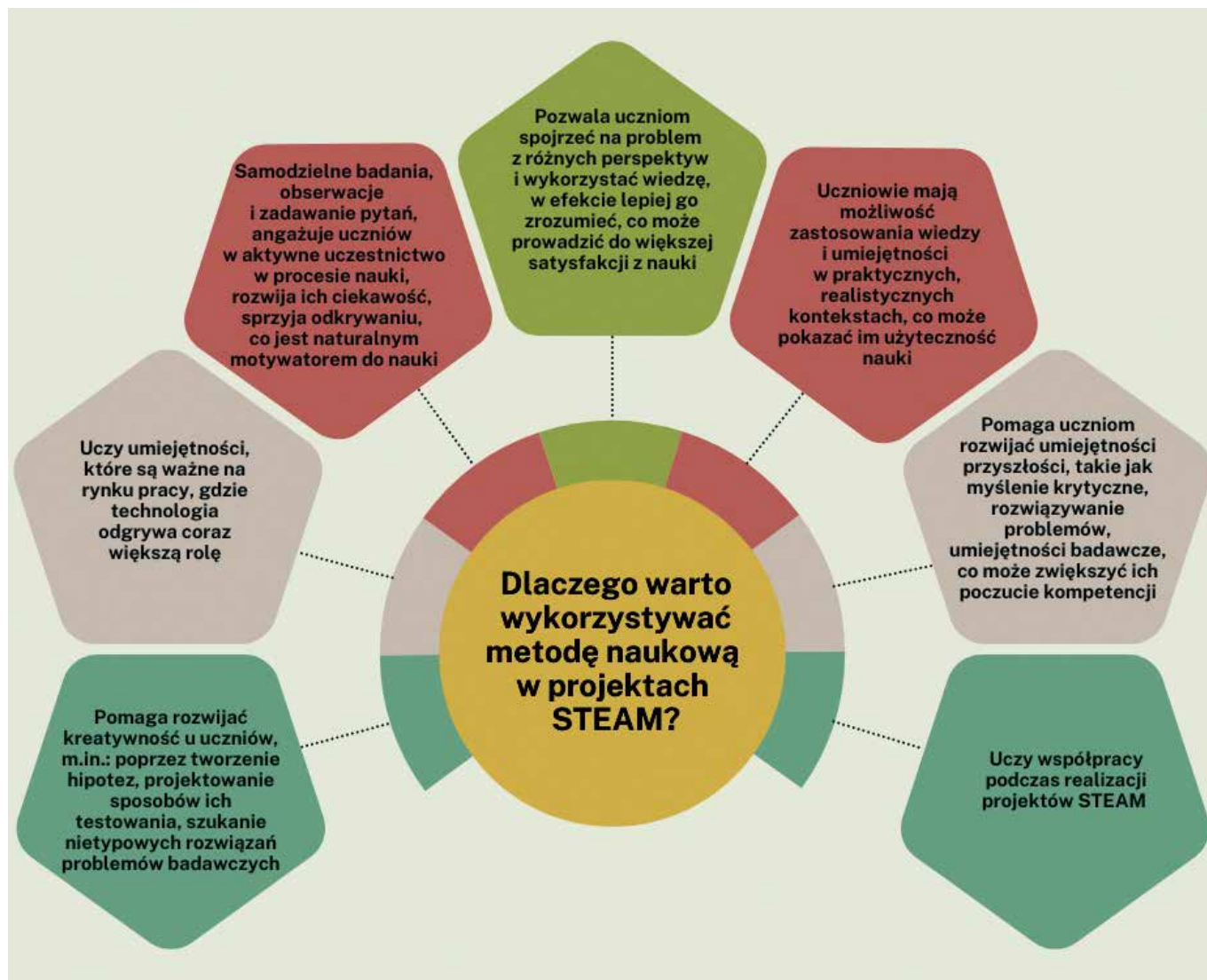
Analiza problemu

Kolejny krok to zastanowienie się, jakie dane czy informacje posiadamy lub możemy zdobyć z różnych źródeł. Po ich uzyskaniu dokonujemy porządkowania i wartościowania zgodnie z przydatnością do osiągnięcia naszego celu badawczego.

Postawienie hipotezy

Badacz, opierając się na wiedzy teoretycznej, stawia hipotezę przed przystąpieniem do doświadczenia lub eksperymentu. Hipoteza, inaczej przypuszczenie, to odpowiedź na pytanie stanowiące problem badawczy. Nie musi być ona prawdziwa. To są nasze

¹ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, Dz.U. z 2017 r., poz. 356.



Opr. E. Kwiecień

spekulacje, to nasze domysły, przeczucia. Hipoteza może mieć formę zdania oznajmującego, twierdzącego lub przeczącego.

Wybór metody badawczej

Ważnym etapem jest zaplanowanie, w jaki sposób i za pomocą jakich metod, technik badawczych, przeprowadzimy badanie. Określamy miejsce i czas przeprowadzenia badania. Przygotowujemy także narzędzia badawcze. Mogą to być przyrządy pomiarowe, arkusze opisowe, ankiety itp.

” Zastosowanie metody naukowej do rozwiązywania problemów badawczych pozwala na zrozumienie i wyjaśnianie zjawisk przyrodniczych

Przeprowadzenie badania – weryfikacja hipotezy

Na tym etapie realizujemy badanie, czyli przeprowadzamy doświadczenie lub eksperyment w określonym miejscu i czasie. Bardzo ważne jest uświadomienie uczniom, że na wynik doświadczenia lub eksperymentu mogą mieć wpływ różne czynniki (zmienne). Jeśli będziemy badać stopień zapylenia powietrza w naszej miejscowości, to należy uwzględnić warunki pogodowe. Inny wynik otrzymamy jesienią o poranku, kiedy wilgotność powietrza jest wysoka, a inny w godzinach popołudniowych

w słoneczny dzień. Aby końcowy wniosek był wiarygodny, należy wykonać doświadczenie z innymi zmiennymi lub powtórzyć obliczenia na różnych danych. Podczas przeprowadzania doświadczenia lub eksperymentu zwracamy uwagę na całe badanie. W prowadzeniu obserwacji pomocne dla uczniów mogą okazać się dodatkowe pytania ukierunkowujące ich obserwacje. Wszystkie etapy badania uczniowie dokumentują. Mogą to zrobić w różnorodny sposób – zapisując pomiary w tabeli, a następnie przedstawiając dane na wykresie, wykonując zdjęcia, nagrywając krótkie filmy, wykonując schematyczne rysunki. Na zakończenie badania opracowujemy wszystkie zebrane informacje i dane. Poszukujemy odpowiedzi na nasze przypuszczenia. Ustalamy, czy są prawdziwe, czy fałszywe – sprawdzamy hipotezę. Ten etap kończy się zebraniem wszystkich wyników, ich czytelnym przedstawieniem i analizą.

Przyjęcie lub odrzucenie hipotezy

Po analizie otrzymanych wyników decydujemy o potwierdzeniu lub odrzuceniu naszej hipotezy. Formułujemy jedno z dwóch stwierdzeń: „Hipoteza jest prawdziwa” lub „Hipoteza jest fałszywa”. Jeśli hipoteza została odrzucona, to stawiamy nową hipotezę i prowadzimy dalsze badania.

Sformułowanie wniosku końcowego

Po dokonaniu obserwacji, przanalizowaniu wyników, przyjęciu lub odrzuceniu hipotezy, należy sformułować wniosek.

Eksperyment „Hodowla fasoli”	
Obserwacja	Jak to się dzieje, że z nasiona wyrasta fasola?
Określenie problemu badawczego	Jakie czynniki mają wpływ na wzrost fasoli?
Analiza problemu	Uczniowie mogą znaleźć informacje dotyczące optymalnych warunków uprawy, nawożenia, podlewania i innych aspektów uprawy fasoli w podręcznikach szkolnych, w zasobach Internetu, w poradnikach ogrodniczych, w różnych publikacjach
Postawienie hipotezy	Światło, woda i nawożenie mają wpływ na wzrost fasoli
Wybór metody badawczej	Do przeprowadzenia eksperymentu potrzebne będą: nasiona fasoli, doniczki z ziemią, woda i detergent do podlewania. Badanie będzie polegało na zasianiu fasoli w doniczkach z ziemią, umieszczeniu doniczek w jasnym i zaciemnionym miejscu, podlewaniu różną ilością wody poszczególnych doniczek oraz podlewaniu fasoli w jednej doniczce detergentem
Badania – weryfikacja hipotez	W sześciu doniczkach z ziemią uczniowie umieszczają po ziarenku fasoli (jednakowej wielkości). Jedną doniczkę z fasolą umieszczają w ciemnym miejscu, zaś pozostałe w nasłonecznionym. Systematycznie prowadzą czynności hodowlane: • fasolkę umieszczoną w zaciemnionym miejscu i jedną fasolkę umieszczoną na nasłonecznionym stanowisku systematycznie podlewają ustaloną ilością wody; • trzecią fasolkę podlewają dwukrotnie lub trzykrotnie większą ilością wody; • czwartą podlewają detergentem; • piątą nie podlewają; • szóstą po wykiełkowaniu przenoszą do zaciemnionego miejsca i nadal podlewają ustaloną ilością wody. Codziennie prowadzą obserwację, notują spostrzeżenia w dzienniku obserwacji i dokumentują prowadzoną hodowlę (fotografia lub krótki film). W ustalonym terminie kończą eksperyment i analizują zgromadzony w dzienniku obserwacji materiał, formułują wnioski. Przygotowują się do prezentacji prowadzonego przez siebie eksperymentu i wynikających z niego wniosków
Przyjęcie lub odrzucenie hipotezy	Hipoteza jest prawdziwa
Wnioski końcowe	Światło ma wpływ na wzrost fasoli. Odpowiednia ilość wody ma wpływ na wzrost fasoli. Odpowiednie nawożenie ma wpływ na wzrost fasoli

Nauka z wykorzystaniem metody naukowej na każdym etapie edukacyjnym

Już od najmłodszych lat wprowadzamy dzieci w świat nauki poprzez zabawy badawcze. Na tym etapie nauka przez odkrywanie może obejmować proste eksperymenty i obserwacje. Nauczyciel prowadzi dzieci przez proces, zadając pytania i pomagając im zrozumieć, co obserwują. Uczniowie szkoły podstawowej mogą przeprowadzać eksperymenty i zaczynać formułować własne hipotezy. Nauczyciel może pomóc w planowaniu i prowadzeniu

Dziedzina STEAM	Eksperyment „Hodowla fasoli” realizowany zgodnie z modelem STEAM
	Wiedza oraz działania uczniów
S	Prowadzenie obserwacji wzrostu i wyglądu fasoli hodowanej w różnych warunkach. Nabywana wiedza z zakresu: • procesu kiełkowania i etapów dojrzwania rośliny • budowy rośliny – elementów części naziemnej i części podziemnej • czynników potrzebnych do kiełkowania i wzrostu rośliny oraz czynników sprzyjających i niesprzyjających hodowli fasoli • zagadnienie: fasola jako pokarm
T	• aparat fotograficzny do dokumentowania wzrostu fasoli • prezentacja PowerPoint lub Sway do przygotowania prezentacji obrazującej przebieg eksperymentu lub: • aplikacja Flip do nagrywania krótkich filmów obrazujących przebieg eksperymentu na różnych etapach jego prowadzenia • wirtualna tablica Padlet lub Lino do umieszczenia wszystkich materiałów z prowadzonego eksperymentu • skaner do zeskanowania dziennika obserwacji, aby go umieścić na tablicy Padlet • aplikacja Mentimeter do ewaluacji projektu • drukarka do wydruku dziennika obserwacji • kserokopiarka do powielania stron dziennika obserwacji
E	• zaprojektowanie i przygotowanie dziennika obserwacji • zaprojektowanie i wykonanie donic lub pojemników do prowadzenia hodowli fasoli • sadzenie fasoli do kilku donic, oznaczenie donic, wybór stanowiska, wykonywanie codziennych czynności związanych z prowadzoną hodowlą • przygotowanie i zamocowanie podpórek dla wzrastających fasolek
A	• estetyka wykonania dziennika, prezentacji • estetyka wykonania donic lub pojemników, ozdobienie donic, pojemników • wykonywanie zdjęć lub nagrywanie krótkich filmów • rysowanie fasoli • przekaz informacyjny: precyzja, jasność komunikacji, estetyka wypowiedzi pisemnej i ustnej
M	• prowadzenie pomiarów: długość i grubość łodygi, wielkość liści • porównywanie wielkości otrzymanych w wyniku pomiarów • odmierzanie określonej ilości wody do podlewania fasoli • określanie tempa wzrostu, np. średni przyrost w ciągu dnia • zapisywanie daty w dzienniku obserwacji

bardziej skomplikowanych eksperymentów, a także w analizie wyników. Uczniowie szkoły ponadpodstawowej zrealizują już zaawansowane badania, będą projektować i eksperymentować, testować własne teorie naukowe. Nauczyciel może pełnić rolę mentora, udzielając wsparcia, ale pozwalając też uczniom na samodzielne wykonywanie badań.

Ewa Kwiecień
nauczyciel konsultant w ŚCDN

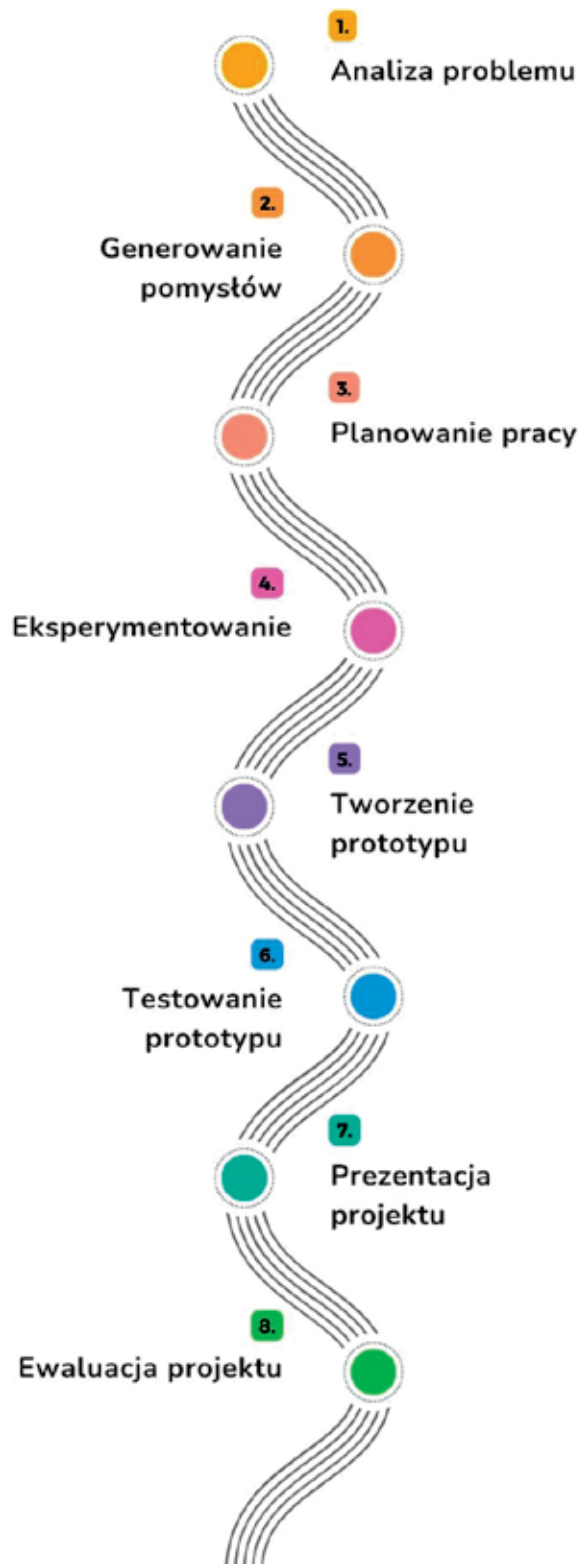
Przepis na projekt STEAM

Edukacja STEAM to taka, która opiera się na zespołowej pracy projektowej zwiększającej zaangażowanie uczniów w rozwiązywanie problemów. W czasie zajęć uczniowie powinni przekładać teorię na praktykę, zaś realizowany projekt powinien być zintegrowany z rzeczywistymi sytuacjami i problemami, które uczniów otaczają. Budowanie, tworzenie, projektowanie wyzwala u uczniów kreatywność i innowacyjność. Ważnym elementem jest wykorzystanie metody badawczej, która pomaga w głębszym zrozumieniu problemu, poszukiwaniu sposobów jego rozwiązania oraz w odkrywaniu praw rządzących światem.

Projekt STEAM rozwija kompetencje uczniów, rozbudza ich ciekawość poznawczą, motywuje do uczenia się i wzajemnego nauczania oraz zachęca do odkrywania świata wszystkimi zmysłami. Aby zatem uznać projekt za projekt STEAM, musi on spełniać kilka podstawowych warunków, takich jak:

- **interdyscyplinarność**, czyli łączenie różnych dziedzin w jednym projekcie – nauk przyrodniczych, matematyki, inżynierii, technologii i sztuki;
- **integracja nauki i sztuki**, czyli połączenie metody naukowej z aspektami artystycznymi, które mogą być realizowane na różne sposoby, np. poprzez tworzenie projektów architektonicznych, interaktywnych instalacji czy eksperymentów z wykorzystaniem wizualnych efektów;
- **wykorzystanie technologii** nie tylko na różnych etapach realizacji projektu, ale również korzystanie z nich w sposób ciekawy i innowacyjny;
- **wyбір ciekawych i ważnych dla uczniów tematów** wymagających od nich rozwiązywania realnych problemów;
- **działanie w zespole**, w którym członkowie dzielą się pomysłami i wspólnie dążą do osiągnięcia celu; projekt STEAM musi promować współpracę, gdyż to prowadzi do rozwijania efektywnej komunikacji, uczy umiejętności rozwiązywania konfliktów i sposobów dochodzenia do kompromisu;
- **kreatywność i innowacyjność** przejawiana na wszystkich etapach realizacji projektu; uczniowie powinni mieć możliwość rozwijania i realizowania własnych pomysłów; należy wręcz zachęcać ich do niepowielania starych rozwiązań;
- **aktywny udział uczniów**, którzy powinni być autentycznymi uczestnikami procesu uczenia się na każdym etapie realizacji projektu; to oni planują swoje działania i realizują własne pomysły; nauczyciel zaś wspiera uczniów w realizacji projektu, pilnuje przestrzegania zasad współpracy i wyznacza kierunek pracy, ale nie ingeruje w samą realizację projektu ani nie sugeruje rozwiązań;
- **samodzielność** w organizacji pracy i w realizacji kolejnych etapów projektu, co przekłada się na większe zaangażowanie i poczucie współodpowiedzialności za projekt;
- **prezentacja efektów** pozwalająca nie tylko podzielić się wynikami prac, ale również ucząc sztuki komunikacji i prezentacji;
- **metoda prób i błędów** jest nieodłącznym elementem metody naukowej; praca z jej wykorzystaniem zajmuje zwykle więcej czasu, ale daje uczniom poczucie sprawczości, wzmacnia ich pewność siebie i przygotowuje do kolejnych trudniejszych wyzwań.

Etapy realizacji STEAM-owego projektu



Opr. M. Kosztolowicz

Realizację projektu STEAM można podzielić na osiem podstawowych kroków. Wszystkie są ważne, ponieważ w każdym uczniowie nabywają szereg kompetencji



Fot. M. Kosztłłowicz

Uczniowie Akademickiej SP w Kielcach prezentują projekt „Dlaczego wulkany wybuchają i jakie są tego skutki?” na konferencji podsumowującej projekt ŚCDN „STEAM-owa szkoła 2021/2022”

Analiza problemu

Zanim uczniowie zaczną poszukiwać pomysłu na rozwiązanie problemu, muszą go dobrze zrozumieć oraz sprawdzić, czy posiadają wystarczającą wiedzę i umiejętności. Powinni rozpocząć od zastanowienia się, na czym polega problem i czym się charakteryzuje. W tym celu należałoby zastanowić się: jakie wyzwania stawia przed nami projekt, co możemy z tym zrobić, co pomoże rozwiązać problem, na jakie przeszkody możemy się natknąć podczas jego realizacji, jakie kryteria powinno spełniać rozwiązanie.

Kolejne elementy analizy problemu to wiedza i umiejętności uczniów. Tutaj pojawi się zbieranie informacji o problemie oraz wstępne analizowanie danych. Uczniowie powinni zastanowić się, czy posiadana wiedza wystarczy im do rozwiązania problemu, czy należy ją uzupełnić, a jeśli tak, to w jakim zakresie. Muszą poszukać wiarygodnych źródeł informacji oraz dokonać wstępnej selekcji zgromadzonego materiału.

Generowanie pomysłów

Etap generowania pomysłów na rozwiązanie problemu wymaga od uczniów dużej kreatywności i pomysłowości. Uczniowie powinni proponować różne pomysły na rozwiązanie problemu. Mogą w tym celu odbywać się indywidualne lub grupowe sesje burzy mózgów. Zadaniem nauczyciela jest zachęcanie uczniów do nieszablonego myślenia, wychodzenia poza utarte schematy oraz uwzględnianie różnorodnych możliwości. Jednocześnie ważne jest, aby na tym etapie nie ograniczać pomysłowości uczniów pochopną oce-

ną czy wartościowaniem zaproponowanych pomysłów. Im więcej uczniowie zgromadzą koncepcji rozwiązania problemu, tym lepiej. Pierwsze inicjatywy mogą pojawić się już na etapie analizy problemu. Należy je wtedy dołączyć do opracowanej listy.

Dopiero po ustaleniu zbioru pomysłów, można przejść do głębszego zastanowienia się nad każdym z nich – poszukiwać zalet i ograniczeń, szans i możliwych zagrożeń w kontekście rozwiązywanego problemu. Analiza zgromadzonych pomysłów winna zakończyć się demokratycznym głosowaniem nad wyborem jednego lub dwóch, które zespół projektowy będzie realizował.

Planowanie pracy

Gdy zespół wybierze już pomysł lub pomysły na rozwiązanie problemu, przystępuje do opracowania planu działania. Powinien on uwzględniać ustalenie zadań do wykonania, przypisanie im terminów wykonania i osób odpowiedzialnych za realizację oraz określać zasoby i oczekiwane rezultaty. Na tym etapie uczniowie muszą uwzględnić ewentualne ryzyko związane z realizacją poszczególnych zadań w projekcie i przyjąć strategię działania, które będą to ryzyko minimalizować. Plan działań winien być elastyczny i umożliwiać wprowadzanie modyfikacji lub nowych rozwiązań, które mogą pojawić się już w fazie realizacji projektu.

Na dalszych etapach pracy w projekcie bardzo pomaga łatwy dostęp do opracowanego planu, jak również do zgromadzonych zasobów. Warto zatem, aby zespół jeszcze w fazie planowania zastanowił się, gdzie zamieścić plan, aby był on w każdej chwili



Uczniowie SP nr 33 im. I.J. Paderewskiego w Kielcach prezentują projekt „Energia jądrowa – ekonomiczna czy ekologiczna?” podczas Świętokrzyskiego Forum Młodych Badaczy 2024

dostępny dla każdego członka zespołu, a nanoszone modyfikacje lub propozycje przez jednego z nich natychmiast docierały do pozostałych uczniów pracujących w projekcie. Kolejnym zagadnieniem, nad którym uczniowie powinni zastanowić się i je zaplanować, jest sposób dokumentowania pracy w projekcie.

Eksperymentowanie

To etap, w którym uczniowie przystępują do działania, czyli wdrażania swoich pomysłów w życie. Tutaj, korzystając z metody badawczej, będą poszukiwać odpowiedzi na postawione pytanie badawcze. Uczniowie powinni podejmować takie działania, jak: obserwacje, doświadczenia, eksperymenty, testowanie różnych pomysłów, podejść i rozwiązań. W ten sposób będą samoistnie wykorzystywać metodę prób i błędów, czyli naturalny sposób uczenia się. Zaprowadzi ich to do zweryfikowania postawionej hipotezy i ustalenia wniosków oraz budowania nowej wiedzy na drodze doświadczania. Jest to jednocześnie etap bezpośrednio związany z tworzeniem prototypu. Czasami dwa etapy – eksperymentowania i planowania – będą się ze sobą łączyć lub wzajemnie przenikać.

Tworzenie prototypu

Od etapu eksperymentowania należy przejść w naturalny sposób do pracy nad prototypem, którym mogą być: model, makieta, bu-

dowla, konstrukcja mechaniczna, aplikacja, usługa, urządzenie lub dowolny inny produkt. Istotne jest, aby prototyp był funkcjonalny i spełniał założone cele. W tym etapie uczniowie majsterkują, tworzą, projektują.

Testowanie i modyfikowanie

Aby otrzymać gotowy produkt spełniający określone wymagania, uczniowie przechodzą przez proces projektowania inżynierskiego, który jest procesem integracyjnym. Po stworzeniu produktu rozpoczynają jego testowanie pod kątem ustalonych warunków. Często praca uczniów nie kończy się testowaniem, przychodzi bowiem czas na wprowadzanie poprawek i ulepszeń. Czasami konieczny jest powrót do początków i ponownego przeanalizowania założeń, aby jak najlepiej dostosować produkt do potrzeb jego potencjalnych użytkowników.

Prezentacja projektu

Przedostatnim etapem pracy nad projektem jest jego publiczna prezentacja, podczas której uczniowie opowiadają o tym, co osiągnęli. Prezentacja może mieć różną formę i nie chodzi tutaj o prezentację multimedialną, lecz rzeczywiste wystąpienie uczniów przed publicznością. Uczniowie powinni przedstawić założenia swojego projektu, sposób pracy oraz efekt końcowy jego realizacji. Mogą się przy tym wspierać różnymi narzędziami i technikami prezentacyjnymi.

Ewaluacja projektu

Każdy projekt zakończy się refleksją. Uczniowie powinni ocenić, czy osiągnęli założone cele, zastanowić się, jakie problemy napotkali po drodze i co można by udoskonalić oraz jakie wyciągnęli wnioski z tego doświadczenia.

Dopiero po dokonaniu samooceny przez uczniów, nauczyciel może przekazać im informację zwrotną na temat zrealizowanego projektu i jego prezentacji. Nauczyciel powinien odnieść się do mocnych i słabych stron projektu, pokazać niewykorzystane możliwości oraz przekazać uczniom wskazówki do dalszej pracy.

Aby realizowany przez uczniów projekt był projektem STEAM, musi uwzględniać ideologię edukacji STEAM.

Mariola Kosztolowicz
nauczyciel konsultant ŚCDN

Science	Badanie świata przyrody ożywionej i nieożywionej. Wykorzystanie metody badawczej – formułowanie pytań badawczych, stawianie hipotez i ich weryfikowanie, formułowanie wniosków. Prowadzenie obserwacji, doświadczeń, swobodne eksperymentowanie. Wykorzystanie metody prób i błędów. Zdobywanie nowej wiedzy i umiejętności z zakresu nauk ścisłych i przyrodniczych, w tym edukacji globalnej
Technology	Wykorzystanie narzędzi cyfrowych na różnych etapach realizacji projektu
Engineering	Uczenie się przez działanie – od pomysłu po gotowy produkt. Metoda prób i błędów. Dobór odpowiednich materiałów i narzędzi niezbędnych do wykonania produktu. Wykonanie prototypu. Testowanie gotowego prototypu i wprowadzanie ewentualnych poprawek lub ulepszeń. Korzystanie z metody projektowania inżynierskiego
Art	Wykorzystywanie wyobraźni i kreatywności. Dbłość o estetykę i ergonomię
Mathematics	Rozwijanie umiejętności rozumowania, argumentowania i wnioskowania. Modelowanie matematyczne. Dokonywanie pomiarów. Zbieranie, krytyczna analiza i przetwarzanie danych. Wykorzystanie matematycznego aparatu obliczeniowego

Aplikacje i narzędzia informatyczne wspierające edukację STEAM

Czy szkoła kształci uczniów mogących dostosować się do dynamicznie zmieniającego się rynku pracy? Czy uczniowie mają pomysły na rozwój swojej kariery zawodowej?

W XXI w. nauczyciele i uczniowie mierzą się z ogromem informacji cechujących się różnorodnością oraz zwiększoną szybkością docierania do odbiorcy. Wydaje się, że wyczerpały się możliwości współpracy zespołowej i globalnej komunikacji. Rodzą się naturalne pytania, jak wygląda szkoła, uczniowie oraz nauczyciele w rozwijającej się rzeczywistości. Odpowiedzi możemy znaleźć w modelu pracy metodą STEAM, gdzie zacierają się granice uczeń-nauczyciel, wynalazca-konstruktor. Na różnych etapach realizacji pracy przez doświadczenie, pracy badawczej, te relacje – kto kogo uczy, kto od kogo czerpie wiedzę – zanikają.

Istotnym elementem, niejako spoiwem w środowisku pracy, okazuje się technologia, którą możemy interpretować jako narzędzia – smartfony, tablety, laptopy, komputery stacjonarne, drukarki, drukarki 3D, okulary VR, rzutniki, tablice interaktywne oraz oczywiście nieodzowne oprogramowanie w postaci systemów operacyjnych, programów i aplikacji umożliwiających komunikację oraz pracę.

„Jednym z kluczowych założeń STEAM jest przekonanie, że nauka i sztuka są ze sobą ściśle powiązane

Najnowszym osiągnięciem technologii cyfrowej jest sztuczna inteligencja. Interakcja człowiek-maszyna może usprawnić podejmowanie decyzji w różnych dziedzinach. W edukacji wykorzystanie AI to nowe korzyści i ograniczenia w procesie nauczania i uczenia się. Jedną z głównych zalet jest szybkość odpowiedzi na nurtujące nas pytanie, natomiast minusem okazuje się brak doświadczenia, badania i omyłek w dojściu do właściwej odpowiedzi. Uczniowie są z natury ciekawi wiedzy, odkryć, eksperymentów oraz wynalazków. Nauczyciele powinni pomóc swoim podopiecznym w odkrywaniu i w doświadczeniu. Eksperymentowanie wiąże się często z pomyłkami, błędami oraz niepowodzeniami, które mogą uczniów zmotywować do dalszego działania i zaangażowania w proces osiągnięcia zamierzonego celu.

Oczywistą jest możliwość wykorzystania modelu językowego, takiego jak ChatGPT, do generowania tekstu i wyszukiwania odpowiedzi oraz aplikacji DALL-E jako generatywnego modelu AI zdolnego do tworzenia obrazów na podstawie tekstu.

Programy stosowane w modelu STEAM

Każdego dnia w Internecie pojawiają się nowe aplikacje, programy i zasoby, które mogą być wykorzystywane w procesie na-

uczania i uczenia się. Nieodzownym elementem pozostaje wciąż samokształcenie i wyszukiwanie informacji w sieci oraz dzielenie się nowinkami ze społecznością szkolną.

Dobra praktyka

Przykładem wykorzystania modelu pracy STEAM okazują się działania podejmowane przez zespoły uczestniczące w kolejnych – dwunastu – edycjach projektu „Szybuj bezpiecznie w internetowej chmurze” realizowanego przez Świętokrzyskie Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Kielcach. Zagadnienia związane z mądrym i bezpiecznym użytkowaniem zasobów internetowych pozostają wciąż ważnym elementem edukacji dzieci i młodzieży. We współczesnym świecie, w którym dostęp do nowoczesnych technologii oraz do sieci internetowej stał się powszechny, jednym z kluczowych działań szkół i placówek edukacyjno-wychowawczych powinno być zapobieganie ryzykownym zachowaniom w sieci internetowej oraz ich konsekwencjom. To nie tematyka projektu jest kluczowym elementem realizacji modelu STEAM a sposób jego realizacji. Jeden z elementów projektu stanowi konkurs podzielony na trzy kategorie:

- dla uczniów szkół podstawowych klas I–III; w edycji 2024 r. uczestnicy przygotowali prace plastyczne pod hasłem „Komputery są bezpieczne – do nauki użyteczne”;
- dla uczniów szkół podstawowych klas IV–VIII; w ostatniej edycji przygotowali prezentacje na temat „Internet jest na całym świecie – a świat cały w Internecie”;
- dla uczniów szkół ponadpodstawowych; w roku szkolnym 2023/2024 uczestnicy opracowali spoty reklamowe na temat „Lepszy Internet zależy od Ciebie”.

Praca przy realizacji projektu to odwrócenie tradycyjnego podejścia do nauczania. Uczeń przestaje być biernym odbiorcą wiedzy podawanej przez nauczyciela. Staje się naukowcem, konstruktorem, odkrywcą i inżynierem. Jednym z kluczowych założeń STEAM jest przekonanie, że nauka i sztuka są ze sobą ściśle powiązane. Wykorzystywanie sztuki w kształceniu naukowych i technologicznych przedmiotów pozwala uczniom na ekspresję swojej kreatywności i odkrywanie własnych talentów.

Praca nauczyciela w ramach realizacji projektu „Szybuj bezpiecznie w internetowej chmurze” jest dynamiczna. Wymaga zaangażowania, ale stwarza też możliwości sprzyjające rozwojowi kompetencji prowadzącego. Nauczyciel odgrywa kluczową rolę w inspiracji i wsparciu uczniów w odkrywaniu, eksplorowaniu, tworzeniu w dziedzinach naukowych, technologicznych, inżynierskich, artystycznych i matematycznych. Poprzez generowanie zintegrowanych

Etapy realizacji	Narzędzia online, aplikacje komputerowe i mobilne, programy, strony WWW
Analiza problemu, który należy rozwiązać	• tematyczne strony internetowe do znalezienia poprzez wyszukiwarki internetowe, np.: Google, Bing, Yahoo!, DuckDuckGo, YANDEX
Generowanie pomysłów na rozwiązanie problemu	• przeprowadzenie burzy mózgów: Mentimeter, Padlet, Lino, Jamboard • zapisywanie pomysłów czy tworzenie listy pomysłów: XMind • głosowanie – demokratyczny wybór najlepszego pomysłu: Kahoot, Mentimeter, AnswerGarden, Microsoft Forms, Formularze Google
Planowanie pracy	• tworzenie planów lub harmonogramów: XMind, Creately • terminarze/kalendarze: Padlet, MindMeister • dokumentowanie pracy w projekcie: Lino, Bubbl.us • zbieranie, gromadzenie informacji, zdjęć i innych materiałów: OneDrive, Dysk Google, iCloud, WeTransfer, Dropbox
Eksperymentowanie i nabywanie nowej wiedzy	• mapy myśli: Bubbl.us, XMind • przeprowadzanie symulacji online: Chemix.org, Geogebra • przeprowadzanie doświadczeń online: PhET – Interactive Simulation • dokonywanie pomiarów poziomu hałasu: miernik dźwięku Google • dokonywanie pomiarów zanieczyszczenia powietrza: aplikacja mobilna „Jakość powietrza w Polsce” Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska • zbieranie danych, ich analiza i prezentacja: Excel
Tworzenie prototypu	• projektowanie 2D: DRAFTCAD • projektowanie 3D: TinkerCAD, Vectary, Kazaplan, SketchUp, Meshmixer, FreeCAD, • tworzenie aplikacji, stron internetowych: Mobirise, WordPress • tworzenie ulotek, reklam, broszur, książek, albumów: Canva, Desygner, Scribus, GIMP. • tworzenie muzyki: GarageBand, Qtractor, LMMS, Audacity, Ardour, DarkWave Studio, Hydrogen, SoundBridge • modelowanie: TinkerCAD, Vectary, Kazaplan, SketchUp, Meshmixer, FreeCAD
Testowanie prototypu i jego ewaluacja	• narzędzia zaproponowane w rubryce dotyczącej tworzenia prototypu
Prezentacja projektu	• obróbka zdjęć: Paint, GIMP, Inkscape, Movavi Photo Editor, Canva, PhotoScape, Pixlr • montaż filmów: Canva • przygotowywanie ciekawych prezentacji: Prezi, Canva, PowerPoint, Padlet • promocja zrealizowanego projektu: Sway
Ewaluacja projektu	• ewaluacja, samoocena, poszukiwanie mocnych i słabych stron: Zadania, Planner

projektów, stymulowanie kreatywności, wykorzystywanie technologii i uwzględnianie indywidualnych potrzeb uczniów, nauczycieli przyczynia się do rozwoju umiejętności i pasji uczniów oraz przygotowuje ich do przyszłości.

W bardzo dużym zbiorze edukacyjnych modeli i sposobów nauczania jest wiele rozwiązań, które sprzyjają procesowi uczenia się oraz sprawdzania efektów nauczania. Zasadą pracy w realizacji projektu jest założenie: „Ten model edukacji integruje wiedzę i narzędzia z różnych dziedzin. Stosowanie modelu STEAM umożliwia uczniom interdyscyplinarne podejście do zagadnienia-problemu, obserwowanie, stawianie hipotez, planowanie eksperymentów i ich realizację, a na koniec dyskusję uzyskanych efektów oraz ich prezentację w grupie. Dzięki temu uczniowie dowiadują się, że nauka to odkrywanie i wyjaśnianie obiektywnie istniejącej rzeczywistości za pomocą tworzenia hipotetycznych modeli i ich testowania. Uczniowie stają się badaczami rzeczywistości i otwierają się na nowe sposoby postrzegania badanych zjawisk i mechanizmów. Wartością dodaną modelu zajęć STEAM

jest uczenie się współpracy zamiast konkurowania z innymi oraz umiejętności budowania interakcji w zespole. Warto dodać, że takie kompetencje przygotowują uczniów do przyszłej pracy¹.

Zachęcamy nauczycieli do obserwowania strony internetowej Świętokrzyskiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Kielcach², na której są zamieszczane najnowsze informacje o realizacji projektów i konkursów.

Tomasz Sokołowski
nauczyciel konsultant SCDN

¹ Za: T. Ordza, *Od metodyki science do praktyki STEAM w projekcie „BIRD-net” realizowanym za pomocą narzędzi eTwinning* [online:] <https://www.czasopismobiologia.pl/artukul/od-metodyki-science-do-praktyki-steam-w-projekcie-birdnet-realizowanym-za-pomoca-narzedzi-etwinning> (dostęp: 19 września 2024).

² Świętokrzyskie Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Kielcach [online:] <https://samorząd.gov.pl/web/scdn-kielce> (dostęp: 27 czerwca 2024).

Wykorzystanie sprzętu zakupionego w ramach programu Laboratoria Przyszłości do realizacji zajęć STEAM

W jaki sposób wykorzystać na lekcjach wyposażenie zakupione w ramach programu Laboratoria Przyszłości? Jak przeprowadzać STEAM-owe projekty edukacyjne z zastosowaniem sprzętu z programu Laboratoria Przyszłości?

Laboratoria Przyszłości to program edukacyjny zrealizowany przez Ministerstwo Edukacji i Nauki we współpracy z Centrum GovTech w Kancelarii Prezesa Rady Ministrów. Założeniem programu było: wsparcie szkół podstawowych w kształceniu wśród uczniów kompetencji przyszłości z zakresu STEAM, czyli integracja nauki, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki; wyrównanie szans edukacyjnych uczniów w całej Polsce i zapewnienie im warunków do rozwoju kompetencji przyszłości; interdyscyplinarność procesu dydaktycznego; innowacyjność procesu dydaktycznego; zwiększenie atrakcyjności zajęć. Realizację założonych celów zapewniał powszechny dostęp do nowoczesnych technologii w szkołach.

W koncepcji programu m.in. uwzględniono model skandynawski, w którym uczniowie od najmłodszych klas kształcą umiejętności praktyczne, mając dostęp do różnego rodzaju sprzętu i narzędzi, co z kolei ma wpływ na ich efektywniejsze przygotowanie do wejścia na rynek pracy w późniejszych latach.

Z możliwości doposażenia w nowoczesne pomoce dydaktyczne skorzystało 94 proc. szkół podstawowych w całym kraju. We wszystkich placówkach powstały nowoczesne Laboratoria Przyszłości lub pracownie STEAM. Sprzęt, który został zakupiony, to m.in.: drukarki 3D z akcesoriami, roboty edukacyjne, mikrokontrolery z sensorami, wzmacniaczami, płytkami prototypowymi, stacje lutownicze do mikrokontrolerów, gogle VR, a także sprzęt do nagrań, do nauki prezentacji osiągnięć uczniów – kamery, mikrofony, oświetlenie.

Wykorzystanie zakupionego sprzętu w edukacji

Nowoczesny sprzęt może być wykorzystywany na każdym przedmiocie, w szczególności na zajęciach związanych z nauką, technologią, inżynierią, sztuką i matematyką oraz podczas zajęć pozalekcyjnych. Jego zastosowanie pozwoli nauczycielom w rozwijaniu zainteresowań zawodowych uczniów, w odkrywaniu ich pasji i talentów. Poprzez zabawę, eksperymentowanie, tworzenie prototypów, uczniowie uczą się kreatywnego myślenia, rozwijają logiczne myślenie czy myślenie przyczynowo-skutkowe, szukają konstruktywnych rozwiązań problemów z najbliższego otoczenia lub takich, które ich interesują. W pracy zespołowej uczą się komunikacji, umiejętności negocjacji oraz dochodzenia do wspólnych wniosków. Wykorzystanie metodologii STEAM pozwala lepiej przygotować młodych ludzi do pracy w zawodach przyszłości,

których w tej chwili nawet eksperci nie potrafią określić i nazwać. Zapraszam do zapoznania się z wybranymi przykładami wykorzystania nowoczesnego sprzętu w edukacji.

Science

- mikroskopy – cieszą się dużym zainteresowaniem ze strony uczniów, dlatego mogą zostać wykorzystane do rozbudzania ich ciekawości naukowej; ułatwiają samodzielne prowadzenie badania otaczającego świata, a poprzez obserwację mikroświata rozwijania docieklivosti naukowej i postaw badawczych; uczniowie mogą obserwować mikroorganizmy, komórki, tkanki i inne struktury biologiczne, badać procesy życiowe, np. fotosyntezę, mitozę czy mejozę, dokonywać analizy kryształów, struktury materiałów, takich jak: metale, ceramika czy tworzywa sztuczne; mikroskopy cyfrowe pozwalają na obserwację w czasie rzeczywistym na ekranie komputera;
- czujniki temperatury i wilgotności – pozwalają na zbieranie danych do analizy klimatu, warunków pogodowych najbliższego otoczenia; mogą posłużyć do przeprowadzania prostych eksperymentów związanych z temperaturą i wilgotnością, np. uczniowie mogą zbadać, jak różne warunki wpływają na wilgotność powietrza w klasie; mogą być wykorzystane do budowy przez uczniów własnych stacji pogody z czujnikami temperatury i wilgotności, z których potem zbiorą dane do analizy; mogą pomóc w badaniach związanych z ekosystemami, np. z monitorowaniem temperatury i wilgotności w różnych środowiskach (w lesie, na łące) i analizowaniem ich wpływu na organizmy żywe;
- spektrometry – umożliwiają analizę widma światła lub innych fal elektromagnetycznych oraz identyfikację substancji chemicznych; można wprowadzić uczniów w świat spektrometrii optycznej; badać widma absorpcji, emisji lub rozpraszania światła przez różne substancje; dokonywać identyfikacji pierwiastków, analizy składu chemicznego próbek czy badania reakcji chemicznych; badać widma światła widzialnego emitowanego przez różne źródła, takie jak: światło słoneczne, lampy sodowe, diody LED; uczniowie mogą dowiedzieć się, dlaczego niektóre substancje wykazują konkretne kolory i jak spektrometry pomagają w tych badaniach; spektrometry mogą pomóc w analizie składu substancji, takich jak: próbki wody, gleby, żywności; uczniowie mogą dowiedzieć się, jak spektrometry UV, VIS i IR pozwalają na identyfikację i ilościową analizę różnych związków



Programowanie Ozobota z wykorzystaniem puzzli AR

chemicznych; można wykorzystać spektrometry do badania atmosfery; uczniowie mogą analizować widma absorpcji gazów atmosferycznych, takich jak dwutlenek węgla czy ozon, aby zrozumieć ich wpływ na klimat i środowisko; samodzielnie projektować i przeprowadzać eksperymenty z wykorzystaniem spektrometrów; może to być zarówno nauka o technologii, jak i nauka o konkretnych zjawiskach przyrodniczych;

- teleskopy – pozwalają na obserwację nieba i naukę astronomii; można je wykorzystać do badań Księżyca (jego powierzchni, kraterów, gór), planet, gwiazd o różnej jasności, mgławic (takich jak Mleczna Droga), odległych galaktyk i innych obiektów kosmicznych; uczniowie mogą śledzić ruch planet, odkrywać ich księżyce i obserwować zjawiska astronomiczne, takie jak zaćmienia Słońca czy Księżyca. Z pewnością wykorzystanie teleskopu pomoże uświadomić uczniom skalę Wszechświata oraz może zainspirować ich do samodzielnych, uważnych obserwacji nocnego nieba;
- gogle wirtualnej rzeczywistości (VR) – pomagają zrozumieć najbardziej skomplikowane procesy, zjawiska i prawa; można je zobaczyć i „dotknąć”; dzięki nim uczniowie mają możliwość przeprowadzenia różnych eksperymentów i symulacji w bezpiecznym środowisku, np. analizowania reakcji chemicznych w wirtualnym laboratorium; mogą przenieść się w różne miejsca na świecie, które są niedostępne w rzeczywistości, np. obejrzeć „z bliska” i doświadczyć krajobrazu wysokogórskiego Himalajów czy krajobrazu lodowej pustyni na Antarktydzie, bez wychodzenia z klasy; gogle VR umożliwiają poznanie budowy organizmu człowieka, narządów wewnętrznych z różnych perspektyw, „wejście” do wybranych narządów, np. serca, żołądka, mózgu, płuc czy też obserwację trójwymiarowych animacji pokazujących przebieg procesów fizjologicznych; uczniowie mogą także odbywać wirtualne podróże po całym świecie, zwiedzać muzea, galerie sztuki, poznawać kraje, miasta.

Technology

- drukarka 3D – znajduje się w każdej szkole, która przystąpiła do programu; pozwala rozwijać umiejętności uczniów w zakresie projektowania i programowania modeli, prototypów i elementów mechanicznych w programach do projektowania 3D, a potem ich drukowanie; mogą to być, np.: modele planet, różnych części ciała, form terenu, historycznych budynków, DNA, elementy urządzeń, maszyny, drobne elementy

architektoniczne, a nawet elementy biżuterii; na geometrii nauczyciele mogą wykorzystać drukarki 3D do tworzenia modeli geometrycznych, takich jak: bryły przestrzenne, wielościany, figury symetryczne; uczniowie mogą zobaczyć te modele jako trójwymiarowe, co pomaga w zrozumieniu abstrakcyjnych pojęć geometrycznych; drukując sześciąt, uczniowie mogą zobaczyć, jak wygląda przestrzenie, jakie ma krawędzie, wierzchołki i ściany; druk 3D można łączyć z robotyką, tworząc interaktywne modele; uczniowie mogą zbudować i zaprogramować prostego robota, który wykorzystuje wydrukowane elementy; projektując i programując, uczniowie rozwijają kreatywność i nieszablonowe myślenie;

- roboty edukacyjne – pozwalają na naukę programowania i inżynierii, rozwijanie wielu umiejętności: posługiwanie się językiem programowania, logicznego i krytycznego myślenia, rozwiązywania problemów, myślenia komputacyjnego oraz współpracy i pracy w grupie; roboty edukacyjne mogą być wykorzystywane na każdym etapie kształcenia; różne poziomy trudności aplikacji do programowania pozwalają korzystać z nich nawet dzieciom w przedszkolu; jednym z najbardziej znanych i lubianych robotów edukacyjnych jest robot Photon EDU – bardzo intuicyjny w obsłudze; może on zostać tak zaprogramowany, aby pokonywać zaplanowaną trasę, wykonywał różne zadania; może być wykorzystywany do wprowadzania podstawowych pojęć, takich jak: kolory, zwierzęta, figury geometryczne, wyjaśniania pojęć związanych z ekologią; Photon EDU doskonale sprawdza się także w grach mających na celu utrwalanie wiadomości z matematyki, np. działań matematycznych i zapamiętywania liczb; istnieje wiele gotowych scenariuszy zajęć i ćwiczeń dostępnych online, które można wykorzystać w pracy z robotem Photon EDU.

Engineering

- klocki do samodzielnej konstrukcji – dają uczniom nieograniczone możliwości tworzenia modeli urządzeń, budynków, obiektów architektonicznych, dodatkowo zapewniając możliwość stopniowania trudności ćwiczeń; uczniowie mogą budować modele i rozwiązywać problemy konstrukcyjne; mogą zbudować własne roboty, co pozwoli im na zdobycie umiejętności w dziedzinie inżynierii i programowania; klocki mogą być wykorzystane zarówno w trakcie zajęć grupowych, jak i indywidualnych; ich stosowanie zachęca uczniów do odkrywania świata nauki poprzez eksperymenty, rozwija kreatywność, wyobraźnię przestrzenną, uczy rozwiązywania problemów;
- mikrokontrolery z czujnikami – to małe komputery, które można programować; pozwalają na eksperymentowanie z elektroniką; dzięki nim uczniowie mogą tworzyć projekty, podłączając różne elementy elektroniczne, takie jak: diody LED, wyświetlacze, przyciski, silniczki; to doskonały sposób na naukę programowania (zwłaszcza w języku Arduino) oraz zrozumienie podstaw elektroniki; uczniowie mogą tworzyć różne projekty, np. wykorzystując mikrokontroler, mogą stworzyć własny zegarek cyfrowy, stację pogodową czy prostego robota; dzięki mikrokontrolerom uczniowie mają możliwość tworzenia własnych pomysłów i eksperymentowania, co ma wpływ na rozwijanie kreatywności i umiejętności rozwiązywania problemów;
- układy elektroniczne – można wykorzystać na wiele różnych sposobów; interesują uczniów, ponieważ występują w wielu urządzeniach, z których oni codziennie korzystają, takich jak: komputery, telefony, telewizory; łączą w sobie elementy fizyki, matematyki, informatyki i inżynierii; uczniowie mogą projektować i budować prostą elektronikę, np. układy świetlne lub

dźwiękowe, przeprowadzać eksperymenty – badać zachowanie kondensatorów, rezystorów czy tranzystorów.

Art

- gogle wirtualnej rzeczywistości (VR) – umożliwiają tworzenie trójwymiarowych dzieł sztuki w wirtualnej przestrzeni; uczniowie mogą tworzyć wirtualne projekty artystyczne, malować wirtualne obrazy, używając gestów i ruchów, wybierać różne pędzle, kolory i efekty, tworząc unikatowe kompozycje; młody artysta może stworzyć wirtualną galerię, w której zaprezentuje swoje prace; gogle VR pozwalają na eksperymentowanie z przestrzenią i z formą poprzez tworzenie niemożliwych w rzeczywistości konstrukcji, abstrakcyjnych form czy surrealistycznych krajobrazów; wirtualna rzeczywistość otwiera nowe możliwości dla artystów, pozwalając na tworzenie nieograniczonych wizji i doświadczeń;
- długopis 3D – pozwala na rysowanie trójwymiarowych obiektów; jego zaletą jest prostota działania i możliwość użytkowania bez zasilania sieciowego; do zorganizowania zajęć z modelowania 3D wystarczy filament w dowolnym kolorze, długopis 3D i projekt lub zdjęcie modelu, który uczniowie będą mieli za zadanie odtworzyć na zajęciach; to sprawia, że lekcję można zorganizować w zaledwie kilka minut; dzięki modelowaniu 3D można rozwijać u uczniów kreatywność i wyobraźnię przestrzenną oraz umiejętności manualne; praca z długopisami 3D uczy cierpliwości;
- tablety graficzne – pozwalają na tworzenie cyfrowych ilustracji, animacji i grafik, precyzyjne rysowanie, malowanie i tworzenie cyfrowych dzieł sztuki za pomocą pióra lub palca; tablet graficzny może być używany do edycji zdjęć; niektóre tablety graficzne mają funkcje 3D, które pozwalają na tworzenie trójwymiarowych modeli i animacji; to przydatne narzędzie dla artystów pracujących w przestrzeni trójwymiarowej; dzięki tabletom graficznym można tworzyć komiksy i inne formy ilustrowanej narracji; piórko ułatwia rysowanie detali i wyrazistej linii; tablet graficzny może być również używany jako cyfrowy notes do tworzenia odręcznych szkiców;
- aparat fotograficzny – jest jednym z narzędzi, które uczniowie mogą wykorzystać do nauki fotografii, obróbki zdjęć czy tworzenia materiałów wizualnych; może być wykorzystany do wykonania serii zdjęć dokumentujących przebieg eksperymentu, zjawisk przyrodniczych, np. zmiany pogody, wzrostu roślin, nieba nocą podczas obserwacji astronomicznych; aparat fotograficzny można wykorzystać także do dokumentowania przyrody, badania różnorodności gatunków roślin i zwierząt; jego zastosowanie zachęci uczniów do eksperymentowania, odkrywania i kreatywności;
- kamery i oprogramowanie do montażu wideo – pomagają rozwijać i doskonalić umiejętności artystyczne uczniów – tworzyć filmy, animacje, reklamy czy teledyski; filmy dokumentalne i fabularne mogą być częścią szkolnych projektów STEAM; kamery mogą być wykorzystane do transmitowania na żywo wydarzeń szkolnych, takich jak: koncerty, wystawy czy debaty.

Mathematics

- symulatory matematyczne – pozwalają na wizualizację, a poprzez to lepsze zrozumienie abstrakcyjnych pojęć matematycznych; dzięki nim uczniowie mogą eksperymentować z funkcjami, równaniami i geometrią, zmieniać parametry i je obserwować; symulatory pozwalają także na rozwiązywanie zadań w praktyce, testowanie różnych strategii i sprawdza-

nie, jak zmiany wpływają na wyniki; dzięki nim nauka staje się ciekawa; w niektórych dziedzinach, takich jak inżynieria czy ekonomia, symulacje są często stosowane; uczniowie, którzy wykorzystują symulatory do nauki, rozwijają kompetencje przyszłości i mogą lepiej przygotować się do pracy zawodowej;

- interaktywne tablice matematyczne – ułatwiają wyjaśnianie pojęć matematycznych i rozwiązywanie problemów; uczniowie projektują i programują aplikacje matematyczne, które z kolei pomagają w zrozumieniu różnych koncepcji matematycznych; mogą służyć do analizy danych, wizualizacji abstrakcyjnych pojęć matematycznych.

Wybrane przykłady wykorzystania sprzętu zakupionego w ramach programu Laboratoria Przyszłości zostały zaprezentowane z uwzględnieniem STEAM-owych dziedzin. Warto nadmienić, że niektóre narzędzia trudno jednoznacznie przyporządkować do danego obszaru STEAM. Wszystko zależy od tematyki i sposobu realizacji projektu edukacyjnego, np. gogle wirtualnej rzeczywistości możemy wykorzystać zarówno w obszarze nauki, jak i sztuki. Drukarka 3D została zaprezentowana w artykule w obszarze technologii, ale na pewno można ją także ująć w obszarze inżynierii. Każda rzecz wydrukowana na drukarce, musi być najpierw zaprojektowana. Podobną rolę pełnią roboty edukacyjne czy długopisy 3D, które pozwalają na naukę programowania i inżynierii.

Korzyści dla uczniów

Wykorzystanie sprzętu zakupionego w ramach programu Laboratoria Przyszłości do realizacji STEAM-owych projektów edukacyjnych przynosi wiele korzyści dla uczniów. Przede wszystkim młodzi ludzie doskonalą kompetencje przyszłości. Dzięki dostępowi do nowoczesnego sprzętu rozwijają praktyczne umiejętności z obszarów nauki, technologii (m.in. programowania), inżynierii (m.in. projektowania), sztuki i matematyki. To przygotowuje ich na wyzwania XXI w. Ciekawie prowadzone zajęcia z zastosowaniem nowoczesnego sprzętu zwiększają motywację do nauki, wpływają na zainteresowanie tematem i zaangażowanie uczniów podczas lekcji, a tym samym na podniesienie wyników w procesie kształcenia. Tworzenie projektów edukacyjnych z wykorzystaniem sprzętu zakupionego w ramach programu zachęca do współpracy pomiędzy uczniami, pomaga w rozwijaniu kreatywności i myślenia „poza schematami”. Uczniowie, tworząc i realizując projekty integrujące naukę, technologię, inżynierię, sztukę i matematykę, uczą się rozwiązywania problemów bez podziału na przedmioty. Sprzyja to doskonaleniu interdyscyplinarności. Wykorzystanie nowoczesnych technologii w szkołach może przyczynić się do podejmowania innowacyjnych działań w edukacji.

Netografia

- Jak wykorzystać technologię VR i AR w procesie edukacji?* [online:] <https://edutapia.pl/jak-wykorzystac-technologie-vr-i-ar-w-procesie-edukacji/>.
- Katalog wyposażenia podstawowego. Laboratoria Przyszłości* [online:] <https://www.laboratoriaprzyszlosci.edu.pl/wyposazenie-podstawowe-katalog/>.
- Laboratoria Przyszłości* [online:] <https://www.gov.pl/web/laboratoria>.
- Pracownia STREAM. Interdyscyplinarność w edukacji* [online:] <https://www.laboratoriaprzyszlosci.edu.pl/pracownia-steam/>.
- Szkolne Laboratoria Przyszłości. Gotowe pomysły na wykorzystanie sprzętu podczas pracy z uczniami* [online:] <https://www.aktywnynauczyciel.pl/wiedza-szkolne-laboratoria-przyszlosci>.

Ewa Kwiecień
nauczyciel konsultant ŚCDN

STEAM-ujmy świat z uczniami

Fot. M. Głębocka



Uczniowie i nauczyciele Szkoły Montessori Kompas w Kielcach z dyrektką i nauczycielami konsultantami ŚCDN podczas Świętokrzyskiego Forum Młodych Badaczy 2024

Do szkół uczęszcza dziś pokolenie uczniów, których nawyki ukształtowała technologia. To ona zmieniła ich styl pracy, nauki i codzienne funkcjonowanie. Współczesna edukacja, wykorzystując nowe rozwiązania dydaktyczne, ma pomóc w przygotowaniu młodych ludzi do radzenia sobie z tymi wyzwaniami.

Dzisiejszy system kształcenia nie koncentruje się w wystarczającym stopniu na uczeniu dzieci rozwiązywania rzeczywistych problemów i nie jest interdyscyplinarny. Zamyka się w sztucznej ramie standardów i zasad. Nauka na pamięć, przygotowywanie się „pod testowanie”, podające metody nauczania, izolacja wiedzy oraz umiejętności w zakresie przedmiotowym, są dokładnie tym, czego współczesny świat nie potrzebuje.

A gdyby tak...

Warto wyobrazić sobie szkołę, w której dzieci pracują twórczo w otwartych przestrzeniach edukacyjnych, realizują innowacyjne projekty, tworzą wynalazki, poprzez doświadczenia poznają otaczający je świat. Wyobraźmy sobie szkołę, do której uczniowie przychodzą nie po to, aby zrealizować kilka godzin lekcyjnych w wyizolowanych blokach przedmiotowych, ale placówkę edukacyjną, w której młodzi ludzie mogą zmierzyć się z realną sytuacją, poznawać świat, równocześnie poznając siebie. W takiej szkole problem, który rozwiążą uczniowie, pozwoli zdobyć im wiedzę z zakresu różnych przedmiotów oraz kompetencje przyszłości.

Dlaczego STEAM?

Praca w modelu STEAM sprawdza się w rozwijaniu ciekawości u uczniów na każdym poziomie edukacyjnym. Stanowi doskonały sposób kształcenia niezależnie od tego, jaki zawód uczniowie wybiorą w przyszłości. Rozwija bowiem krytyczne myślenie, uczy

rozwiązywania problemów oraz wielu innych umiejętności, które mogą być potrzebne przez całe życie. Praca metodą STEAM pozwala uczyć się efektywnie, zadawać pytania, eksperymentować i tworzyć, integrując jednocześnie pięć bloków przedmiotowych, jest sposobem edukacji, którego potrzebujemy.

Zajęcia STEAM to aktywności, podczas których uczniowie nie tylko zdobywają nowe kompetencje i poszerzają wiedzę w zakresie przyrody, technologii, inżynierii, sztuki, matematyki, ale także czas, kiedy uczą się łączyć wiedzę teoretyczną z działaniem w realnym środowisku, w którym różne dziedziny nauki wzajemnie się przenikają i uzupełniają. Poprzez analizę realnych problemów, twórcze poszukiwanie sposobów ich rozstrzygnięcia, ćwiczenia możliwości wykorzystania różnorodnych narzędzi, zarówno cyfrowych, jak i analogowych, uczniowie samodzielnie tworzą rozwiązania. Realizując projekt STEAM, uczą się od siebie wzajemnie, zdobywają nową wiedzę i umiejętności. Zajęcia dają dzieciom przestrzeń do pracy twórczej, ekspresji artystycznej, projektowania, programowania, dochodzenia do realizacji pomysłów własną drogą.

Lekcje oparte na modelu STEAM to także współpraca nauczycieli. Jej celem jest integracja umożliwiająca zrozumienie związków między matematyką, przedmiotami przyrodniczymi, technicznymi i artystycznymi oraz nowymi technologiami. Tematy zajęć można dobierać w zależności od potencjału uczniów, ich zaawansowania w pracy projektowej, dotychczasowych doświadczeń, bazy dydaktycznej szkoły, poziomu edukacyjnego.

Renata Pela
doradca metodyczny ŚCDN

Nowe trendy w edukacji wczesnoszkolnej

Dorośli nigdy nie rozumieją niczego sami
i dzieci bardzo muszą konieczność stałego objaśniania.
A. de Saint-Exupery

Małe dzieci z natury są bardzo ciekawe tego, czego doświadczają i co obserwują w swoim otoczeniu. Niezwykle chętnie odkrywają świat i jego tajemnice. Zadają niezliczone pytania, poszukując odpowiedzi na ciągle „dlaczego?” Ta niesamowita ciekawość i niedosyt informacji są charakterystyczne dla dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym, szczególnie wtedy, kiedy mają warunki do badania, doświadczania i eksperymentowania.

Większość nauczycieli pracujących w przedszkolu i w klasach młodszych dostrzega tego rodzaju potrzeby edukacyjne dzieci i między innymi dlatego szuka rozwiązań sprzyjających ich zaspakajaniu. Jedną z ciekawszych propozycji do pracy z dziećmi zarówno w przedszkolu, jak i w klasach młodszych, jest edukacja STEAM, która pozwala nauczycielom podążać za zmianami i nowatorskimi rozwiązaniami w metodyce nauczania klas młodszych oraz za nowościami w dziedzinie technologii. Ponadto sprzyja przygotowaniu uczniów klas I–III do nabywania różnorodnych kompetencji przyszłości, w tym kompetencji 4K, czyli umiejętności kooperacji, krytycznego myślenia, komunikacji i kreatywności zgodnie z możliwościami i zainteresowaniami najmłodszych.

Edukacja STEAM w edukacji wczesnoszkolnej oferuje możliwość eksperymentowania, angażowania się w projekty dotyczące tego, co wchodzi w zakres zainteresowań dzieci, gdyż zaspakaja ich naturalną ciekawość poznawczą. Poprzez zabawę w poszukiwanie, dociekanie czy konstruowanie z wykorzystaniem różnych metod i narzędzi, dzieci mogą zrozumieć funkcjonowanie niekiedy skomplikowanych koncepcji naukowych i technicznych. Docierają do interesujących je informacji, które wykorzystują do tworzenia własnych modeli i projektów. Stają się otwarte na nowości i gotowe do stawiania trudnych pytań. Taka nauka połączona z zabawą wszechstronnie rozwija dziecko zarówno w obszarze działań matematyczno-przyrodniczych, technologicznych, jak i nauk humanistycznych.

Trudności sygnalizowane przez nauczycieli edukacji wczesnoszkolnej

Metodologia STEAM nie jest zupełnie nowym rozwiązaniem z punktu widzenia metodyki pracy w klasach I–III. To model oparty na interdyscyplinarnym nauczaniu stanowiącym również istotę edukacji zintegrowanej jako formy uczenia się na pierwszym

Ograniczenia czasowe	Realizacja zajęć zintegrowanych opartych na modelu STEAM nie tylko uwzględnia wymagania szczegółowe zawarte w podstawie programowej edukacji wczesnoszkolnej takich obszarów edukacyjnych, jak: przyroda, matematyka, informatyka, plastyka, technika, ale także może być uzupełniana o inne, np. z zakresu edukacji polonistycznej czy społecznej
Trudności organizacyjne – praca w systemie lekcyjnym	STEAM jest modelem edukacyjnym o charakterze interdyscyplinarnym, co stanowi odpowiednik formy zajęć zintegrowanych zalecanych w podstawie programowej edukacji wczesnoszkolnej
Brak przestrzeni i odpowiedniego wyposażenia w sprzęt, narzędzia i materiały niezbędne do realizacji zajęć STEAM	Organizacja przestrzeni do prowadzenia zajęć zintegrowanych w dużej mierze zależy od inwencji nauczyciela. Najbardziej optymalne rozwiązanie to przygotowanie stolików do pracy w grupach tak, aby umożliwić uczniom wspólne działanie. Z korzyścią dla uczniów będzie również wyodrębnienie kącia badawczego, w którym można sukcesywnie gromadzić przyrządy i materiały do prowadzenia zajęć metodą naukową. Materiały kompletowane przez nauczyciela zależą od tematyki podejmowanej podczas zajęć. Prowadzący może poprosić o to również uczniów
Niewystarczające umiejętności nauczycieli w tym zakresie	Nauczyciele edukacji wczesnoszkolnej powinni częściej organizować zajęcia w formie zintegrowanej z uwzględnieniem pracy w grupach. To doświadczenie sprawi, iż sami nabiorą pewności w prowadzeniu zajęć metodą STEAM. Jednym z istotnych aspektów doskonalenia jest poszerzanie wiedzy z wybranych dziedzin, aby odpowiednio pokierować pracą uczniów
Zróżnicowany poziom umiejętności uczniów	Praca w grupach i forma zintegrowana sprzyjają dostosowaniu zadań do poziomu i możliwości w zróżnicowanej intelektualnie grupie
Brak gotowych propozycji do pracy z uczniami	Propozycje do pracy z uczniami w zakresie edukacji STEAM w klasach I–III są dostępne dla nauczycieli, ale każdy projekt może być zupełnie inny. Poszukiwanie odpowiedzi na pytania stawiane uczniom i przez nich samych sprawi, że każda gotowa nawet propozycja stanie się zupełnie innym projektem. Ważne jest, aby projekty dostosowywać do potrzeb i możliwości poznawczych grupy, z którą pracuje nauczyciel. Najbardziej wartościowe są te, które nie mają swoich wzorców. Ze względu na złożoność zajęć STEAM trudno przewidzieć w scenariuszu różne warianty pracy z dziećmi

etapie kształcenia. Wymaga jednak szczególnej dbałości o to, aby umiejętnie łączyć treści z dziedzin, które stanowią warstwę merytoryczną projektów STEAM – nauki, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki. Z punktu widzenia założeń zintegrowanej edukacji klas I–III szkoły podstawowej organizacja zajęć o charakterze projektowym, a więc ponadprzedmiotowym, nie powinna stanowić problemu organizacyjnego dla nauczycieli klas młodszych. Osoby pracujące w tradycyjnym systemie lekcyjnym mogą dostrzec wiele przeszkód w organizowaniu zajęć STEAM. Trudności, które nauczyciele klas I–III przewidują podczas organizacji zajęć STEAM, dotyczą różnych aspektów związanych z pracą dydaktyczno-wychowawczą.

W tabeli zamieszczonej na poprzedniej stronie prezentuję ewentualne trudności, które często w swobodnych wypowiedziach są sygnalizowane przez nauczycieli edukacji wczesnoszkolnej. Podaję również komentarze ukazujące możliwości ich pokonywania.

Korzyści wynikające z zastosowania metodologii STEAM

W modelu STEAM istotę działań o charakterze projektowym stanowi sieć powiązań między dyscyplinami, które także w życiu codziennym nie występują oddzielnie – naukami przyrodniczymi, technologiami, inżynierią, sztuką i matematyką.

Z jednej strony model ten pozwala na integrację metodyczną – wykorzystanie różnorodnych aktywności, metod i form pracy w celu skuteczniejszego kształtowania umiejętności zapisanych w podstawie programowej edukacji wczesnoszkolnej, integrację treściową, co sprzyja poszerzaniu wiedzy, ukazując jej uniwersalny i praktyczny charakter. Tym samym stwarza okazje do konstruowania wiedzy proceduralnej¹, czyli takiej, która w pierwszej kolejności wynika z konstruowania i prezentowania modelu działania, wzorca myślenia, procedury, którą można zastosować w danym kontekście. W konstruowaniu wiedzy proceduralnej ważnym krokiem okazuje się tworzenie sytuacji uczących, umożliwiających uczniom praktykowanie danej procedury. Pracując w modelu STEAM, dzieci konstruują wiedzę całościową, uczą się i odkrywają, że rozwiązywanie problemów naukowych ma zastosowanie w codziennym życiu oraz że wiedza, którą zdobywają, staje się cenną pomocą w sytuacjach dnia codziennego.

Z drugiej strony STEAM jest to rodzaj opartej na dociekaniu naukowym i myśleniu projektowym strategii, której głównym założeniem jest rozbudzanie ciekawości poznawczej oraz pasji do nauki. Wprowadza dziecko w świat nauki oparty na nowoczesnych technologiach. Pokazuje świat robotów, uczy matematyki, sztuki, wykorzystania technologii, łącząc ze sobą wiedzę i umiejętności z różnych dziedzin. W zależności od wieku dzieci edukacja STEAM mocno oddziałuje na ich wyobraźnię, pobudza kreatywność, wyzwala i podtrzymuje dziecięcą ciekawość, rozbudza zainteresowania, zachęca do stawiania pytań. Sprawia, że uczeń otwiera się na świat nauki, na poznawanie i własny roz-

wój, na odkrywanie tego, co dla dziecka jest jeszcze nieznanne. W klasach I–III szkoły podstawowej STEAM umożliwia dzieciom angażowanie się w naukę poprzez zabawę i doświadczenia, a to sprzyja osiąganiu lepszej efektywności na tym etapie ich rozwoju. Tworząc projekty STEAM, dzieci uczą się współpracować i czerpać radość ze wspólnej nauki.

Metody i formy pracy w edukacji STEAM

Mówiąc o edukacji STEAM jako pewnego rodzaju strategii nauczania-uczenia się, należy podkreślić, że ten model adaptuje szereg innowacyjnych metod i form pracy z uczniami. Do nich w szczególności można zaliczyć *design thinking* oraz *EduScrum*.

Design thinking oznacza myślenie projektowe, jest swego rodzaju metodologią², gdzie proces projektowania przebiega przez pięć faz, które prowadzą kolejno od rozpoznawania potrzeb osoby, dla której powstaje efekt końcowy projektu, przez zdefiniowanie problemu i twórcze poszukiwanie rozwiązań, aż do prototypowania i jego testowania. Etapy te obejmują: odkrywanie (empatyzację), definiowanie wyzwań (określanie potrzeb), tworzenie rozwiązania (generowanie pomysłów), prototypowanie i testowanie, planowanie i wdrażanie³. Wymienione etapy mogą stanowić ramy projektu STEAM. Można też je powiązać z elementami tego modelu tak, jak zaprezentowano w przykładzie zamieszczonym na kolejnej stronie.

EduScrum jest z kolei sposobem działania zaczerpniętym z nurtu zwinnego zarządzania, czyli Agile, który pozwala na skuteczne zarządzanie projektem. Jak czytamy: „Rozpoczynając projekt, nauczyciel w sposób jasny i zrozumiały dla dzieci przedstawia oczekiwania projektowe. Następnie dzieci w grupie sprawdzają, jakie są ich postępy, czego potrzebują do lepszego uczenia się, co jest im zbędne na danym etapie oraz co im przeszkadza”⁴. Ta koncepcja pracy z uczniami opiera się na praktykach, w których nauczyciel przyjmuje rolę facylitatora i towarzyszy uczniom w rozwiązywaniu problemów – w tworzeniu zespołu, planowaniu działania, we wspólnych uzgodnieniach, przeglądzie działania, wglądzie w działanie, w formułowaniu osobistych wniosków.

Tematyka projektów STEAM

Projekty STEAM w klasach młodszych mogą przybierać różne formy. Dzięki nim dzieci rozwiązują autentyczne problemy, które istnieją w życiu codziennym, choć proponowana tematyka nie jest bardzo popularna w edukacji dzieci młodszych lub bywa traktowana zbyt powierzchownie. Kluczowe w modelu STEAM jest dostosowanie tematyki stawianych problemów i charakteru projektu do poziomu rozwoju intelektualnego uczniów oraz ich możliwości. Ważne jest również to, aby projekty STEAM angażowały dzieci w różnorodne aktywności, tj. eksperymenty naukowe, projektowanie, konstruowanie czy zajęcia artystyczne. Zagadnienia, których będą dotyczyć zajęcia oparte na modelu STEAM, powinny wynikać nie tylko z programu nauczania i z planu pracy nauczyciela, ale także odpowiadać zainteresowaniom

¹ Wiedza proceduralna jest dopełnieniem wiedzy deklaratywnej. Wiedza deklaratywna przejawia się poprzez znajomość faktów. Ma charakter jawny (z j. ang. *explicite*), inaczej mówiąc można ją zwerbalizować, przedstawiając w formie wypowiedzi ustnej lub pisemnej. O wiedzy proceduralnej mówimy natomiast, że jest wiedzą ukrytą (z j. ang. *implicit*). Jest bowiem nieuświadomiona, trudniejsza do zwerbalizacji. Przejawia się poprzez wykonywanie czynności czy posiadanie określonych sprawności.

² Na podst. Z. Okraj, *Design thinking. Inspiracje dla dydaktyki*, Warszawa 2020, s. 13–15. Analiza przedmiotu wskazuje, iż *design thinking* określane jest różnymi terminami, tj. podejście, koncepcja czy metoda tworzenia innowacyjnych produktów i usług.

³ Na podst. tamże, s. 47.

⁴ Za: M. Plebańska, A. Szyller, *STEAM-owe przedszkole*, Warszawa 2021, s. 48.

oraz potrzebom uczniów edukacji wczesnoszkolnej. Małe dzieci interesuje dosłownie wszystko. Zatem sprawdzą się takie tematy, jak tworzenie miniogródka w słoiku czy zbudowanie makiety rafy koralowej. Uczniowie klas młodszych lubią obserwować, więc tematy projektów „Domowa stacja pogody” czy „Klasowe obserwatorium astronomiczne” z pewnością ich zainteresują. Świetną okazją do tworzenia projektów STEAM będą zajęcia z wykorzystaniem konstrukcji pozwalających na zaplanowanie i zbudowanie najdłuższego mostu lub nowoczesnego domku dla lalek. Projekt STEAM swoją tematyką wpisze się w cykl zajęć zintegrowanych, czyli określony blok tematyczny. Nauczyciel będzie miał wówczas pewność, że całość zajęć w pełni zrealizuje założenia podstawy programowej edukacji wczesnoszkolnej, tzn. że w cyklu (w bloku tematycznym) nie zostanie pominięta żadna z edukacji wskazana w podstawie programowej klas I–III.

Science

Pytania towarzyszące temu etapowi pracy

- Jakiego jest pochodzenia latawców?
- Do czego służą latawce? Jaka jest ich funkcja?
- Jakie są zasady bezpieczeństwa związane z puszczaniem latawców?
- Jakie są rodzaje latawców i do czego one służą?
- Jakie są nasze doświadczenia i umiejętności w budowaniu lub sterowaniu latawcami?
- Jaki latawiec chcielibyśmy skonstruować?

Komentarz do postawionych pytań czy zagadnień

Pierwsze latawce pojawiły się w starożytnych Chinach, ponad dwa tysiące lat temu, jeszcze przed naszą erą. Według przekazów historycznych pierwsze latawce służyły celom wojennym, aby odstraszyć wroga. Prawdopodobnie inspiracją do tworzenia wietrznych stworów były żagle wytwarzane przez żeglarzy z południowo-wschodniej Azji. Ówczesne konstrukcje budziły jednocześnie przerażenie i zachwyt. Z czasem pojawiły się w Korei, Japonii czy w Indiach. Latawce w Europie stały się popularne w XVII w. Ich zastosowanie przez lata wiązało się z haniebnymi czynami. Były również wykorzystywane w pożytecznych celach, np. do badania pogody. Dziś kojarzą się z fascynującą zabawą i zachwycają wyszukanyimi konstrukcjami. Umożliwiają ciekawą formę rekreacji zarówno dla dzieci, jak i dorosłych. Latawce mogą mieć różne konstrukcje. Podczas ich puszczania, w zależności od konstrukcji, wykorzystywana jest bądź nie siła wiatru. Niektóre latawce można również puszczać przy bezwietrznej pogodzie. Nie ma specjalnych zasad dotyczących bezpieczeństwa związanego z puszczaniem latawca. Należy zwrócić uwagę na to, aby był to teren otwarty, z dala od drzew. Nie wolno puszczać latawców obok linii wysokiego napięcia, wysokich anten i obok lotniska. W zależności od pełnionych funkcji latawce można podzielić na: sportowe, skrzynkowe, służące do zabawy (deltoid), akrobacyjne (typu Delta), wysokościowe, transportowe

Etap metodologii design thinking

- odkrywanie (empatyzowanie) – w tej fazie działania służą do zdobycia wiedzy o odbiorcach, dla których tworzony jest określony produkt; tu stosuje się techniki, które pomagają w zebraniu informacji o odbiorcach, np. dostosowana do potrzeb grupy technika persona lub mapa doświadczeń, w której uczniowie zbiorą informacje o swoich doświadczeniach związanych z latawcami
- definiowanie (określanie potrzeb) – bazuje na wynikach uzyskanych podczas empatyzowania; jest to zebranie oczekiwań odbiorców odnośnie produktu, który zostanie mu zaproponowany

Proponowane metody pracy

- praca z tekstem (analiza zgromadzonych materiałów)
- mapa myśli
- persona lub mapa doświadczeń (w przypadku małych dzieci można wykorzystać metodę do gromadzenia informacji o uczniach, ich doświadczeniach w konstruowaniu i puszczaniu latawców, ale także o ich oczekiwaniach)

Technology

Pytania towarzyszące temu etapowi pracy

- Jak to się dzieje, że latawiec unosi się w powietrzu?
- Jaki kształt powinien mieć latawiec, aby unosił się w powietrzu?
- Czy latawiec musi mieć ogon?
- Z czego i jak są wykonane latawce?
- Jak sterować latawcem, aby ten unosił się w powietrzu?

Komentarz do postawionych pytań czy zagadnień

Kluczową rolę w unoszeniu się latawców odgrywa różnica w ciśnieniu powietrza nad i pod latawcem, co generuje siłę nośną oraz odpowiedni kąt natarcia. Powietrze, które przepływa nad i pod latawcem, ma różną prędkość. Powietrze nad latawcem przesuwa się szybciej i ma niższe ciśnienie, pod latawcem prędkość powietrza jest niższa, przez co jest wyższe ciśnienie, które unosi go w górę. Dzięki zrozumieniu tych zasad możemy projektować i konstruować latawce, które efektywnie unoszą się i sprawiają radość zarówno dzieciom, jak i dorosłym. Latawce nie muszą mieć ogona, choć ogon poprawia jego stabilizację w powietrzu. Latawce mogą być wykonane z różnych materiałów, mieć różny kształt i wielkość, a to wszystko zależy od celu ich wykorzystania. Szkielet latawca można wykonać z cienkich listewek, natomiast pokrycie może być wykonane z folii lub z cienkiego papieru

Etap metodologii design thinking

- definiowanie wyzwania – bazuje na analizie i wyciąganiu wniosków z danych zebranych na etapach odkrywania i definiowania; odbywa się poprzez analizowanie materiałów, podzielenie danych na potrzeby, problemy, korzyści naniesione na matrycę korzyści, a następnie ustalenie priorytetów i sformułowanie wyzwania w postaci pytania – jak możemy zbudować własny latawiec?
- tworzenie rozwiązania (generowanie pomysłów) – poszukiwanie jak największej liczby różnych, nietypowych i niekonwencjonalnych propozycji

Proponowane metody pracy

- film (korzystanie z zasobów Internetu – filmów prezentujących latawce poruszające się w powietrzu)
- metoda 5x dlaczego
- pokaz
- eksperyment z wykorzystaniem różnych materiałów i wentylatora
- tworzenie wideodokumentacji za pomocą smartfonów

Engineering

Pytania towarzyszące temu etapowi pracy

- Jakiego materiały i narzędzia przygotować do budowy latawca?
- Jakiego są kolejne etapy konstruowania latawca?
- Jak możemy zbudować własny latawiec?

Komentarz do postawionych pytań czy zagadnień

Latawce wykonane w domu mogą być konstruowane z patyczków, słomek, kolorowego papieru, bibuły lub z folii. Mogą mieć różny kształt i wielkość. Najbardziej popularne są latawce w kształcie deltoidu, który jest aerodynamicznie efektywny, co oznacza, że dobrze wykorzystuje siłę wiatru do wznoszenia się. Kształt ten minimalizuje opór powietrza, co pozwala latawcowi lepiej utrzymać wysokość. Latawce w kształcie deltoidu są stosunkowo łatwe do sterowania, co jest ważne dla dzieci. Latawiec w kształcie deltoidu jest łatwy do zbudowania, choć wymaga dokładności w dokonywaniu pomiarów. W celu zbudowania latawca w kształcie deltoidu należy przygotować projekt na podstawie instrukcji zamieszczonej na stronie Fundacji Nauka⁵

Etap metodologii design thinking

- prototypowanie i testowanie – wybór jednej propozycji oraz zaprojektowanie i wdrożenie ustalonego rozwiązania

Proponowane metody pracy

- burza mózgów
- budowanie prototypu
- testowanie prototypu

⁵ Zob. *Jak zrobić latawiec?* [online:] <https://naukatolubie.pl/jak-zrobic-latawiec/> (dostęp: 16 lipca 2024).

Art

Pytania towarzyszące temu etapowi pracy

- W jaki sposób można ozdobić latawiec?
- Jakie elementy i dlaczego pojawiały się na latawcach?
- Co to jest zdobienie symetryczne?
- Jakie materiały i sposoby ozdabiania latawca wybierzemy w naszym zespole?

Komentarz do postawionych pytań czy zagadnień

Latawiec można ozdobić za pomocą farb, markerów, naklejek, papierowych wycinanek, kolorowych taśm, tkanin i wstążek. Ważne jest, aby materiały były lekkie, nie zaburzały lotu latawca. Na latawcach często pojawiają się symbole kulturowe, wzory geometryczne, motywy zwierzęce i roślinne. Elementy te mają znaczenie dekoracyjne, a także mogą mieć znaczenie symboliczne lub tradycyjne, odzwierciedlając lokalną kulturę i wierzenia. Latawce w kształcie deltoidu są najczęściej zdobione symetrycznie względem przekątnych.

Etap metodologii *design thinking*

- tworzenie rozwiązania
- prototypowanie i testowanie

Proponowane metody pracy

- techniki plastyczne

Mathematic

Pytania towarzyszące temu etapowi pracy

- Jaki kształt mogą mieć latawce?
- Co to jest deltoid?
- Co to jest oś symetrii?
- Jakie wymiary powinien mieć dobrze skonstruowany latawiec w kształcie deltoidu?
- Jak obliczyć długości poszczególnych krawędzi latawca oraz jak obliczyć długość przekątnych?

Komentarz do postawionych pytań czy zagadnień

Deltoid jest to czworokąt, którego przekątne są prostopadłe i jedna z nich jest symetralną drugiej.

Etap metodologii *design thinking*

- tworzenie rozwiązania – określanie kształtu latawca
- prototypowanie i testowanie – praktyczne dokonywanie pomiarów w celu wykonania prototypu latawca

Proponowane metody pracy

- pomiar
- rozwiązywanie zadań i problemów matematycznych

„Święto latawca”, czyli metodologia STEAM w edukacji wczesnoszkolnej

Propozycja zajęć zawiera krótkie opisy, które mogą stanowić szablon projektu STEAM do pracy z dziećmi w młodszej grupie szkolnej. Zajęcia zintegrowane oparte na modelu STEAM „Święto latawca” mają na celu rozwijanie umiejętności interdyscyplinarnych uczniów poprzez projektowanie, konstruowanie i testowanie latawców. Przedstawione opisy zostały uporządkowane według modelu STEAM. Nie są one gotowym rozwiązaniem metodycznym, lecz stanowią inspirację do pracy dla nauczyciela, sugerując określone pytania (problemy stawiane uczniom) czy propozycje określonych metod pracy. W zaproponowanej koncepcji zajęć zintegrowanych „Święto latawca” zostały uwzględnione i wskazane odpowiednio wymienione wyżej fazy metodologii *design thinking* tak, aby nauczyciel świadomie planował działania projektowe, łącząc ze sobą elementy STEAM oraz *design thinking*.

Latawce mogą stanowić interesujący temat do wspólnej pracy, nauki i zabawy z uczniami klas młodszych w szkole podstawowej. Święto latawca zorganizowane w klasie lub w szkole jest umowne i może mieć na celu promowanie zabawy czy aktywności fizycznej związanej z latawcami. W Internecie możemy znaleźć informacje o tym, że entuzjaści latawców najczęściej spotykają się i celebrują swoją pasję związaną z latawcami wczesną jesienią. I to może być dobry czas na realizację zaproponowanego projektu.



Wymagania z podstawy programowej edukacji wczesnoszkolnej realizowane w projekcie „Święto latawca”

Podsumowanie

Projekty, takie jak budowanie latawców, pozwalają uczniom na samodzielne eksperymentowanie i odkrywanie, co z kolei rozwija ich umiejętności badawcze oraz twórcze. W edukacji STEAM niezwykle ważne jest stawianie pytań oraz nieszablonowe myślenie o rozwiązaniu problemów. Stanowi to okazję do rozwijania myślenia pytajnego, czyli umiejętności poszukiwania i redefiniowania problemów – „Myślenie pytajne polega na stawianiu produktywnych pytań, zarówno pytań rozstrzygających, dopełniających, jak i otwartych, a więc odgrywa istotną rolę w dostrzeganiu sytuacji problemowych, odkrywaniu nowych problemów i w samym procesie twórczym. Wystąpienie myślenia pytajnego zależy jest od kontekstu sytuacyjnego i wiedzy jednostki oraz od jej ciekawości poznawczej”⁶. Edukacja STEAM może stanowić doskonałą okazję do intensywnego pobudzania zdolności poznawczych, motywacji uczniów, poprzez zachęcanie ich do stawiania pytań oraz wzmacniania naturalnej umiejętności małych dzieci do zadziwiania się otaczającą rzeczywistością⁷. Pytania prowokujące, inspirujące do wspólnej rozmowy i poszukiwania nietypowych rozwiązań, mogą niejednokrotnie rozbudzać dziecięcą wyobraźnię i stymulować myślenie w kierunku szukania wychodzących poza schemat rozwiązań badanych problemów.

Wprowadzenie STEAM do edukacji wczesnoszkolnej przygotowuje uczniów do przyszłych wyzwań, rozwijając kompetencje, które będą niezbędne w ich dalszej edukacji i w życiu zawodowym. We współczesnym podejściu do edukacji małych dzieci szczególnie ważne jest, aby stosować rozwiązania nie tylko atrakcyjne, ale przede wszystkim skutecznie uczące.

Bibliografia

- Okraj Z., *Design thinking. Inspiracje dla dydaktyki*, Warszawa 2020.
 Plebańska M., Szyller A., *STEAM-owe przedszkole*, Warszawa 2021.
 Płociennik E., Just M., Dobrakowska A., Woźniak J., *Metoda i wyobraźnia. Podręcznik dla nauczyciela. Lekcja twórczości w klasie 1*, Warszawa 2020.
 Płociennik E., Just M., Dobrakowska A., Woźniak J., *Metoda i wyobraźnia. Podręcznik dla nauczyciela. Lekcja twórczości w klasie 2*, Warszawa 2020.

Katarzyna Pluta
nauczyciel konsultant ŚCDN

⁶ Za: E. Płociennik, M. Just, A. Dobrakowska, J. Woźniak, *Metoda i wyobraźnia. Podręcznik dla nauczyciela. Lekcja twórczości w klasie 1*, Warszawa 2020, s. 52.

⁷ Na podst. E. Płociennik, M. Just, A. Dobrakowska, *Metoda i wyobraźnia. Podręcznik dla nauczyciela. Lekcja twórczości w klasie 2*, Warszawa 2020, s. 35.

STEAM w edukacji humanistycznej

Współczesne podejście do edukacji coraz częściej opiera się na integracji różnych dziedzin, aby w pełni przygotować uczniów do wyzwań współczesnego świata i przyszłości.

Jednym z innowacyjnych działań w edukacji humanistycznej jest realizacja m.in. na lekcjach języka polskiego projektów STEAM. Ta interdyscyplinarna idea nauczania umożliwia uczniom rozwijanie ważnych w życiu każdego człowieka kompetencji miękkich – komunikowania się, krytycznego myślenia, kreatywności, efektywnej współpracy zespołowej oraz zdolności analitycznych łączących wymagania z podstawy programowej języka polskiego z elementami nauk ścisłych, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki.

W jaki sposób włączyć do edukacji STEAM zagadnienia z nauki języka ojczystego? Okazuje się, że nie jest to wcale bardzo trudne, gdyż naturalna uczniowska ciekawość świata i młodzieńcza potrzeba działania wyznaczają nauczycielowi kierunek do interdyscyplinarności. Wsluchując się w tę potrzebę uczniowskiej dociekliwości, możemy rozpocząć nasze działania „oswajania siebie i uczniów ze STEAM”, np. na czerwcowych lekcjach języka polskiego, zajęciach pozalekcyjnych, kiedy podstawę programową mamy już zrealizowaną.

Science

Eksperymenty językowe – do edukacji polonistycznej można wprowadzać metodę naukową zwaną również metodą badawczą. Uczniowie stawiają hipotezę, a następnie ją weryfikują, prowadząc własne badania, które kończą się jej przyjęciem lub odrzuceniem. Na przykład uczniowie analizują etymologię słów, ich zmiany na przestrzeni czasu i wpływ na polszczyznę języków obcych – zapożyczeń z języka angielskiego w polskim słownictwie młodzieżowym. Integracja nauk ścisłych i humanistycznych może wzbogacić zarówno wiedzę, jak i umiejętności uczniów, tworząc bardziej holistyczne podejście do nauczania.

Analiza literatury pod kątem naukowym – uczniowie sprawdzają teksty literackie pod kątem opisów przyrody, zjawisk fizycznych czy chemicznych. Na przykład przyglądają się utworom Adama Mickiewicza, badając opisy natury i przyrody oraz ich zgodność z wiedzą naukową. Wprowadzenie elementów naukowych do analizy literatury pozwala na głębsze zrozumienie kontekstów, w jakich powstały dzieła literackie.

Technology

Tworzenie cyfrowych prezentacji – uczniowie wykorzystują narzędzia technologiczne do stworzenia fabularnej gry komputerowej, podsumowania projektu, prezentacji zgromadzonych danych i uzyskanych na ich podstawie wyników w czasie pracy nad weryfikacją postawionej hipotezy oraz rozwiązaniem problemu.

Blogi literackie – prowadzenie bloga literackiego to świetny sposób na połączenie technologii z edukacją polonistyczną. Uczniowie piszą recenzje książek, eseje, opowiadania czy artykuły, publikując je na specjalnie założonym blogu klasowym. Dzięki temu

rozwijają umiejętności pisarskie oraz uczą się obsługi platform internetowych. Blogowanie może być skutecznym narzędziem rozwijania kompetencji pisarskich i krytycznego myślenia.

Engineering

Budowanie modeli literackich – uczniowie tworzą modele przestrzenne związane z poznanymi utworami, np. zamek Horeszków z *Pana Tadeusza* Adama Mickiewicza. Takie działania rozwijają u młodych ludzi umiejętność orientacji w przestrzeni oraz pozwalają na lepsze zrozumienie opisów literackich.

Projektowanie gier edukacyjnych – uczniowie projektują i tworzą gry planszowe bazujące na lekturach szkolnych. Gra oparta na fabule *W pustyni i w puszczy* Henryka Sienkiewicza umożliwi przeżywanie przygód bohaterów powieści.

Druki 3D – znane są również jako trójwymiarowe drukowanie. To proces tworzenia fizycznych obiektów na podstawie cyfrowych modeli. Technologia ta znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach – od inżynierii po medycynę, ale może być również skutecznie wykorzystana w edukacji polonistycznej. Uczniowie projektują i drukują modele miejsc przedstawionych w literaturze, modele postaci literackich, bazując na opisach zawartych w książkach, symbole lub przedmioty mające szczególne znaczenie dla akcji danego dzieła literackiego, makiety scen czy kluczowe momenty fabuły. Druk 3D może być również wykorzystany do tworzenia różnorodnych pomocy dydaktycznych, które ułatwią naukę języka polskiego.

Art

Tworzenie ilustracji – uczniowie tworzą ilustracje do omawianych tekstów literackich, rozwijając w ten sposób swoje zdolności artystyczne. Na przykład prezentują wybrane sceny z poznanych lektur. Integracja sztuki z nauczaniem literatury pozwala na wyrażenie swojej interpretacji dzieł literackich w formie wizualnej.

Teatr i dramat – organizowanie szkolnych przedstawień teatralnych na podstawie lektur to doskonały sposób na integrację sztuki z edukacją polonistyczną. Uczniowie zespołowo przygotowują scenariusze, projektują kostiumy i scenografię oraz wcielają się w role bohaterów literackich. Teatr szkolny rozwija umiejętności interpersonalne oraz pozwala na głębsze zrozumienie tekstów literackich poprzez ich inscenizację.

Mathematics

Statystyka literacka – uczniowie przeprowadzają analizy statystyczne dotyczące literatury, dane i wnioski opracowują w formie wykresów. Na przykład analizują częstotliwość użycia określonych motywów literackich w twórczości danego autora. Statystyka literacka pozwala na zastosowanie matematyki w analizie literatury, co może prowadzić do ciekawych odkryć.

Kody literackie – wprowadzenie elementów matematyki do edukacji humanistycznej może odbywać się poprzez naukę szyfrów i kodów literackich. Uczniowie tworzą i odczytują zaszyfrowane wiadomości, ucząc się jednocześnie podstaw kryptografii i programowania.

Korzyści z realizacji projektów STEAM

Włączenie do edukacji polonistycznej metodologii STEAM rozwija u uczniów umiejętność logicznego rozwiązywania złożonych problemów. Młodzi ludzie uczą się, jak łączyć wiedzę z różnych dziedzin i stosować ją w praktyce. Taka integracja pozwala na świadome zaangażowanie się uczniów oraz łączenie pasji z nauką. Projekty czy zajęcia STEAM dostarczają narzędzi umożliwiających osiągnięcie przez edukację polonistyczną wyższego poziomu.

Projekty STEAM przygotowują uczniów do wyzwań przyszłości, rozwijając umiejętności cenione na rynku pracy, takie jak: komunikatywność, kreatywność, krytyczne myślenie, współpraca i rozwiązywanie problemów. Przyszłość edukacji to kształcenie uczniów przygotowanych do pracy w złożonym dynamicznie zmieniającym się świecie i otwartych na uczenie się przez całe życie.

Projekt STEAM „Ballady w Minecraft”

Cel projektu: Zachęcenie uczniów do analizy i interpretacji ballad Adama Mickiewicza poprzez kreatywne wykorzystanie Minecrafta, umiejętności z zakresu nauk ścisłych, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki.

Grupa docelowa: uczniowie klas IV–VIII szkoły podstawowej oraz uczniowie szkół ponadpodstawowych.

Obszary tematyczne

Science

- analiza przyrody – uczniowie badają, jakie elementy przyrody są opisane w balladach (np. jeziora, lasy, zwierzęta); tworzą opisy tych elementów, aby realistycznie odwzorować je w Minecraft;
- zagadnienia ekologiczne – uczniowie dyskutują na temat ekologii i środowiska naturalnego przedstawionego w balladach oraz wpływu człowieka na przyrodę.

Technology

- wykorzystanie Minecrafta – zespół uczy się podstaw i zaawansowanych technik budowania w Minecraft, w tym wykorzystania redstone¹ do tworzenia interaktywnych elementów;
- narzędzia cyfrowe – uczniowie korzystają z programów do planowania, takich jak: Padlet, Canva, Miro oraz z prezentacji, np. PowerPoint, Google Slides, Genially.

Engineering

- projektowanie struktur – uczniowie projektują i budują struktury w Minecraft zgodnie z opisami z ballad; rozwijają umiejętności inżynierskie, tworząc stabilne i estetyczne budowle;
- mechanizmy w grze – zespół uczniów tworzy przy użyciu redstone interaktywne mechanizmy w Minecraft, takie jak: pułapki, ukryte drzwi czy proste maszyny.

Art

- interpretacja literacka – uczniowie w grupie dokonują wizualnych interpretacji ballad Mickiewicza, tworząc obrazy i sceny w grze;
- design – uczniowie projektują estetyczne i kreatywne przestrzenie w Minecraft, uwzględniając kolorystykę, kształty i kompozycję.

Mathematics

- geometria w budowaniu – uczniowie wykorzystują pojęcia geometryczne przy planowaniu i budowaniu struktur w Minecraft, takich jak: symetria, proporcje, skala;
- obliczenia – uczniowie używają matematyki do dokładnego odwzorowania elementów w grze, np. obliczania powierzchni, objętości, kątów nachylenia w terenie.

Etapy realizacji

1. Wybór ballad
 - zadanie: uczniowie zainspirowani pomysłem na projekt sami wybierają ballady do realizacji;
 - efekt: powstanie listy wybranych ballad z krótkim opisem.
2. Analiza treści
 - zadanie: analiza ballady – wskazanie motywów, bohaterów, miejsc akcji i emocji;
 - efekt: stworzenie notatki z analizy.
3. Planowanie przestrzeni w Minecraft
 - zadanie: opracowanie koncepcji budowli i przestrzeni zgodnie z opisami z ballad;
 - narzędzia: szkice, mapy, notatki;
 - efekt: przygotowanie schematów miejsc do zbudowania w Minecraft.
4. Budowanie w Minecraft
 - zadanie: budowanie wybranych miejsc w Minecraft, wykorzystanie różnorodnych materiałów i technik;
 - efekt: stworzenie w Minecraft interaktywnej przestrzeni odzwierciedlającej świat przedstawiony ballady.
5. Tworzenie narracji i interakcji
 - zadanie: opracowanie narracji do zbudowanej przestrzeni oraz zaprojektowanie interakcji, np. *questów*, zagadek;
 - efekt: sformułowanie tekstów narracyjnych i opracowanie interaktywnych elementów.
6. Testowanie i wprowadzanie ewentualnych modyfikacji
 - zadanie: sprawdzenie wizualizacji treści ballad przeniesionych do Minecrafta;
 - efekt: określenie zgodności gry z zapisami w tekstach Adama Mickiewicza.
7. Prezentacja projektu
 - zadanie: przygotowanie prezentacji, w której uczniowie przedstawiają swoje budowle, narracje i interaktywne elementy stworzone w Minecraftcie;
 - efekt: przeprowadzenie prezentacji grupowej.

Podsumowanie

Projekt „Ballady w Minecraft” łamie stereotypy o braku możliwości integracji kształcenia humanistycznego z naukami ścisłymi, technologią, inżynierią, sztuką i matematyką, tworząc angażującą przygodę edukacyjną dla uczniów. Podczas realizacji projektu młodzi ludzie współdecydowali, badali, poszukiwali, aby lepiej zrozumieć i docenić twórczość Adama Mickiewicza, rozwijając przy tym swoje umiejętności w różnych dziedzinach. Nauczyciel wspierał uczniów, a oni sami zdobywali wiedzę, realizując podstawę programową kilku przedmiotów.



Projekt uczniów i nauczycieli świętokrzyskich szkół „Ballady w Minecraft”

¹ Redstone – materiał w formie sproszkowanej służący do tworzenia mechanizmów oraz różnego typu przedmiotów.

Integracja STEAM i CLIL na zajęciach dwujęzycznej biologii w liceum

Praca nauczyciela jest swego rodzaju działaniem na żywym organizmie. Każdy uczeń to inna historia. Każdy temat to inny wymiar.

Jako nauczyciele kreujemy szkolną rzeczywistość, niejednokrotnie zastanawiając się nad tym, czy robimy to dobrze, skutecznie, efektywnie, czy tylko efektownie. W swojej pracy kieruję się tym, o czym wspominał kiedyś Sir Ken Robinson: „If you're not prepared to be wrong, you'll never come up with anything original”¹, tak więc szukam nowych rozwiązań, starając się łączyć pasję i pracę.

Realizując działania dwujęzyczne związane z wykorzystaniem metodyki CLIL (ang. *Content and Language Integrated Learning*) na lekcjach biologii, chemii, matematyki, geografii czy fizyki, w sposób bardziej lub mniej zamierzony mamy realną możliwość integrowania obszarów, które przy odpowiednim planowaniu mogą stworzyć dwujęzyczny projekt STEAM.

W dzisiejszej rzeczywistości obok coraz szerszego zastosowania języków obcych jako narzędzi umożliwiających eksplorowanie otaczającego nas świata oraz poszukiwanie odpowiedzi na nurtujące pytania korzystamy z dobrodziejstw, jakimi są nowoczesne technologie, w tym ostatnio rosnąca popularność sztucznej inteligencji (AI). Zestaw narzędzi w postaci praktycznej znajomości języków obcych w połączeniu z dostępnymi rozwiązaniami cyfrowymi wpływa na zmianę profilu kompetencyjnego nauczycieli i modeli lekcji przez nich realizowanych. Nieograniczony dostęp do otwartych zasobów internetowych otwiera przed uczniami zdecydowanie większe możliwości niż miało to miejsce kilka dekad temu. Nauczyciel nie jest już jedynym źródłem wiedzy z danej dziedziny. Jego rola uległa transformacji polegającej na wcielaniu się w rolę mentora czy facylitatora szeroko rozumianego procesu edukacyjnego. Nauczanie XXI w. jest działaniem interdyscyplinarnym, zorientowanym na wspieranie uczniów w rozwijaniu ich zainteresowań.

Jako nauczyciel dwujęzycznej biologii w II Liceum Ogólnokształcącym im. Jana Śniadeckiego w Kielcach w pewnym momencie zaczęłam zastanawiać się, na ile lekcje, do których materiały opracowuję, oraz metody, z których korzystam, integrują założenia metodyczne STEAM oraz CLIL.

Jak ocenić, czy zajęcia dwujęzyczne są zajęciami STEAM?

Nadrzędną kwestią jest sformułowanie tematu w taki sposób, aby sygnalizował, że podejmowane w projekcie działania będą zorientowane na rozwiązanie problemu (STEAM) oraz poznanie i zrozumienie treści w języku angielskim (CLIL).

Problemem, do rozwiązania którego zaprosiłam swoich uczniów, było znalezienie odpowiedzi na pytania: „Jakie są różnice w budowie i funkcjach różnych typów komórek?” oraz „Jakie mają one znaczenie dla organizmów żywych?” (ang. *What are the differences in the structure and functions of various types of cells and what is their significance for living organisms?*).

„ Integracja CLIL ze STEAM oferuje uczniom holistyczne podejście do nauki

Cykl czterech lekcji był działaniem uwzględniającym metody projektowe, a każda z nich koncentrowała się wokół określonego zdarzenia edukacyjnego mającego na celu znalezienie odpowiedzi na nadrzędny problem badawczy, integrując CLIL oraz STEAM. Kolejne etapy obejmowały:

- spodziewane wyniki (ang. *expected outcomes*);
- dokładne modele różnych typów komórek (ang. *detailed models of various cell types*);
- lepsze zrozumienie, jak różne typy komórek przyczyniają się do zdrowia i funkcjonowania organizmów (ang. *better understanding of how different cell types contribute to the health and functioning of organisms*);
- rozwój umiejętności językowych uczniów poprzez naukę przedmiotów przyrodniczych w języku obcym (ang. *development of students' language skills through learning scientific subjects in a foreign language*).

Ścieżka projektowa podejmowanych działań integrująca założenia STEAM

Science

- modele komórki – uczniowie w grupach cztero-, pięcioosobowych stworzyli fizyczne modele komórek, co pomogło im zrozumieć strukturę i funkcje różnych organelli, poszczególnych części komórki, takich jak: jądro, mitochondria, chloroplasty.

Technology

- podcasty – uczniowie nagrywali podcasty, używając oprogramowania do nagrywania i edycji dźwięku, co rozwijało ich umiejętności technologiczne;
- wyszukiwanie informacji w sieci – uczniowie korzystali z Internetu do wyszukiwania informacji na temat komórek i ich funkcji, co rozwijało ich umiejętności korzystania z technologii informacyjnych.

Engineering

- tworzenie modeli – proces tworzenia fizycznych modeli komórek wymagał planowania, projektowania i wykonania, co jest podstawą inżynierii.

¹ Jeśli nie jesteś przygotowany na pomyłkę, nigdy nie wymyślisz niczego oryginalnego (tłum. I. Krzak-Borkowska).

Art

- wizualizacje komórek – obejmowały tworzenie estetycznych i funkcjonalnych modeli, które można prezentować i omawiać;
- tworzenie i edytowanie podcastów – rozwijało umiejętności narracyjne i dźwiękowe, które są częścią sztuki.

Mathematics

- wykorzystanie skali, proporcji i zamiany jednostek;
- dokładność w modelach – tworzenie modeli komórek wymagało dokładności i precyzyjnych pomiarów.

Dodatkowe elementy dwujęzyczne – tłumaczenia specjalistycznego słownictwa z wykorzystaniem słownika Diki rozwijało umiejętności językowe uczniów w zakresie terminologii naukowej.

Zadaniem uczniów pracujących w grupach było wyszukanie, a następnie przeanalizowanie materiałów anglojęzycznych online w zakresie:

- zbadania różnic w budowie komórek prokariotycznych i eukariotycznych (ang. *investigate the differences in the structure of prokaryotic and eukaryotic cells*);
- zbadania i zrozumienia struktur komórkowych różnych typów komórek oraz ich wpływu na funkcje komórkowe i ogólne zdrowie organizmów (ang. *investigate and understand the cellular structures of various cell types and their impact on cellular functions and overall health of organisms*);
- identyfikacji i analizy funkcji różnych typów komórek – nerwowych, mięśniowych, roślinnych (ang. *identify and analyze the functions of various cell types, such as nerve cells, muscle cells, plant cells*).

Korzyści wynikające z realizacji projektów łączących CLIL ze STEAM

Podejmowane działania inspirują, zachęcają i wskazują uczniom zasadność realizowania określonej tematyki w szerszym kontekście. Poniżej zasygnalizuję te, które dla mnie jako nauczyciela dwujęzycznego rozpoczynającego swoją przygodę ze STEAM okazały się najistotniejsze. Są to:

- **zwiększenie zrozumienia treści naukowych i językowych poprzez zintegrowane podejście** – projekty łączące CLIL ze STEAM umożliwiają naukę treści z biologii czy z matematyki w języku obcym; pozwalają na uczenie się treści z wybranego przedmiotu szkolnego, jak i języka obcego, w naturalny i kontekstowy sposób;
- **rozwój językowy** – uczniowie mają okazję wykorzystywać i rozwijać swoje umiejętności językowe w praktycznych sytuacjach, co prowadzi do lepszego opanowania języka obcego;
- **rozwój umiejętności krytycznego myślenia i rozwiązywania problemów**;
- **interdyscyplinarność** – projekty STEAM wymagają od uczniów integracji wiedzy z różnych dziedzin (nauki, technologii, inżynierii, sztuki, matematyki);
- **kreatywne myślenie** – tworzenie modeli, podcastów i innych materiałów edukacyjnych zachęca uczniów do kreatywnego myślenia oraz poszukiwania innowacyjnych rozwiązań;
- **wzmacnianie umiejętności praktycznych i technologicznych** – korzystanie z różnych narzędzi technologicznych, takich jak: oprogramowanie do nagrywania podcastów, modelowanie 3D, mikroskopy cyfrowe; opanowanie umiejętności projektowania eksperymentów, tworzenia modeli, analizowania danych;
- **rozwój kompetencji społecznych i współpracy** – projekty STEAM realizowane są w grupach, co rozwija umiejętności

współpracy, komunikacji i zarządzania czasem; uczestnicy uczą się relacjonować wyniki swojej pracy na forum, co rozwija ich umiejętności prezentacyjne i wzmacnia pewność siebie;

- **zwiększenie motywacji i zaangażowania**;
- **autentyczność** – projekty łączące CLIL ze STEAM są zazwyczaj bardziej interesujące i angażujące dla uczniów, ponieważ pozwalają na praktyczne zastosowanie wiedzy;
- **relewantność** – uczniowie widzą bezpośrednie zastosowanie swojej wiedzy w rzeczywistych sytuacjach, co zwiększa ich motywację do nauki;
- **zrozumienie i świadomość kulturowa** – integracja treści merytorycznych z nauką języka obcego przygotowuje uczniów do funkcjonowania w globalnym środowisku.

Podsumowanie

Realizacja projektów łączących CLIL ze STEAM przynosi uczniom szereg korzyści edukacyjnych i osobistych. Powiązanie nauki przedmiotów ścisłych i technicznych z nauką języka obcego w kontekście autentycznych zadań i projektów pozwala na wszechstronny rozwój kompetencji młodych ludzi. Tak realizowane projekty zwiększają zrozumienie treści naukowych i językowych. Uczniowie wzbogacają swoją wiedzę z przedmiotu, jak i z języka. Projekt sprzyja głębszemu przyswajaniu wiedzy. Rozwój umiejętności krytycznego myślenia i rozwiązywania problemów jest stymulowany przez interdyscyplinarność projektów, które wymagają integracji wiedzy z różnych dziedzin.

Uczniowie zdobywają cenne umiejętności praktyczne i technologiczne, ucząc się korzystania z narzędzi, takich jak oprogramowanie do nagrywania podcastów czy modelowanie 3D. Projekty STEAM wzmacniają również kompetencje społeczne i umiejętność współpracy, dzięki pracy zespołowej i prezentowaniu wyników przed innymi.

Wartościowe jest także zwiększenie motywacji i zaangażowania uczniów wynikające z autentyczności i relewantności zadań. Uczniowie widzą bezpośrednie zastosowanie swojej nauki w praktyce, co znacząco podnosi ich chęć do nauki. Realizacja projektów w środowisku dwujęzycznym zwiększa świadomość kulturową i przygotowuje młodych ludzi do funkcjonowania w globalnym świecie.

Integracja CLIL ze STEAM oferuje uczniom holistyczne podejście do nauki, które nie tylko rozwija ich wiedzę i umiejętności, ale także przygotowuje do wyzwań przyszłości w zglobalizowanym środowisku. Po wykonaniu pierwszego kroku czas na kolejny.

Neografia zaproponowana przez uczniów

Cell structure [online:] https://www.oup.com.au/__data/assets/pdf_file/0024/135078/Biology-for-QLD_An-Aust-Perp_3E_Units1-2_9780190310219_sample-chapter-3_low-res_secure.pdf.

Cell structure & function [online:] <https://www.houstonisd.org/cms/lib2/TX01001591/Centricity/Domain/5364/NOTES%20Cell%20Structure%20and%20Function.pdf>.

The cell structure and function [online:] <https://www.sc.chula.ac.th/courseware/2303101j/VIII-Cell.pdf>.

Izabela Krzak-Borkowska

nauczyciel konsultant ŚCDN
nauczyciel II LO im. J. Śniadeckiego w Kielcach

STEAM-owa lekcja języka obcego

Integrowanie elementów językowych i STEAM-owych jest możliwe.

Nauczanie języka obcego z pewnością nie jest pierwszym naszym skojarzeniem w rozważaniach nad edukacją STEAM związaną z przedmiotami ścisłymi, technologią, inżynierią czy matematyką. Niezależnie od wieku uczniów i ich poziomu znajomości języka obcego takie połączenie może przynosić korzyści, zarówno w językowym, jak i w ogólnym, rozwoju naszych podopiecznych. Spróbujmy więc przeanalizować zalety takiej integracji, podać wskazówki, pomysły na lekcje i narzędzia do tworzenia interdyscyplinarnych zajęć, które nauczyciel języka obcego może wykorzystać, wdrażając składowe STEAM do swojej codziennej praktyki dydaktycznej.

Jak metoda STEAM transformuje edukację językową?

Jak powiedział Konfucjusz: „Powiedz mi a zapomnę, pokaż a zapamiętam, pozwól mi zrobić a zrozumiem”. O tych słowach każdy nauczyciel powinien pamiętać, planując codzienną pracę. Nic tak nie rozwija naszego ucznia – na wielu płaszczyznach – jak możliwość praktycznego zastosowania wiedzy i umiejętności, które zdobywa przy wsparciu nauczyciela. Może się to odbywać właśnie dzięki wdrożeniu metodologii STEAM do nauczania języków obcych. Realizując projekty z różnych dziedzin związanych z nauką czy z technologią, współpracując w zespołach, uczniowie rozwijają umiejętności komunikacyjne, analityczne, sprawność w rozwiązywaniu problemów, kreatywność, umiejętność współpracy, adaptacji do zmian oraz krytycznego myślenia. Nauka odbywa się w autentycznych sytuacjach komunikacyjnych, więc równolegle następuje naturalny rozwój językowy ucznia. Zdobyte kompetencje będą mu niezbędne nie tylko w codziennej komunikacji, ale również w przyszłej pracy zawodowej pełnej globalnych wyzwań, takich jak potrzeba realizacji zadań w zespołach międzykulturowych.

Niewątpliwą korzyścią z integrowania wiedzy z dziedzin STEAM z rozwijaniem umiejętności językowych uczniów jest budowanie motywacji do nauki. Świadomość, że jakieś elementy wiedzy czy umiejętności można wykorzystać w różnych obszarach życia, znacząco wpływa na wzrost zaangażowania w proces uczenia się języka obcego, co nauczyciel z pewnością wykorzysta dla rozwoju ucznia. Co istotne, motywacja ta może być budowana w oparciu o materiał zgodny z zainteresowaniami i poziomem umiejętności uczniów. Nauczając języka obcego z wykorzystaniem metodologii STEAM, zdecydowanie łatwiej indywidualizować pracę z podopiecznymi, co z kolei sprzyja osiąganiu przez nich lepszych efektów edukacyjnych.

Jak integrować STEAM i nauczanie języków obcych?

Gdy włączamy STEAM w naukę języków, zajęcia intensywniej angażują uczniów i nauczyciela – są dynamiczne, pełne okazji sprzyjających komunikacji, współpracy i kreatywności. Jak jednak zaplanować taką lekcję, jakimi zasadami w doborze treści i materiałów się kierować? Jakie narzędzia wykorzystać do przygotowania lekcji i skąd je czerpać?

Należy rozpocząć od doboru tematyki. Ochrona środowiska, technologia, pogoda, podróże kosmiczne, żywienie czy chociażby zdrowie, to tylko niektóre z doskonałych punktów wyjścia do

wdrożenia proponowanej metody poprzez tworzenie interdyscyplinarnych powiązań. Planując lekcję, warto pamiętać, by uczniowie mieli jak najwięcej okazji do pracy w grupach, w których będą musieli wymieniać się pomysłami, komunikując się w języku obcym przy rozwiązywaniu problemów naukowych. Każda tak zaplanowana interakcja będzie dla uczniów źródłem licznych korzyści opisanych powyżej.

Ważnym elementem w przygotowaniu lekcji stanie się również przeanalizowanie zasobów, jakie oferuje Internet, warto bowiem w tym podejściu korzystać z gier edukacyjnych czy z aplikacji do symulacji naukowych, które umożliwią praktyczne zastosowanie języka w kontekście różnych dziedzin nauki. Wszelkiego rodzaju artykuły, filmy, prezentacje, badania i inne materiały związane z naukami STEAM będą jednocześnie świetnym narzędziem do rozwijania umiejętności słuchania, mówienia, czytania i pisanie w języku obcym. Na podstawie zgromadzonych materiałów na wyższych poziomach nauczania można przeprowadzić dyskusję lub debatę dotyczącą zagadnień z obszaru STEAM, w którym uczniowie będą wyrażać i argumentować swoje opinie. Etyczne aspekty klonowania czy wpływu człowieka na zmiany klimatu i życie na Ziemi, to tylko niektóre z propozycji tematów do wykorzystania w dyskusji. Z pewnością nie będziemy narzekać na brak możliwości wskazania ciekawego obszaru wiedzy.

Warto zaznaczyć, że w edukacji STEAM nie powinno zabraknąć nowoczesnych technologii. Korzystajmy więc z aplikacji do nauki języków obcych, platform do współpracy online, programów do tworzenia prezentacji multimedialnych itp., aby umożliwić uczniom eksplorowanie w języku obcym różnych dziedzin związanych z metodologią STEAM oraz pobudzać ich technologiczną kreatywność. Jeśli tylko mamy taką możliwość, realizujmy lekcje z wykorzystaniem wirtualnych gogli. Jest to również doskonały sposób na angażowanie uczniów i rozwijanie ich umiejętności językowych w sposób interaktywny i dynamiczny.

Jakie pomysły STEAM-owych lekcji języka obcego warto wykorzystać?

Nie powinno budzić wątpliwości, że STEAM zintegrowany z językiem obcym nie jest wyłącznie metodologią dla klas starszych. Nawet w przedszkolu czy w nauczaniu wczesnoszkolnym w ramach zajęć językowych można przeprowadzić eksperyment badawczy lub projekt związany z tą tematyką. Na przykład przy okazji lekcji o sposobach spędzania wakacji, gdy pojawi się kwestia plażowania, można w grupach wykonać proste doświadczenia z wodą, piaskiem, olejem i z różnymi przedmiotami. Uczniowie prognozują wynik, a następnie sprawdzają, która z warstw umieszczonych w naczyniu jest lżejsza, a która cięższa¹. Poznając prawa fizyki podczas przeprowadzania eksperymentów, młodzi ludzie ćwiczą również stopniowanie przymiotników w języku obcym. Włączenie

¹ Na podst. A. Wójcińska, *Eksperyment na angielskim – jak stosować STEAM w nauce języków obcych?* [online:] <https://steamabc.edu.pl/eksperyment-na-angielskim-jak-stosowac-steam-w-nauce-jezykow-obcych/> (dostęp: 2 lipca 2024).

eksperymentu z pogranicza różnych dziedzin, opatrzenie go prostym (na niższych poziomach) lub bardziej skomplikowanym (w starszych klasach) słownictwem wprowadzi do naszej lekcji element zaskoczenia, który – w myśl założeń neurodydaktyki – jest podstawowym warunkiem do tego, by mózg ucznia podjął wysiłek „uczenia się i zapamiętywania”.

Ciekawą propozycją zajęć może okazać się symulacja przetrwania na Marsie podczas misji kosmicznej. Pracując w grupach, po zapoznaniu się z materiałami źródłowymi (artykułem, filmem), uczniowie tworzą plan przetrwania na czerwonej planecie. Można pobudzić ich kreatywność i nieco utrudnić zadanie, podając każdej z grup listę przedmiotów, które będą mieli do dyspozycji, chcąc przetrwać na Marsie.

Co wydaje się oczywiste, kształcenie językowe w powiązaniu z edukacją STEAM możemy prowadzić we współpracy z nauczycielami różnych przedmiotów, poprzez realizację projektów interdyscyplinarnych lub podejmowanych innowacji pedagogicznych. Przykładem takiego współdziałania może być projekt, w którym jedną kwestię rozpatrujemy z punktu widzenia różnych dziedzin. Na przykład, łącząc język obcy, fizykę czy przyrodę, informatykę, matematykę i geografę, można opracować projekt

STEAM dotyczący odnawialnych źródeł energii w różnych częściach świata.

Traktując język obcy jako narzędzie do zdobywania wiedzy z materiałów źródłowych, uczniowie dostrzegą zróżnicowanie odnawialnych źródeł energii na świecie, przeanalizują fizyczne zasady działania różnych rodzajów energii odnawialnej, zbiorą dane geograficzne dotyczące lokalizacji tych źródeł, opracują wyniki w formie prezentacji multimedialnej, którą przedstawiają w języku obcym. Sposób i zakres takiego współdziałania będą oczywiście zależały od inwencji twórczej zaangażowanych w nie uczniów i nauczycieli.

Podsumowanie

Integrowanie metodologii STEAM i języków obcych stanowi nowatorskie podejście do edukacji wspierające holistyczny rozwój uczniów i przygotowujące ich do skutecznego funkcjonowania w globalnym społeczeństwie. Warto więc podjąć to wyzwanie i uwzględnić elementy, które w sposób naturalny pozwalają uczniom na rozwijanie kompetencji kluczowych oraz mogą być doskonałym narzędziem do podnoszenia sprawności językowej naszych uczniów.

Justyna Kopycińska
doradca metodyczny ŚCDN

Geografia w projektach STEAM

Geografia jest szczególną dziedziną, ponieważ zalicza się ją do nauk przyrodniczych i jednocześnie społeczno-ekonomicznych.

Geografia zajmuje się badaniami powłoki ziemskiej (przestrzeni geograficznej), jej zróżnicowaniem przestrzennym pod względem przyrodniczym i społeczno-gospodarczym, a także powiązaniami pomiędzy środowiskiem przyrodniczym a działalnością człowieka. Ponadto zawiera elementy innych nauk, np.: matematyki, fizyki, chemii czy historii.

Podstawa programowa a STEAM

Jak czytamy w podstawie programowej: „Wartość edukacyjna geografii jako przedmiotu szkolnego wynika z integrowania wiedzy ucznia o środowisku przyrodniczym z wiedzą społeczno-ekonomiczną i humanistyczną. Takie holistyczne i zarazem relacyjne ujęcie sprzyja wszechstronnemu rozwojowi ucznia. Geografia szkolna powinna umożliwiać uczniom rozumienie współczesnego świata, w tym dostrzeganie powiązań regionalnych i globalnych, wyjaśnianie dynamicznych przemian gospodarczych i społecznych oraz rozumienie ich przyczyn i skutków. Ma ona także prowadzić do zdobywania i pogłębiania przez ucznia wiedzy użytecznej w połączeniu z kształtowaniem umiejętności przydatnych w życiu codziennym”¹.

Z tego względu geografia jako przedmiot interdyscyplinarny nauczany w szkole odgrywa ważną rolę w edukacji STEAM. Wiele treści zawartych w podstawie programowej kształcenia ogólnego do geografii można realizować w formie zajęć czy projektów STEAM. Połączenie teorii i praktyki w celu rozwiązywania problemów umożliwi uczniom lepsze rozumienie zachodzących zjawisk. Znajdowanie problemów z życia wziętych i wykorzystywanie zdobytej wiedzy do projektowania i rozwiązywania problemów wymaga od uczniów często nieszablonowego myślenia, kreatywności. Realizując lekcję czy projekt STEAM, angażujemy uczniów w proces dydaktyczny, wzbudzamy ich ciekawość, zainteresowanie otaczającym światem, inspirujemy do rozwijania kreatywności, dajemy możliwość sprawdzenia własnych, często oryginalnych pomysłów do rozwiązania różnorodnych problemów, tym samym dajemy szansę na rozwijanie innowacyjnego myślenia.

Projekt STEAM

W Szkole Podstawowej im. Janusza Korczaka w Górnicy z grupą zainteresowanych uczniów z klasy VI został zrealizowany projekt STEAM „Budowa Układu Słonecznego”. Uczniowie wybrali taki temat, ponieważ interesuje ich astronomia, a w klasie szóstej właśnie takie zagadnienia są omawiane na lekcjach geografii. Podczas realizacji projektu uczniowie zastanawiali się, czy da się przedstawić model Układu Słonecznego w sali gimnastycznej lub na boisku szkolnym, zachowując takie samo pomniejszenie (skale) dla wielkości ciał niebieskich i ich odległości. Najpierw poszerzyli swoją wiedzę na temat planet Układu Słonecznego i Słońca, wykorzystując zasoby Internetu oraz aplikację Explorer i kostkę

¹ Za: *Geografia* [w:] Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej, Dz.U. z 2017 r., poz. 356, s. 116–130.

Merge Cube. Obejrzeni film ukazujący faktyczne proporcje wielkości planet i Słońca. Następnie wykonali obliczenia dotyczące wielkości planet i Słońca w skali oraz obliczenia dotyczące odległości pomiędzy planetami i Słońcem w skali. Wszystkie wyniki zapisali w programie Excel.

Kiedy mieli już wszystkie obliczenia, przystąpili do wykonania modeli planet i Słońca w odpowiedniej skali. Planety „olbrzymy” skonstruowali z odpowiedniej wielkości styropianowych kul, które zostały pomalowane. Modele najmniejszych planet zaprojektowali w programie Tinkercad i wydrukowali na drukarce 3D. Z płyty w kształcie koła o średnicy około dwóch metrów z pomocą nauczyciela wykonali model Słońca. Model został pomalowany. Aby jak najlepiej wizualnie przedstawić odległości między Słońcem a planetami w odpowiedniej skali, wykorzystano papierową taśmę o długości około dwudziestu metrów i trzydziestu centymetrów szerokości, na której zaznaczono położenie poszczególnych planet. Na zakończenie realizacji projektu została przeprowadzona ewaluacja z wykorzystaniem aplikacji Mentimeter. Wszystkie działania zrealizowane w ramach projektu uczniowie udokumentowali w formie prezentacji multimedialnej wykonanej w programie PowerPoint. Efekty zrealizowanego projektu STEAM uczniowie zaprezentowali na forum szkoły.

Realizując projekt, uczniowie poszukiwali odpowiedzi na postawione pytanie. Problem do rozwiązania za każdym razem może być inny. Wszystko zależy od tego, co interesuje uczniów, co ich zaciekawia w danym temacie.

Zagadnienia, które mogłyby być zrealizowane na geografii w formie projektów STEAM

Badanie zmian klimatu w określonym regionie

Uczniowie zbierają dane dotyczące temperatury, opadów, poziomu wód gruntowych i innych czynników klimatycznych, korzystając z termometrów, barometrów czy danych ze stacji meteorologicznych. Na tej podstawie analizują zmiany klimatyczne na danym obszarze i wyciągają wnioski na temat ich wpływu na środowisko. Mogą użyć oprogramowania do analizy danych i tworzenia wykresów. Projektują i budują prostą stację meteorologiczną, która zbiera dane o klimacie. Ponadto mogą tworzyć wykresy, infografiki lub mapy, aby wizualnie przedstawić zmiany klimatyczne, plakaty, filmy lub inne materiały edukacyjne na temat zmian klimatycznych. Uczniowie wykorzystują statystykę do analizy danych klimatycznych. Przykładowe problemy do rozwiązania przez uczniów: czy klimat się zmienia; jak prognozujemy pogodę; jakie czynniki wpływają na zmiany klimatu w danym regionie i jakie są ich skutki; jakie są najważniejsze źródła emisji gazów cieplarnianych w danym regionie i jak można je zredukować; jakie są prognozy dotyczące wzrostu temperatury w danym regionie w ciągu najbliższych pięćdziesięciu lat; jakie gatunki roślin i zwierząt są najbardziej zagrożone w danym regionie ze względu na zmiany klimatu.

Zrównoważony rozwój

Uczniowie analizują wykorzystanie zasobów naturalnych, takich jak woda czy energia. Badają ich zużycie, emisję CO₂ lub jakość powietrza oraz proponują rozwiązania mające na celu zrównoważony rozwój danego obszaru. Realizując projekt, korzystają z kalkulatorów do obliczania śladu ekologicznego, śladu wodnego czy śladu węglowego. Zwracają uwagę na wykorzystanie energooszczędnych urządzeń czy monitoring środowiska. Proponują

nowe rozwiązania w zakresie odnawialnych źródeł energii, projektują sposoby efektywnego wykorzystania wody, energii czy racjonalnej gospodarki odpadami. W celu podniesienia świadomości ekologicznej mieszkańców uczniowie mogą wykonać plakaty, nagrać filmy edukacyjne. Przykładowe problemy do rozwiązania przez uczniów: jakie działania i strategie można wdrożyć, aby osiągnąć zrównoważony rozwój środowiskowy; jakie są najważniejsze wyzwania związane z osiągnięciem zrównoważonego rozwoju w dziedzinie energetyki; jakie korzyści przynosi zastosowanie energii odnawialnej w kontekście zrównoważonego rozwoju; jakie działania społeczności lokalnych mogą przyczynić się do zrównoważonego rozwoju.

Analiza zagrożeń naturalnych występujących na Ziemi

Uczniowie badają występowanie ekstremalnych zjawisk, np.: trzęsień ziemi, powodzi, huraganów lub innych klęsk żywiołowych w danym regionie. Wykorzystują mapy, które pokazują występowanie trzęsień ziemi, aktywność wulkanów w różnych regionach na świecie. Projektują budynki, mosty, drogi, aby minimalizować skutki katastrof. Zaprojektowane makiety budynków, mostów, drukują na drukarce 3D. Tworzą makiety obszarów zagrożonych występowaniem ekstremalnych zjawisk, przedstawiając wybrany obszar w odpowiedniej skali. Przykładowe problemy do rozwiązania przez uczniów: dlaczego wulkany wybuchają; jak zminimalizować skutki trzęsień Ziemi; jak powstają cyklony tropikalne; jakie obszary geograficzne i dlaczego są szczególnie narażone na konkretne zagrożenia naturalne; jakie technologie i narzędzia można wykorzystać do monitorowania czy prognozowania zagrożeń naturalnych.

Atrakcje turystyczne regionu, Polski, wybranego kraju

Uczniowie poznają z różnych źródeł ważne znane miejsca i atrakcje turystyczne własnego regionu, Polski, wybranego kraju w Europie czy na świecie. Wykonują makietę obszaru z charakterystycznymi elementami krajobrazu, budowlami. Poszczególne składowe projektują w programie Tinkercad, a potem drukują na drukarce 3D. Tworzą interaktywne mapy myśli dotyczące wybranego obszaru, przygotowują filmy. Mogą zaprojektować trasę wycieczki robotą, np. Photon EDU, Ozobota czy Codey Rocky, do wybranych atrakcji turystycznych, miast, państw. Przykładowe problemy do rozwiązania przez uczniów: czy piękno Tatrzańskiego Parku Narodowego jest zagrożone przez turystów; jakie są najważniejsze atrakcje turystyczne w Tatrach i jakie walory krajoznawcze przyciągają turystów; co sprawia, że Bieszczady są atrakcyjnym celem turystycznym; co sprawia, że Kraków jest tak popularnym miastem wśród turystów.

Podsumowanie

Powyższe zagadnienia obejmują bardzo szeroką tematykę, pokazują duże możliwości w zakresie tematu projektu. Realizując projekt STEAM, należy skupić się na konkretnym zagadnieniu, które interesuje uczniów. Wybór technologii, sposobu realizacji projektu, poszukiwania odpowiedzi na postawione pytanie czy pytania należy pozostawić do decyzji uczniom. Realizacja projektu STEAM to praca zespołowa. Należy dać szansę wszystkim zainteresowanym uczniom. Każdy z nich wniesie do pracy swoje umiejętności, jednocześnie uczniowie będą się uczyć od siebie nawzajem.

Dariusz Kwiecień

nauczyciel Szkoły Podstawowej im. J. Korczaka w Górnicy

Czy ruchy Ziemi wpływają na przyrodę i rytm życia człowieka?

Szkoła Podstawowa nr 2 im. Orła Białego w Skarżysku-Kamiennej otrzymała certyfikat STEAM-owej Szkoły.

W nauczaniu geografii podejście STEAM dostarcza nie tylko wiedzy, ale również inspirowanie uczniów do odkrywania fascynujących aspektów życia na naszej planecie. Przez integrację różnych dyscyplin uczniowie mogą lepiej zrozumieć zjawiska przyrody oraz ich wpływ na nasze życie.

Projekt STEAM w roku 2022/2023

Swoj udział w projekcie „STEAM-owa szkoła 2022/2023” organizowanym przez ŚCDN w Kielcach zgłosiliśmy w roku poprzedzającym jego realizację. Odbiliśmy szereg szkoleń przygotowujących. Na zajęciach dowiedzieliśmy się, czym jest STEAM, jak organizować STEAM-owe zajęcia, w jaki sposób wykorzystać nowoczesne technologie. Następnie przystąpiliśmy do realizacji projektu „Czy środowisko przyrodnicze Japonii wpływa na jej rozwój gospodarczy?”. Efektem końcowym było zbudowanie makiety przedstawiającej ukształtowanie terenu Japonii, jej wyspiarskiego położenia na styku płyt litosfery. Uczniowie pokazali, w jaki sposób Japonia radzi sobie z pokonywaniem przeszkód natury przyrodniczej. Podczas pracy nad projektem byliśmy zafascynowani zaangażowaniem uczniów, ich współpracą, wymianą doświadczeń i wzajemnym wspieraniem się uczestników. Wszyscy – naukowcy, informatycy, inżynierowie i artyści – współpracowali ze sobą.

Założenia projektu w roku 2023/2024

Ruch obrotowy i obiegowy Ziemi to tematy, których zrozumienie zawsze sprawiało uczniom dużo trudności. Ruch obrotowy jest odpowiedzialny za powstawanie dnia i nocy, gdy Ziemia obraca się wokół własnej osi, a różne obszary otrzymują różną ilość światła słonecznego. Ruch obiegowy Ziemi wokół Słońca determinuje zmiany pór roku oraz ogólne wzorce klimatyczne na Ziemi. Zrozumienie tych zjawisk ma kluczowe znaczenie dla poznania naszego świata i jego złożonych procesów. Aby dzieci mogły lepiej zapoznać się z powyższymi zjawiskami, postanowiliśmy w naszym projekcie zastosować metodologię STEAM. Projekt skierowany był do uczniów klas VI–VIII szkoły podstawowej. Zamierzenie przedsięwzięcia to przede wszystkim zgłębianie przez uczniów wiedzy na temat ruchu obrotowego i ruchu obiegowego Ziemi.

Korzystając z aplikacji komputerowych, uczniowie poznawali: zasady ruchu obrotowego, wędrówkę i górowanie Słońca, zasady trwania dnia i nocy, strefy czasowe, pozorną wędrówkę sfery niebieskiej, zasady ruchu obiegowego, zmiany oświetlenia Ziemi w pierwszych dniach astronomicznych pór roku. Zostali zaangażowani w działanie, doświadczanie i dedukcję w celu osiągnięcia planowanego efektu, którym było przygotowanie modelu przedstawiającego ruch obrotowy i obiegowy Ziemi. Wykonywali obliczenia dotyczące czasu miejscowego, strefowego itp. Tworzyli miniaturowe Ziemi ze strefami czasowymi. Efektem końcowym był model przedstawiający ruchy Ziemi.



Fot. Z archiwum szkoły

Jak pracowaliśmy?

Praca nad projektem trwała trzy miesiące. W tym czasie działaliśmy bardzo intensywnie. Realizację rozpoczęliśmy od wyznaczenia zespołu nauczycielskiego odpowiedzialnego za projekt STEAM – nauczyciela geografii i informatyki. Kolejny krok to wybranie tematu. Aby uczniowie czuli się współodpowiedzialni za pracę, postanowiliśmy zaangażować ich już na tym etapie. Przedstawiliśmy listę tematów, spośród których wybrali najbardziej interesujący – „Czy ruchy Ziemi wpływają na przyrodę i rytm życia człowieka?”. Następnie sprawdziliśmy zagadnienia w podstawie programowej, wybraliśmy wszystkie te, które dotyczyły naszego tematu, ułożyliśmy je w logiczną całość i przystąpiliśmy do tworzenia scenariuszy zajęć.

Pozyskiwanie informacji na temat ruchów Ziemi to jeden z pierwszych tematów w realizacji naszego projektu. Na lekcjach geografii uczniowie poznawali zagadnienia związane z ruchem obrotowym i obiegowym Ziemi, później poszerzali wiedzę poprzez wyszukiwanie informacji w Internecie, tworzyli prezentacje multimedialne, tematyczne foldery, malowali plakaty.

Następnie młodzi odkrywcy zaplanowali doświadczenia i obserwacje. Wykonali eksperymenty sprawdzające powstawanie dnia i nocy, obserwowali zjawiska wschodu, zachodu i górowania Słońca, wędrówkę gwiazd na niebie oraz zmieniające się pory roku. Poznali aplikacje komputerowe, które można było wykorzystać w projekcie, np. aplikację Microsoft Teams wykorzystali do kontaktów z członkami zespołu oraz do umieszczania przez nauczycieli linków do zasobów cyfrowych i kart pracy dla uczniów. W programie 3D Tinkercad tworzyli modele przestrzenne potrzebne do makiety, a Microsoft Word służył do przygotowania opisów. Za pomocą aparatu fotograficznego wykonywali zdjęcia przedstawiające wschód, zachód i górowanie Słońca.

Wiedza oraz działania uczniów	
S	• ruch obrotowy Ziemi i jego następstwa – dzień i noc, pozorna wędrówka Słońca, pozorna wędrówka sfery niebieskiej, strefy oświetlenia, zmiana daty • ruch obiegowy i jego następstwa – oświetlenie Ziemi w pierwszych dniach astronomicznych pór roku, zmiana wysokości górowania Słońca, strefy oświetlenia, strefy klimatyczne i krajobrazowe
T	• Microsoft Teams – kontakty członków zespołu oraz umieszczanie przez nauczycieli linków do zasobów cyfrowych i kart pracy dla uczniów • Google Maps, Google Earth • Blender 3D i program do modelowania 3D Tinkercad – tworzenie modeli przestrzennych znajdujących się na makiecie • Microsoft Word – przygotowanie opisów • MS Paint – proste rysunki (np. na tabletach graficznych) • MS PowerPoint – przygotowanie prezentacji • Pixir Edition – obróbka zdjęć i grafik • Canva – wykonanie broszur i folderu • Flip – ewaluacja projektu • Kahoot – stworzenie quizu • Flip – nagrywanie krótkich filmów obrazujących przebieg wykonywanych zadań • aparat fotograficzny – do dokumentowania • wirtualna tablica Padlet – umieszczanie wszystkich materiałów z prowadzonego projektu
E	• zaprojektowanie i przygotowanie broszury czy folderu • konstrukcja według własnego pomysłu tellurium przedstawiającego ruch Ziemi
A	• różne formy ekspresji twórczej i kreatywności • dbałość o estetykę wykonania i trwałość przygotowanego modelu • dbałość o funkcjonalność prototypu • przygotowywanie własnych rysunków i projektów
M	• obliczenia czasu miejscowego, strefowego • obliczenia wysokości górowania Słońca

Kolejne zajęcia poświęciliśmy na obliczenia matematyczne różnic czasu słonecznego. Uczniowie sprawdzali, która jest godzina w Tokio czy w Londynie, gdy w Warszawie jest godzina dwunasta.

Po zgłębieniu wiedzy teoretycznej przystąpili do pracy nad modelami przedstawiającymi pozorną wędrówkę Słońca, strefy czasowe, strefy oświetlenia i strefy krajobrazowe. Przygotowali makiety obrazujące życie mieszkańców w różnych miejscach na Ziemi, np. pustynię lodową, pustynię gorącą, strefę śródziemnomorską, wioskę afrykańską. Wykonali model ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi.

Na podsumowanie projektu stworzyli w programie PowerPoint prezentację, która omawiała kolejne działania podejmowane podczas pracy. Prezentacja opatrzona była zdjęciami potwierdzającymi wykonywane zadania. Na zakończenie musieli przygotować się do publicznego wystąpienia. Projekt został zaprezentowany przed uczniami i nauczycielami w naszej placówce, a następnie przedstawiony na Uniwersytecie Jana Kochanowskiego w Kielcach podczas Świętokrzyskiego Forum Młodych Badaczy zorganizowanego przez ŚCDN w Kielcach.

Po zrealizowaniu wszystkich działań dokonaliśmy ewaluacji. Wspólnie z uczniami zastanawialiśmy się nad dobrymi i słabymi stronami naszej pracy, co można zmienić w przyszłości. W tym działaniu zastosowaliśmy wiele technik ewaluacyjnych, które pomogły w podsumowaniu pracy.

Podsumowanie

Praca metodą STEAM umożliwiła uczniom aktywne zaangażowanie w proces naukowy poprzez zastosowane obserwacje, eksperyment i badania. Uczniowie pracowali w grupach, co rozwijało ich umiejętności współpracy, krytycznego myślenia i rozwiązywania problemów. Dzięki wykorzystaniu technologii, np. symulacji komputerowych, uczniowie mieli możliwość interaktywnego poznania skomplikowanych zjawisk.

Zauważyliśmy, że wszyscy uczniowie byli bardzo zaangażowani, nawet ci, którzy zwykle sprawiają wrażenie wycofanych. Wspólny wybór tematu projektu, zbieranie i analiza danych, tworzenie planu działania, współpraca, testowanie i analiza skuteczności oraz prezentacja projektu, spowodowały, że każdy uczeń czuł się potrzebny, że zaistniała wymiana pomysłów.

Nauczyciel był jedynie mentorem i wsparciem dla młodych ludzi, pomagał w zdobywaniu wiedzy i umiejętności oraz zachęcał do samodzielnego myślenia i eksploracji.

Zdobyte doświadczenia zainspirowały nas do dalszej pracy dydaktycznej z wykorzystaniem metodologii STEAM.

Agnieszka Pakuła
Renata Wrześniewska

nauczycielki Szkoły Podstawowej nr 2 w Skarżysku-Kamiennej

Matematyka w edukacji STEAM

Matematyka to dla większości uczniów jeden z najtrudniejszych przedmiotów szkolnych.

Wielu uczniów potrzebuje więcej czasu i wsparcia, aby zrozumieć matematyczne zagadnienia. Ustalony czas, który proponuje im tradycyjna lekcja w szkole, to zbyt mało. Muszą włożyć bardzo dużo wysiłku, aby zrozumieć zagadnienia matematyczne, co zniechęca do uczenia się. Powodów należy szukać w strukturze i w koncepcjach matematycznych (Rys. 1).

Pierwszym z nich jest abstrakcyjność pojęć i struktur matematycznych, które nie mają bezpośredniego odpowiednika w rzeczywistości fizycznej. Uczniom trudno jest wyobrazić sobie kształty i zapamiętać formuły matematyczne. Uważają, że nie będzie im to potrzebne w życiu i w ten sposób tracą motywację do uczenia się matematyki. Tymczasem abstrakcyjne pojęcia matematyczne, pomimo że same w sobie są wymyślone, wykorzystuje się do modelowania i opisywania zjawisk w świecie rzeczywistym. Z kolei rozwiązywanie zadań matematycznych kształtuje myślenie abstrakcyjne, które jest nieodzowne w wielu dziedzinach nauki i życia codziennego.

Drugim powodem okazuje się hierarchiczność wiedzy matematycznej polegająca na tym, że pojęcia i twierdzenia matematyczne są zorganizowane w uporządkowany sposób. Kolejne pojęcia i teorie buduje się na fundamentach innych pojęć, definicji i twierdzeń, a do tego dochodzi jeszcze problem ich udowodnienia. Niezrozumienie jednych pojęć prowadzi do trudności w przyswojeniu kolejnych zagadnień.

Następna trudność w uczeniu się matematyki jest związana z logicznym myśleniem, wnioskowaniem i rozumieniem związków przyczynowo-skutkowych, które rozwijane są poprzez przeprowadzane regularnie odpowiednie ćwiczenia, doświadczenia i obserwacje. Uczniowie, którzy nie mają zbyt wielu okazji do samodzielnego eksperymentowania z matematyką i obserwowania skutków swoich działań, będą mieć trudność ze zrozumieniem związków przyczynowo-skutkowych i nie będą rozwijać umiejętności wnioskowania.

Kolejna kwestia to fakt, że niektóre zagadnienia matematyczne jawią się uczniom jako sprzeczne z ich codziennym doświadczeniem i intuicją, co powoduje dezorientację.

Ostatnim czynnikiem utrudniającym uczenie się matematyki okazuje się strach przed popełnianiem błędów i negatywną oceną, co prowadzi do unikania podejmowania ryzyka i prób rozwiązywania matematycznych problemów. To zaś ogranicza możliwości uczenia się i niszczy wiarę we własne możliwości. W rezultacie uczniowie nie rozwijają swoich umiejętności i nie uczą się na własnych błędach.

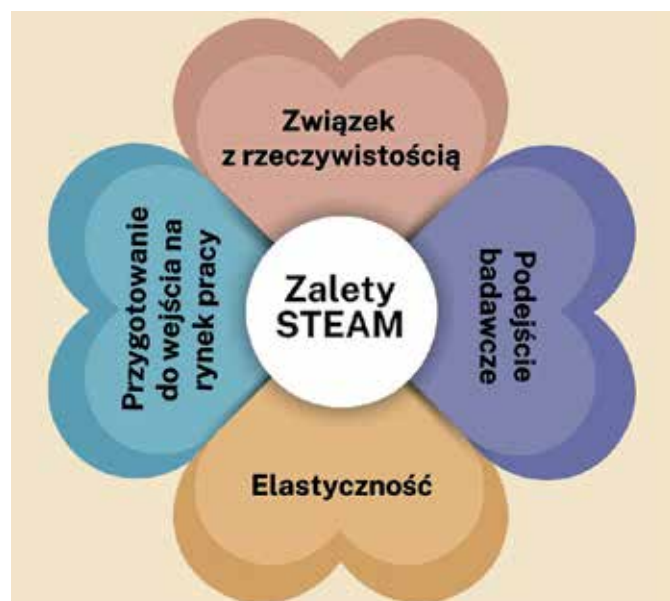
Znaczenie matematyki

Matematyka jest bardzo ważnym przedmiotem szkolnym, ponieważ uczy podstawowych umiejętności życiowych, takich



Rys. 1. Powody trudności w uczeniu się i rozumieniu przez uczniów matematyki

jak: liczenie, rozumienie pojęć związanych z kształtami, kątami i miarami. W trakcie jej zgłębiania uczniowie rozwijają logiczne myślenie, uczą się wnioskowania, które popierają odpowiednio dobranymi argumentami. Rozwijają krytyczne myślenie oparte na analizie danych. Ponadto matematyczne strategie są uniwersalne. Nie ograniczają je różne języki. Umiejętności identyfikowania wzorców i struktur oraz matematycznego modelowania są niezbędne w wielu obszarach życia i w różnych dziedzinach nauki. Znajomość matematyki ma dużą wartość na rynku pracy. Jest ona ważną częścią takich dziedzin, jak: rachunkowość, finanse, medycyna, inżynieria, informatyka oraz każdego obszaru, w którym wykorzystywana jest statystyka i analiza danych.



Rys. 2. Zalety edukacji STEAM w kontekście uczenia się

Przygotowanie do wejścia na rynek pracy



Opr. M. Kosztłłowicz

Rys. 3. Wkład matematyki w przygotowanie uczniów do wejścia w przyszłości na rynek pracy

Zalety edukacji STEAM w kontekście matematyki

Wprowadzając do szkoły edukację STEAM, nauczyciele otrzymują potężne narzędzie do zwiększenia efektywności nauczania i uczenia się przedmiotów ścisłych, gdyż metodologia STEAM zachęca do odkrywania praw rządzących światem oraz zadawania pytań i poszukiwania odpowiedzi.

Jedną z zalet (Rys. 2) edukacji STEAM to jej ścisły związek z otaczającą rzeczywistością. Uczenie się matematyki nie musi już być ograniczaniem się do przyswajania materiału informacyjnego podawanego przez nauczyciela oraz przyjmowaniem rysunków stworzonych nie przez ucznia. Nie musi być też rozwiązywaniem zadań i problemów postawionych przez inne osoby. Edukacja STEAM pokazuje, że matematyka nie jest tylko abstrakcyjnym szkolnym przedmiotem, lecz ma zastosowanie w różnych dziedzinach życia i nauki. Pokazuje również, że bez niej niektóre problemy współczesnego świata byłyby nie do rozwiązania.

Jeśli postawimy przed uczniami problem zbudowania mostu o określonym maksymalnym ciężarze, którym możemy ten most obciążyć w danym momencie, to dajemy młodym ludziom możliwość zrozumienia wielu pojęć z dziedziny matematyki i inżynierii, których przecież matematyka jest podstawowym narzędziem. Konstruując bryłę mostu, uczniowie będą wykorzystywali i jednocześnie poznawali różne kształty czy bryły geometryczne. Podczas projektowania łuków oraz prześłu mostu wykorzystają

proste i krzywe oraz równania je opisujące. Trójkąty i zagadnienia z trygonometrii będą niezbędne do obliczania sił działających na most. Zagadnienia związane z symetriami pomogą im równomiernie rozłożyć obciążenie mostu i zwiększyć jego stabilność. Obliczenia dotyczące powierzchni i objętości będą niezbędne do wyznaczenia ilości materiałów potrzebnych do jego budowy. Ponadto przekształcenia geometryczne oraz skala zostaną wykorzystane do analizy różnych części mostu oraz symulacji jego zachowania pod obciążeniem. Rozwiązując problem budowy mostu, uczniowie będą mieli okazję przekonać się, w jaki sposób zagadnienia matematyczne wykorzystywane są w praktyce inżynierskiej. Zauważą ścisły związek matematyki i fizyki z inżynierią. Oczywiście podczas budowy mostu stopień wykorzystania matematyki będzie uzależniony od wieku uczniów i ich indywidualnych możliwości na danym poziomie edukacyjnym.

Praktyczne zastosowanie matematyki nie ogranicza się tylko do tworzenia różnych budowli. Uczniowie mogą analizować i przetwarzać dane zebrane w wyniku dokonywanych pomiarów i obserwacji. Mogą konstruować geometryczne wizualizacje, wykorzystując do tego celu kształty, kąty i przekształcenia geometryczne. Ciekawym pomysłem jest tworzenie różnych symulacji matematycznych. Uczniowie mogą opracować model symulujący namnażanie się bakterii w zależności od różnych warunków, takich jak: temperatura, wilgotność czy dostęp do światła lub tempa rozprzestrzeniania się groźnej choroby. Mogą stworzyć symulację, która



Rys. 4. Kompetencje matematyczne rozwijane podczas realizacji projektów STEAM

będzie pokazywać, jak ilość światła, wody i czynników odżywczych wpływa na wzrost roślin. Stworzoną symulację skonfrontują z rzeczywistym eksperymentem poprzez prowadzenie hodowli roślin z uwzględnieniem warunków przyjętych w symulacji. Mogą stworzyć model symulujący ruch pieszych i ruch samochodowy w określonym miejscu, model wzrostu populacji zwierząt w zależności od dostępności pożywienia lub prosty model symulujący zmiany pogody na podstawie zebranych danych historycznych, a następnie porównać swoje prognozy z rzeczywistymi danymi. Takie symulacje pomagają uczniom zrozumieć zastosowanie matematyki do modelowania i analizowania rzeczywistych zjawisk.

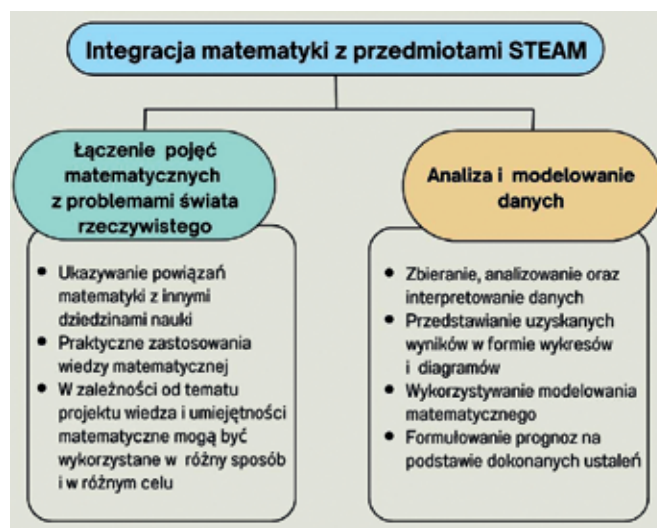
Kolejną zaletą edukacji STEAM jest wyrabianie u uczniów naukowego podejścia do budowania swojej wiedzy i nabywania nowych umiejętności. Eksperymentowanie wymaga od nich umiejętności identyfikowania problemów, stawiania hipotez, ich weryfikacji i formułowania wniosków popartych rzetelnymi argumentami. To wpływa na rozwijanie umiejętności rozumowania, logicznego myślenia, myślenia analitycznego oraz przyczynowo-skutkowego, które są bardzo ważne w uczeniu się matematyki i w ogólnym rozwoju. Motywacja i zaangażowanie w uczenie się wzrasta, gdy uczniowie mają możliwość samodzielnego odkrywania i eksperymentowania. Ponadto aktywne uczenie się, poprzez prowadzenie obserwacji, eksperymentowanie i analizę zgromadzonych danych, sprzyja lepszemu zrozumieniu pojęć matematycznych. Uczniowie doskonalą umiejętność samokształcenia, rozwijają krytyczne myślenie oraz uczą się wyrażać własne opinie, popierając je odpowiednimi argumentami. Podejście badawcze wymaga pracy zespołowej i wzajemnej komunikacji. Młodzi ludzie uczą się, jak wspólnie rozwiązywać problemy i dzielić się pomysłami, co jest bardzo cenne z punktu widzenia matematyki. Eksperymentowanie zachęca do twórczego i kreatywnego myślenia oraz poszukiwania nowych rozwiązań, które wymagają stosowania matematyki w nowych sytuacjach.

Metodologia STEAM, poprzez integrację wielu dziedzin nauki, pokazuje połączenia matematyki z różnymi dyscyplinami naukowymi, codziennym życiem i z problemami współczesnego świata. Elastyczność edukacji STEAM powoduje, że matematykę można powiązać nie tylko z przedmiotami przyrodniczymi i z inżynierią, ale również z tymi dziedzinami, które, jak się wydaje, nie mają z nią nic wspólnego. Przykładem może być sztuka wykorzystująca

ca różnorodność kształtów, perspektywę, proporcje, w tym złoty podział, symetrie, fraktale i własności przestrzeni.

Edukacja STEAM pomaga dostosować lekcje do zainteresowań i potrzeb uczniów, jednocześnie wpływając w ten sposób na wzrost ich zaangażowania i motywacji do uczenia się. Jeżeli uczniowie interesują się kosmosem, warto na lekcjach matematyki wykorzystywać elementy astronomii. Wtedy takie pojęcia, jak: sfera, elipsoida, notacja wykładnicza, odległość, prędkość i wiele praw fizycznych, będą łatwiejsze do zrozumienia, a nauka ich znacznie przyjemniejsza. Elastyczność STEAM-owego kształcenia pozwala również na stosowanie różnorodnych metod nauczania, które zazwyczaj nie są kojarzone z metodami wykorzystywanymi na lekcjach matematyki. Pozwala na dostosowanie tempa nauki do możliwości uczniów. Uczniowie, którzy potrzebują więcej czasu na opanowanie danego zagadnienia, mogą pracować w swoim tempie, gdy tymczasem inni pójdą już dalej, zmagając się z bardziej złożonymi problemami.

Projekty STEAM rozwijają kompetencje przyszłości, przygotowując uczniów do wejścia na rynek pracy. Matematyka ma w tym swój znaczący udział. Dzięki niej doskonalonych jest wiele cennych przez pracodawców umiejętności (Rys. 3) – logiczne myślenie, analiza danych i rozwiązywanie problemów w oparciu o matematyczny aparat obliczeniowy. W dzisiejszym społeczeństwie informacyjnym cenna okazuje się sprawna praca w chmurze z dużymi zbiorami danych. Matematyka uczy dokładności i precyzji, co jest ważne w takich zawodach jak medycyna czy architektura. W prawie każdej specjalności istotną staje się umiejętność identyfikowania problemów, analizowania ich i znajdowania skutecznych rozwiązań, a matematyka przygotowuje uczniów do systematycznego oraz logicznego podejścia do problemów. Uczy myślenia niesablonowego i znajdowania nowych sposobów na rozstrzygnięcie różnych trudnych problemów, a zatem wpływa na kreatywne podejście do skomplikowanych zagadnień. Problemy matematyczne wymagają od uczniów cierpliwości i wytrwałości, a są to cechy ważne w zawodach, w których praca opiera się na realizacji długoterminowych złożonych projektów wymagających pokonywania pojawiających się trudności. Jednocześnie uczniowie uczą się precyzyjnie wyrażać swoje myśli, co wpływa na jakość współpracy i komunikacji.



Rys. 5. Sposoby integrowania matematyki z pozostałymi przedmiotami edukacji STEAM



Opr. M. Kosztolowicz

Rys. 6. Nauczanie matematyki poprzez realizację projektów STEAM

Kompetencje matematyczne rozwijane przez uczniów podczas realizacji projektów STEAM

Projekty STEAM kształcą u uczniów szereg różnych kompetencji, w tym matematyczne, które są ważne dla ogólnego rozwoju młodych ludzi (Rys. 4). Są wśród nich:

- **rozumienie i stosowanie pojęć matematycznych** – praktyczne zastosowanie pojęć matematycznych w kontekście realizowanego projektu pomaga uczniom lepiej zrozumieć, w jaki sposób są one stosowane w rzeczywistych sytuacjach i je zapamiętać;
- **rozwiązywanie problemów** – projekty STEAM stawiają przed uczniami wyzwania wymagające kreatywności i rozwiązywania problemów z wykorzystaniem wiedzy oraz umiejętności matematycznych; pomaga to uczniom rozwijać umiejętności logicznego myślenia, krytycznego rozumowania oraz podejmowania decyzji;
- **rozumienie i interpretacja danych** – wiele projektów STEAM wymaga od uczniów zbierania, analizowania i interpretowania danych; często uczniowie muszą przeprowadzić eksperyment, zebrać uzyskane na jego podstawie dane, a następnie, wykorzystując zagadnienia ze statystyki matematycznej, dokonać analizy i interpretacji tych danych; umiejętność pracy z danymi jest bardzo ważna w dzisiejszym świecie, ponieważ są one powszechnie używane w nauce, technologii, biznesie i w polityce;
- **stosowanie matematyki w praktycznych sytuacjach** – projekty STEAM często skupiają się na zagadnieniach odnoszących się do współczesnego świata, wyzwaniach globalnych i problemach lokalnego środowiska bliskiego uczniom; powinny to być projekty umożliwiające uczniom z jednej strony stosowanie w praktyce posiadanej już wiedzy, a z drugiej – nabywanie wiedzy i kompetencji w praktyczny sposób; stosowanie wiedzy i umiejętności

matematycznych w praktyce pomaga uczniom zrozumieć, w jaki sposób są one wykorzystywane w rzeczywistym świecie;

- **rozwój przestrzennego myślenia** – jest szczególnie mocno związany z inżynierią, architekturą i sztuką, ale również niezbędne w życiu codziennym, np. podczas nawigacji; w projektach STEAM uczniowie muszą się zmierzyć z problemem reprezentowania trójwymiarowego obiektu na dwuwymiarowym rysunku oraz zmiany perspektywy na wygląd interesującego ich obiektu.

Jak uczyć matematyki poprzez realizację projektów STEAM?

Projekt STEAM powinien umożliwić uczniom zastosowanie posiadanej lub nabywanej wiedzy, rozwijać kompetencje oraz kreatywnie podchodzić do rozwiązywanych zespołowo problemów. Matematyka jako jeden ze składowych elementów edukacji STEAM jest niezbędna w każdym takim projekcie. Wykorzystanie matematyki powoduje, że przestaje ona być dla uczniów abstrakcyjną dziedziną nauki, a staje się narzędziem do odkrywania i rozumienia otaczającego ich świata oraz praw nim rządzących. Jak zatem uczyć matematyki poprzez realizację projektów STEAM? Można mówić o dwóch zasadniczych sposobach integracji przedmiotów STEAM z lekcjami matematyki. Pierwszy z nich to łączenie pojęć matematycznych z problemami rzeczywistego świata, a drugi – wykorzystanie analizy i modelowania danych (Rys. 5).

Jeżeli nauczyciel chce połączyć zagadnienia matematyczne z rozwiązywaniem realnych problemów (Rys. 6), to po pierwsze bardzo ważny jest wybór tematu projektu, który zachęci uczniów do pracy i jednocześnie umożliwi realizację zagadnień z podstawy programowej. Taki projekt powinien dotyczyć rzeczywistych problemów współczesnego świata. Dobrze jest, jeśli tematyka projektu jest bliska uczniom, wpisuje się w ich zainteresowania

lub wzbudza ciekawość. Dużo możliwości dostarczają projekty związane z ochroną środowiska. Uczniowie mogą zająć się problemem gromadzenia deszczówki dla gospodarstwa domowego. Taki projekt umożliwia zajęcie się zagadnieniami związanymi z polem powierzchni i objętością oraz wyliczeniem kosztów związanych z realizacją projektu. Uczniowie mogą obliczyć powierzchnię dachu, z którego będzie zbierana deszczówka, objętość zbiornika na deszczówkę oraz, korzystając z danych meteorologicznych, ile można zebrać deszczówki w ciągu roku lub miesiąca.

Po drugie podczas przygotowania dla uczniów projektu STEAM należy zastanowić się, w jaki sposób połączyć wiedzę matematyczną z naukami przyrodniczymi, technologią, inżynierią i sztuką. W przedstawionym przykładzie gromadzenia deszczówki uczniowie mogą badać cykl hydrologiczny, aby zrozumieć, skąd pochodzi deszczówka i jak to się dzieje, że jest ona częścią większego systemu wodnego na Ziemi. Mogą również skupić się na jakości wody deszczowej. W tym celu przeprowadzą na przykład testy jakości wody, aby sprawdzić, czy deszczówka jest odpowiednią wodą do różnych zastosowań, np. podlewania roślin, mycia samochodu, mycia włosów i kąpieli lub do przygotowania herbaty. Uczniowie mogą również zastanowić się, w jaki sposób gromadzenie deszczówki wpływa na środowisko, np. w zakresie zmniejszenia zużycia wody pitnej i obciążenia systemów kanalizacyjnych. W zakresie inżynierii uczniowie mogą zaprojektować system gromadzenia deszczówki. Wówczas wykorzystają obliczenia matematyczne i aspekty przyrodnicze w zakresie jakości wody i jej wpływu na środowisko. Na podstawie projektu młodzi badacze mogą zbudować system gromadzenia deszczówki oraz monitorować ilość zbieranej wody i analizować dane liczbowe w celu oceny efektywności zbudowanego systemu. Będzie to praktyczne zastosowanie zdobytej wiedzy.

Nieodłącznym trzecim elementem projektów STEAM jest technologia. Jej wykorzystanie powinno być celowe, służyć rozwiązaniu problemu, a nie tylko prezentowaniu wyników pracy. W kontekście matematyki technologia powinna wspomagać uczniów w wizualizacji skomplikowanych zagadnień i koncepcji. W projekcie dotyczącym gromadzenia deszczówki uczniowie mogą opracować symulacje komputerowe uwzględniające różne sytuacje związane z ilością opadów lub wielkością zbiorników. Dane zgromadzone w trakcie monitorowania oraz wyniki przeprowadzanych analiz danych mogą prezentować w postaci wykresów i diagramów.

Jednym z celów realizacji projektów STEAM jest zachęcanie do rozwijania kreatywności i innowacyjności, a każdy projekt winien im to umożliwić. To bardzo istotny czwarty element metodologii STEAM. Rolą nauczyciela jest zachęcanie uczniów do tworzenia związanych z gromadzeniem deszczówki artystycznych projektów, które będą unikalne i estetyczne. Uczniowie mogą eksperymentować z różnymi kształtami i materiałami, aby stworzyć coś, co będzie efektywne i jednocześnie atrakcyjnie wyglądać. Mogą analizować właściwości różnych materiałów do budowy zbiornika, biorąc pod uwagę ich trwałość, przepuszczalność lub koszt budowy.

W każdym projekcie STEAM praca zespołowa jest koniecznym piątym elementem. Uczniowie działają razem w celu rozwiązania problemu, dzieląc się swoimi umiejętnościami, wiedzą oraz pomysłami. Matematyka w tym zakresie może być wykorzystana jako narzędzie do planowania budżetu projektu oraz tworzenia harmonogramu jego realizacji.



Opr. M. Koszłowski

Rys. 7. Realizacja modelu STEAM w projekcie „Eksperymenty z oporem powietrza”

Realizacja projektu gromadzenia deszczówki daje jeszcze wiele innych możliwości. Uczniowie mogą przeprowadzać eksperymenty z różnymi materiałami, testując, które z nich najlepiej nadają się do budowy zbiornika na deszczówkę, jak różne kształty zbiornika wpływają na efektywność gromadzenia wody lub jak na jakość wody oddziałują warunki atmosferyczne. Mogą analizować dane meteorologiczne w celu przewidywania ilości opadów, a druk 3D wykorzystać do tworzenia elementów systemu gromadzenia deszczówki. Warto ich również zachęcić do promocji idei oszczędzania wody i ochrony środowiska poprzez przygotowanie i rozpowszechnianie plakatów czy filmów edukacyjnych.

Należy przy tym pamiętać, że projekty STEAM umożliwiają realizowanie i integrowanie w ciekawy sposób zagadnień z podstaw programowych różnych przedmiotów. Nie będzie to praca, której kolejne etapy wyznaczają podręczniki szkolne. Jeśli weźmiemy pod uwagę, że każdego nauczyciela obowiązuje realizacja zapisów w podstawie programowej, nie zaś praca z podręcznikiem, wówczas można stwierdzić, że STEAM spełnia wszystkie warunki właściwie dobranej metody pracy dydaktycznej.

Przykłady projektów STEAM

Projekt 1. Eksperymenty z oporem powietrza

Pomysł opiera się na zaprojektowaniu i zbudowaniu spadochronów z różnych materiałów i o różnych kształtach. Zostaną one wykorzystane do przeprowadzenia badań w celu sprawdzenia, jak kształt i użyty materiał do budowy spadochronu wpływają na czas ich opadania. Uczniowie wykorzystują metodę badawczą. Stawiają hipotezy, przeprowadzają próby ze swoimi spadochro-



Rys. 8. Realizacja modelu STEAM w projekcie „Modelowanie ekspansji chorób”

nami, zbierają dane dotyczące czasu opadania spadochronów, formułują wnioski. Projekt kończy się prezentacją przygotowanych modeli i uzyskanych wyników badań (Rys. 7). Głównym celem projektu jest omówienie zasad fizyki związanych z opadaniem obiektów, wdrożenie uczniów do wykorzystywania metody badawczej w procesie uczenia się oraz zastosowania średniej arytmetycznej do analizy danych liczbowych.

Projekt 2. Modelowanie ekspansji chorób

Projekt zakłada poznanie przez uczniów podstawowych pojęć związanych z chorobami zakaźnymi i ich rozprzestrzenianiem się. W pierwszej fazie uczniowie badają różne choroby zakaźne, skupiając się na ich przyczynach, objawach i sposobach przenoszenia. Następnie projektują modele matematyczne i fizyczne przedstawiające rozprzestrzenianie się chorób. Mogą do tego celu wykorzystać model podatni-zakażeni-wyleczeni. Przygotowują komputerowe symulacje rozprzestrzeniania się wybranej choroby. Analizują wyniki swoich symulacji, tworzą wykresy i obliczają wskaźniki reprodukcji. W końcowej fazie realizacji projektu przygotowują plakaty, infografiki lub prezentacje multimedialne, aby w atrakcyjny sposób przedstawić wyniki swoich badań. Projekt kończy się ogólną dyskusją, podczas której uczniowie omawiają wyniki prowadzonych badań i proponują strategię kontroli rozprzestrzeniania się chorób (Rys. 8).

Projekt 3. Hodowla kryształów

Hodowla kryształów to projekt skupiający się na podstawach teorii krystalizacji. W trakcie jego realizacji uczniowie badają różne substancje chemiczne, które wykorzystuje się do hodowli



Rys. 9. Realizacja modelu STEAM w projekcie „Hodowla kryształów”

kryształów. Eksperymentują z temperaturą i stężeniami roztworów, poszukując warunków, które najkorzystniej wpływają na wzrost kryształów. Projektują i budują naczynia oraz aparaturę do hodowli kryształów. Monitorują wzrost kryształów, robiąc zdjęcia i prowadząc notatki z obserwacji. Analizują wyniki swoich eksperymentów i przedstawiają je w różnych formach, takich jak: tabele, wykresy, diagramy. Tworzą artystyczne rysunki przedstawiające wyhodowane kryształy oraz przygotowują pokaz prezentujący efekty hodowli i wyniki swoich badań. Na zakończenie realizacji projektu odbywa się konferencja naukowa, podczas której uczniowie prezentują rezultaty swoich badań w formie posterów i krótkich wykładów połączonych z pokazami (Rys. 9).

Edukacja STEAM poprzez połączenie przedmiotów przyrodniczych, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki, umożliwia uczniom naukę matematyki w kontekście rozwiązywania rzeczywistych problemów. Dzięki temu młodzi ludzie lepiej rozumieją matematykę i jednocześnie rozwijają umiejętności niezbędne w dzisiejszym świecie.

Netografia

Plebańska M., Kołodziejczyk W., *Edukacja w modelu STEAM. Przewodnik dla nauczycieli* [online:] https://otwartelekcje.pl/steam/edukacja_w_modelu_STEAM.pdf.

Przepis na STEAM w edukacji. Poradnik dla nauczycieli i edukatorów [online:] <https://www.gov.pl/web/cppp/przepis-na-steam-w-edukacji-poradnik-dla-nauczycieli-i-edukatorow>.

Mariola Kosztolowicz
nauczyciel konsultant ŚCDN

STEAM-owa szkoła – projekt Świętokrzyskiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Kielcach

Projekt realizowany przez Świętokrzyskie Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Kielcach „STEAM-owa szkoła” wspiera nauczycieli województwa świętokrzyskiego we wdrażaniu w szkołach edukacji STEAM.

Projekt skupia się na wszechstronnym przygotowaniu nauczycieli do korzystania z metodologii STEAM oraz promocji ich działań. Obecnie realizowana jest czwarta edycja. Z każdą kolejną projekt rozwija się i oferuje nauczycielom nowe propozycje. Obecna edycja została rozszerzona o wdrażanie w szkołach innowacji pedagogicznych w zakresie prowadzenia edukacji STEAM.

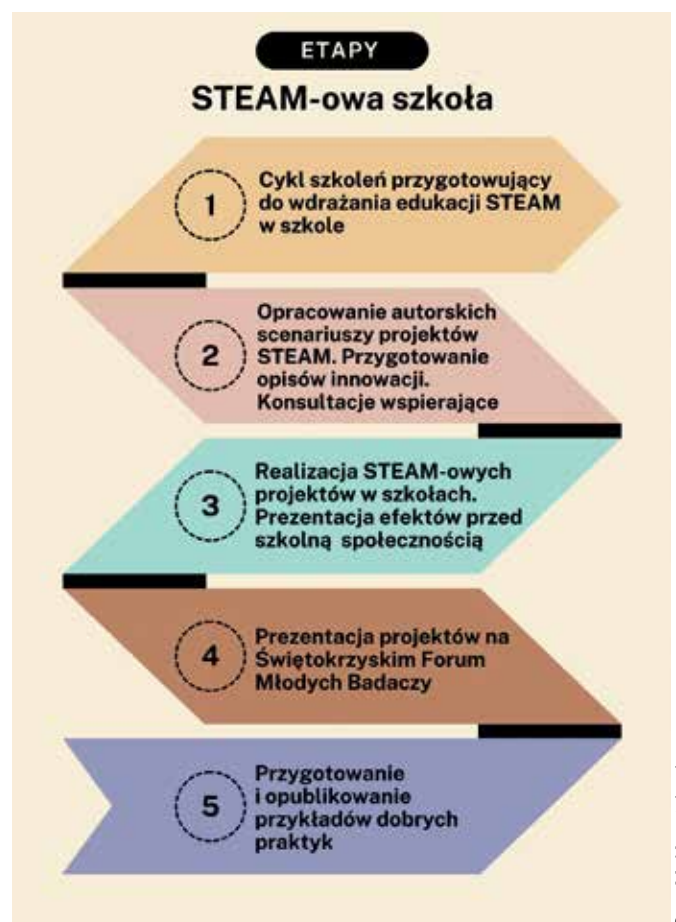
Projekt skierowany jest w szczególności do nauczycieli uczących przedmiotów matematyczno-przyrodniczych, techniki, plastyki, muzyki, informatyki i edukacji wczesnoszkolnej, ale także do wszystkich zainteresowanych, którzy chcą poszerzyć swoją ofertę edukacyjną o realizację zajęć lub projektów edukacyjnych STEAM. Nauczyciele zgłoszeni do projektu rekrutują w swoich szkołach grupę lub grupy uczniów.

Głównym celem projektu jest promowanie metodologii STEAM w placówkach oświatowych jako kształcenia uczniów w dziedzinie nauk przyrodniczych, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki. Cele szczegółowe skupiają się na dokładnym przygotowaniu nauczycieli do realizacji zajęć STEAM i projektów edukacyjnych oraz nabyciu przez nich umiejętności w zakresie planowania zajęć, wykorzystania nowoczesnych technologii.

Etapy realizacji

Przystępując do projektu „STEAM-owa szkoła”, uczestnicy otrzymują szerokie wsparcie. Realizacja projektu rozpoczyna się cyklem szkoleń przygotowujących nauczycieli do wdrożenia w szkołach projektów lub zajęć STEAM. Następnie przystępują oni do opracowania scenariuszy własnych projektów, według których będą z uczniami realizować zajęcia w swoich macierzystych szkołach. Dodatkowo nauczyciele mają możliwość wdrożyć w swojej szkole innowację pedagogiczną. Otrzymują szerokie wsparcie konsultantów ŚCDN już w fazie opracowania scenariusza oraz opisu innowacji pedagogicznej.

Po tym etapie następuje w placówkach edukacyjnych realizacja projektów kończąca się publiczną prezentacją efektów pracy uczniów przed całą społecznością szkolną. Istotne jest, aby w podsumowaniu wzięli udział wszyscy uczniowie, którzy ten projekt realizowali. Działania projektowe w szkole kończy ewaluacja. Kolejna publiczna prezentacja odbywa się podczas Świętokrzyskiego Forum Młodych Badaczy organizowanego we współpracy z Uniwersytetem Jana Kochanowskiego w Kielcach Wydziałem Nauk



Ścisłych i Przyrodniczych. Ostatni etap projektu to przygotowanie opisów przykładów dobrych praktyk i przekazanie ich do publikacji.

Przygotowanie nauczycieli do realizacji projektów STEAM

Nauczyciele uczestniczą w cyklu szkoleń w formie warsztatów stacjonarnych i spotkań online. Treści kształcenia są dobrane w taki sposób, aby każdy z nich nabył umiejętność opracowania scenariusza projektu STEAM oraz realizacji zajęć STEAM. W związku z tym szkolenia obejmują zagadnienia dotyczące, m.in.: kompetencji przyszłości, idei edukacji STEAM, wybranych metod i technik ją wspierających, metody projektowej *design thinking*, roli metody badawczej, zastosowania nowoczesnych technologii, etapów realizacji projektów STEAM, narzędzi ewa-

luacyjnych oraz sposobów prezentacji projektów STEAM. Bardzo ważnym elementem szkoleń są warsztaty, w trakcie których nauczyciele wykonują ćwiczenia STEAM, uczestniczą w symulowanej lekcji STEAM, poznają metody i techniki nauczania oraz sposoby zastosowania nowych technologii w projektach STEAM. Takie spotkania mogą być inspiracją dla nauczycieli i punktem wyjścia do przygotowania własnego projektu STEAM.

Korzyści dla nauczycieli, uczniów i szkoły

Uczestnictwo w projekcie „STEAM-owa szkoła” buduje pozytywny wizerunek nauczycieli i szkół, wymiennie przekłada się na szereg korzyści dla nauczycieli, uczniów i placówek edukacyjnych. Uczestnicząc w projekcie, nauczyciele nabywają nowe doświadczenia oraz wzbogacają swój warsztat pracy o kolejne metody i techniki nauczania czy środki dydaktyczne. Wpływają na podtrzymanie lub wzrost motywacji uczniów do uczenia się przedmiotów ścisłych, gdyż edukacja STEAM nastawiona jest na zastosowanie wiedzy i umiejętności w działaniu.

Nauczyciele mogą zatem wykorzystać projekty STEAM do zainteresowania uczniów przedmiotami matematyczno-przyrodniczymi i zachęcenia ich do aktywnego udziału w procesie uczenia się. Praca nad rzeczywistymi problemami współczesnego świata i najbliższego środowiska uczniów może być dla nich bardzo inspirująca. Metodologia STEAM, integrująca w jednym projekcie różne dziedziny nauki, zwiększa efektywność nauczania i uczenia się. Dzięki niej uczniowie dostrzegają związki między różnymi przedmiotami i lepiej rozumieją powiązania między sobą wiedzy z różnych dziedzin nauki.

Kolejną korzyścią wynikającą z zastosowania edukacji STEAM jest przygotowanie młodych ludzi do wejścia w przyszłości na rynek pracy, który nie wiemy, jak będzie wyglądał. Możliwe to jest poprzez dostosowywanie kompetencji i umiejętności uczniów do wymogów współczesnego oraz przyszłego rynku pracy. Uczestnicząc w projekcie „STEAM-owa szkoła”, nauczyciele rozwijają u swoich uczniów kompetencje społeczne, w tym m.in.: umiejętność współpracy, efektywnej komunikacji, myślenia kreatywnego, twórczego, logicznego i krytycznego oraz budowania wiedzy na bazie dostępnych informacji. Przede wszystkim przygotowują ich do radzenia sobie z wyzwaniami globalnego świata, w którym panuje zmienność, niepewność, złożoność i niejednoznaczność.

Kolejna kategoria korzyści to promocja nauczyciela i szkoły poprzez publiczne prezentacje efektów realizowanych przedsięwzięć w środowisku szkolnym i poza szkołą podczas Świętokrzyskiego Forum Młodych Badaczy oraz opublikowanie przykładów dobrych praktyk. Nauczyciele, ale też ich szkoły, promowani są na ogólnopolskim Forum Klubów Młodego Odkrywcę organizowanym przez Centrum Nauki Kopernik w Warszawie. Realizatorzy projektu „STEAM-owa szkoła” przygotowują foldery przedstawiające działania nauczycieli w zakresie wdrażania w swoich szkołach edukacji STEAM. Ponadto nauczyciele uczestniczący w projekcie ŚCDN otrzymują dyplom STEAM-owego Nauczyciela. Szkoły, w których zostanie zrealizowany w danym roku szkolnym co najmniej jeden projekt STEAM, otrzymują dyplom STEAM-owej Szkoły. Uczniowie realizujący projekt STEAM otrzymują dyplomy STEAM-owego Ucznia.

Należy również zwrócić uwagę na to, że metodologia STEAM w naszej edukacyjnej rzeczywistości jest innowacyjnym podejściem do uczenia się i nauczania. Stąd realizatorzy projektu





Opr. M. Kosztolowicz

Szkoły i nauczyciele w kolejnych edycjach projektu „STEAM-owa szkoła”

„STEAM-owa szkoła” proponują nauczycielom i wspomagają ich we wdrożeniu w swojej szkole innowacji pedagogicznej w zakresie realizacji projektów STEAM. Wprowadzenie edukacji STEAM w szkołach wpływa na budowanie w nich nowej kultury organizacji procesu dydaktyczno-wychowawczego.

Efekty realizacji projektu „STEAM-owa szkoła”

Dotychczas zostały zrealizowane trzy edycje projektu, a obecnie trwa czwarta. W każdej liczba nauczycieli i szkół przystępujących do niego jest ograniczona. W projekcie łącznie wzięło udział 66 nauczycieli przedmiotów matematyczno-przyrodniczych i edukacji wczesnoszkolnej z 33 szkół województwa świętokrzyskiego. W szkołach zrealizowanych zostało 35 projektów STEAM, opublikowano 32 przykłady dobrych praktyk w zakresie edukacji STEAM.

Na XII Ogólnopolskim Forum Klubów Młodego Odkrywcy Centrum Nauki Kopernik w Warszawie, które odbyło się w listopadzie 2024 r., zaprezentowane zostały projekty STEAM zrealizowane w dwóch pierwszych edycjach projektu „STEAM-owa szkoła”.

Informacje o projekcie „STEAM-owa szkoła” i jego kolejnych edycjach oraz o opublikowanych przykładach dobrych praktyk

Tematy projektów STEAM realizowanych w roku szkolnym 2021/2022

- Odnawialne źródła energii
- Żywnienie ma znaczenie, czyli tajemnicza podróż przez układ pokarmowy
- Woda – początek i koniec
- Układ oddechowy i jego funkcje
- Gra dydaktyczna – podróże po Polsce
- Wielofunkcyjna stacja meteorologiczna
- Dlaczego wulkany wybuchają i jakie są tego skutki?
- Jak materiał i ciężar łódki wpływa na jej prędkość?
- Czy wystarczy nam wody?
- Healthy lifestyle
- EkoStyl

znajdują się na stronie WWW ŚCDN w Kielcach¹. Zapraszamy do kolejnych edycji projektu „STEAM-owa szkoła”. Gwarantujemy profesjonalnie przygotowane zajęcia i dużo zabawy przy zdobywaniu umiejętności STEAM.

Mariola Kosztolowicz
nauczyciel konsultant ŚCDN

¹ Zob. STEAM-owa szkoła [online:] <https://samorząd.gov.pl/web/scdn-kielce/steam-owa-szkola-20232024> (dostęp: 4 lipca 2024).

Tematy projektów STEAM realizowanych w roku szkolnym 2023/2024

- W świecie motyli
- Polimery wokół nas – udogodnienie czy zagrożenie?
- Podróżuję cały rok i zwiedzam... latem
- Czy środowisko przyrodnicze Japonii ma wpływ na jej rozwój gospodarczy?
- Jak powstaje papier?
- Co ma pH? Odczyn roztworów i ich zastosowanie w życiu codziennym
- Jakie korzyści przynosi jazda na rowerze?
- Jak sobie zasiejesz, tak sobie zjesz
- Woda do życia, woda do picia
- Jak zrobić chatkę z piernika?
- Mission X
- Dźwięki wokół nas
- Poznajemy Układ Słoneczny, czyli wyprawa w Kosmos
- Bezpieczna droga do szkoły

Tematy projektów STEAM realizowanych w roku szkolnym 2022/2023

- Energia jądrowa – ekonomiczna czy ekologiczna?
- Szlakiem Orlich Gniazd
- Czy ruchy Ziemi wpływają na przyrodę i rytm życia człowieka?
- Uwaga mikroplastik! Co możemy z tym zrobić?
- Jaki wpływ na nasze zdrowie ma zanieczyszczone powietrze?
- Szkoła z piernika
- Zwierzęta w roli głównej – obiad podano!
- Bogactwo tradycji i kultury naszej Małej Ojczyzny
- Budowa Układu Słonecznego
- Jakie budowle można stworzyć z puzzli Happy Cube?

Przykłady realizacji projektu „STEAM-owa szkoła” w województwie świętokrzyskim

W projekcie Świętokrzyskiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Kielcach „STEAM-owa szkoła” w placówkach edukacyjnych naszego województwa zostało zrealizowanych wiele ciekawych działań. Efekty pracy uczniów były publicznie zaprezentowane przed społecznościami szkół oraz podczas podsumowań kolejnych edycji projektu, które odbywały się na Wydziale Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach.

Cele ogólne większości projektów STEAM:

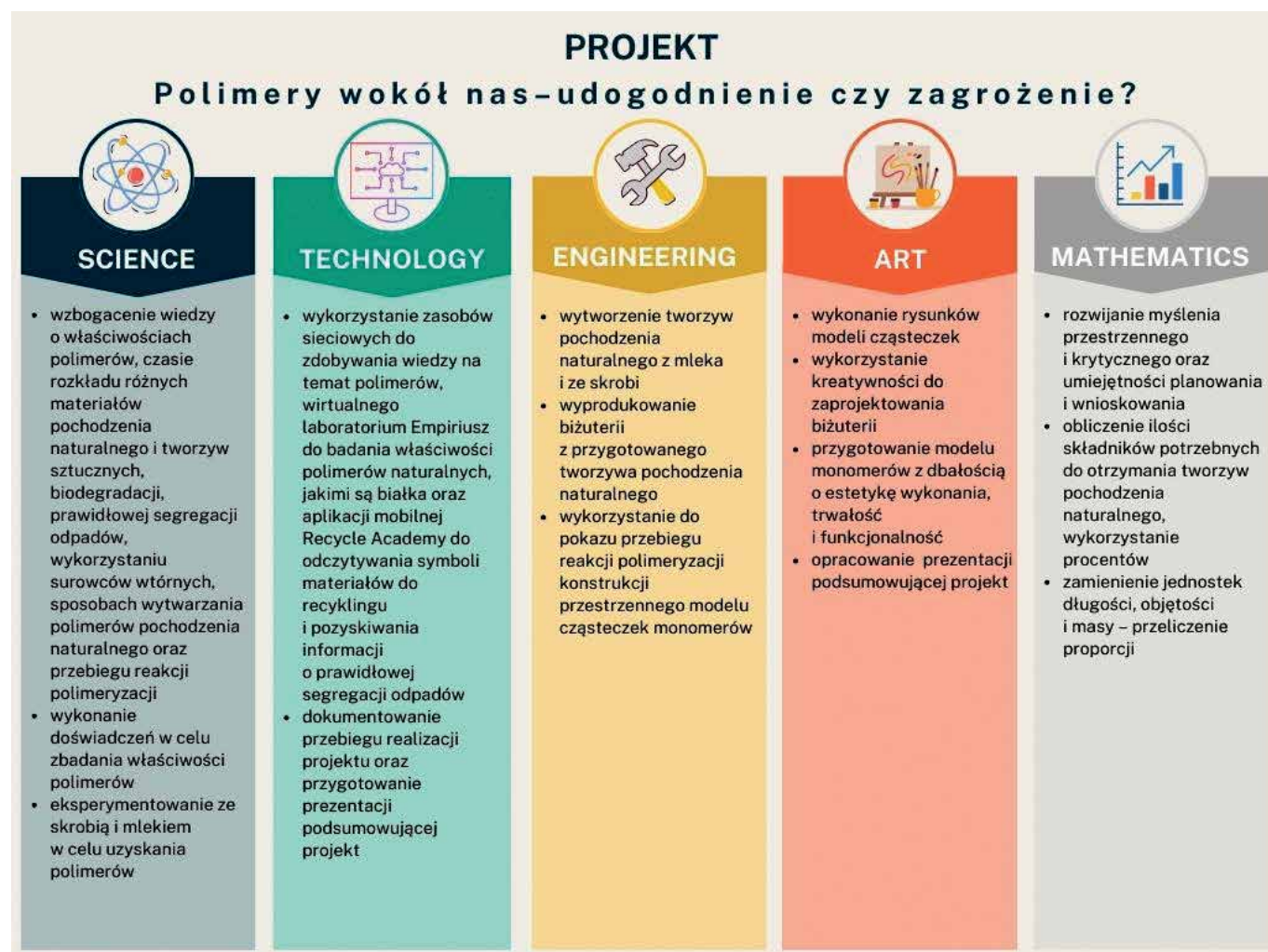
- motywowanie uczniów do poznawania przyrody ożywionej i nieożywionej w sposób aktywny, twórczy, dociekliwy, wytrwały;
- rozwijanie u uczniów samodzielności w dochodzeniu do wiedzy;
- doskonalenie umiejętności rozwiązywania problemów, wyciągania wniosków oraz dostrzegania związków przyczynowo-skutkowych zachodzących między działalnością człowieka a stanem środowiska;

- rozwijanie umiejętności współdziałania w zespole oraz skutecznej komunikacji;
- nabywanie wiedzy w sposób atrakcyjny i bardziej trwały;
- uwrażliwienie uczniów na powiązania między różnymi dziedzinami – naukami przyrodniczymi, matematyką, technologią, inżynierią i sztuką;
- propagowanie proekologicznych postaw;
- podniesienie efektów oraz jakości kształcenia.

Prezentowane poniżej opisy zostały przygotowane na podstawie scenariuszy opracowanych przez nauczycieli uczestniczących w projekcie.

Projekt „Polimery wokół nas – udogodnienie czy zagrożenie?”

Projekt został zrealizowany przez grupę uczniów z klasy piątej i szóstej Szkoły Podstawowej im. Kornela Makuszyńskiego



Działania podejmowane przez uczniów podczas realizacji projektu „Polimery wokół nas – udogodnienie czy zagrożenie?”

PROJEKT

Dlaczego wulkany wybuchają i jakie są tego skutki?

SCIENCE	TECHNOLOGY	ENGINEERING	ART	MATHEMATICS
• pozyskanie wiedzy na temat budowy wulkanów, skutków ich erupcji i wybuchów na środowisko naturalne • nabycie wiedzy dotyczącej skutków wybuchu wulkanu na hiszpańskiej wyspie La Palma • poznanie rozmieszczenia wulkanów na świecie • poznanie budowy i działania sejsmografu • przeprowadzenie dwóch eksperymentów pokazujących wybuchy wulkanów	• wykorzystanie zasobów sieciowych do zdobycia wiedzy na temat budowy wulkanów, ich rozmieszczenia na świecie • zastosowanie kalkulatora do obliczeń skali modelu wulkanu oraz prędkości wypływu lawy ze stożka wulkanicznego podczas eksperymentu • wykorzystanie aparatu fotograficznego i stopera w telefonie do nagrania symulacji wybuchu wulkanu i pomiaru czasu wypływu lawy ze stożka wulkanicznego • przygotowanie prezentacji multimedialnej w programie PowerPoint	• zaprojektowanie i zbudowanie makiety miasta z domami, skałami, drzewami • zaprojektowanie i wykonanie modeli graniastopów prostych czworokątnych imitujących domki • zaprojektowanie i zbudowanie modelu wulkanu w skali w stosunku do realnej wysokości aktywnego wulkanu znajdującego się na wyspie La Palma • zaprojektowanie i zbudowanie modelu sejsmografu	• wykorzystanie różnych form ekspresji twórczej i kreatywności podczas zaprojektowania makiety miasta • dbanie o estetykę wykonania i trwałość przygotowanej makiety miasta i wulkanu • zastosowanie odpowiednich kolorów imitujących glebę oraz skały wulkaniczne	• wykonanie obliczeń dotyczących prędkości wylewania lawy ze stożka wulkanicznego podczas eksperymentu • wykonanie obliczeń z zastosowaniem proporcji i skali – wykonanie obliczeń dotyczących wielkości modelu wulkanu oraz wykonania graniastopów prostych czworokątnych

Działania podejmowane przez uczniów podczas realizacji projektu „Dlaczego wulkany wybuchają i jakie są tego skutki?”

w Morawicy pod kierunkiem nauczycieli – Pauliny Bieleckiej i Eweliny Kraj – na zajęciach koła przyrodniczo-informatycznego.

Zamierzeniem projektu było zwrócenie uwagi na znaczenie tworzyw sztucznych oraz problemy z nimi związane. Uczniowie zgłębiali wiedzę na temat budowy materii i zjawiska dyfuzji. Pracę rozpoczęli od obserwacji swojego najbliższego otoczenia, zwracając uwagę na materiały, z jakich zbudowane są przedmioty wokół nich. Następnie przystąpili do badania właściwości tworzyw sztucznych oraz porównywania ich czasu rozkładu z czasem rozkładu związków pochodzenia naturalnego. Działania te zrodziły wiele pytań. Jedno z nich dotyczyło możliwości wytworzenia takiego plastiku, którego czas rozkładu byłby znacznie krótszy. Poszukiwanie odpowiedzi doprowadziło uczniów do zgłębienia wiedzy na temat polimerów i ich rodzajów oraz wyprodukowania plastiku z mleka oraz plastiku ze skrobi. Tak otrzymane tworzywo posłużyło młodym badaczom do wykonania oryginalnej biżuterii. Dodatkowo stworzyli oni przestrzenny model cząsteczek biorących udział w polimeryzacji.

Projekt „Dlaczego wulkany wybuchają i jakie są tego skutki?”

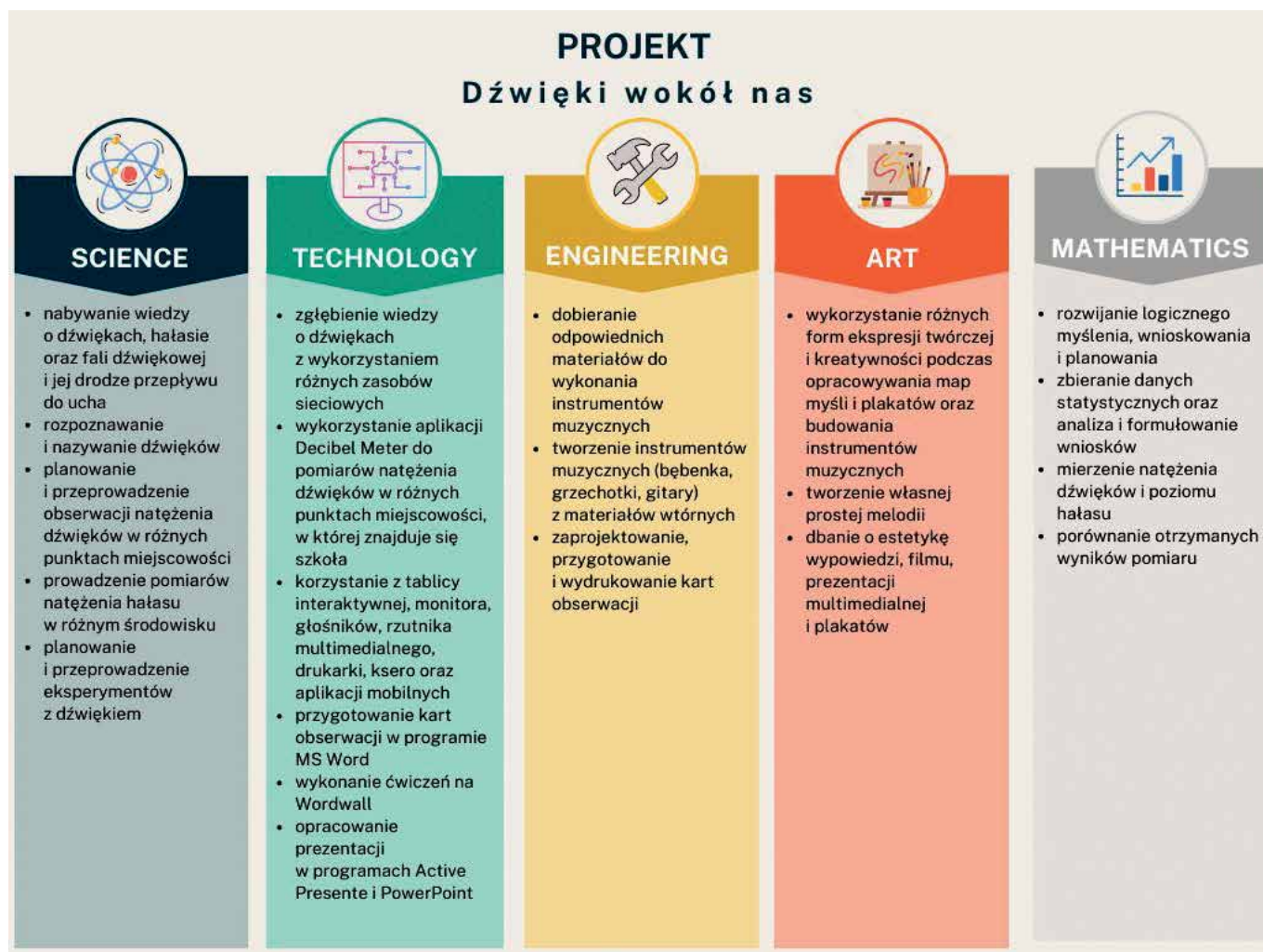
Projekt był realizowany na zajęciach koła przyrodniczego „Akademia Natury” przez uczniów klasy piątej i szóstej Akademickiej Szkoły Podstawowej im. Williama Shakespeare’a w Kielcach pod opieką nauczyciela – Edyty Dulewicz.

Uczniowie rozpoczęli realizację projektu od wyszukania w zasobach Internetu informacji na temat budowy wulkanów oraz skutków ich erupcji i wpływu na środowisko naturalne. Szczególnie zainteresował ich wulkan na hiszpańskiej wyspie La Palma i konsekwencje jego wybuchu. Uczniowie wykonali prototyp wulkanu z masy solnej oraz ze styropianu makietę miasta, na której umieścili modele domów, skał, drzew. Przeprowadzili dwa eksperymenty pokazujące wybuchy wulkanów.

Pierwszy eksperyment imitował wybuch wulkanu, który początkowo wyrzucał w powietrze pył wulkaniczny. Taki efekt uzyskano dzięki połączeniu dichromianu(VI) amonu z acetonem, a następnie podpaleniu obu substancji.

Drugi eksperyment imitował wybuch, podczas którego ze stożka wulkanicznego wypływała lava zalewająca domy znajdujące się w pobliżu. Do eksperymentu wykorzystano sodę oczyszczoną, płyn do mycia naczyń oraz ocet. Przeprowadzone doświadczenia pokazały niszczycielskie skutki erupcji wulkanu.

W kolejnym etapie realizacji projektu uczniowie poznali budowę i zasadę działania sejsmografu. Następnie wykonali model sejsmografu z kartonowego pudełka, kubka z obciążnikiem oraz przymocowanego mazaka. Tak skonstruowane urządzenie miało rejestrować drgania wywołane wstrząsami. Jego działanie zostało przedstawione podczas prezentacji realizowanego projektu.



Działania podejmowane przez uczniów podczas realizacji projektu „Dźwięki wokół nas”

Projekt „Dźwięki wokół nas”

Projekt był realizowany na zajęciach świetlicowych przez uczniów klasy trzeciej Szkoły Podstawowej im. Kornela Makużyńskiego w Morawicy. Uczniów wspierali nauczyciele – Agata Putko i Kinga Posłowska.

Dźwięki od zawsze fascynują ludzi, dlatego w ramach projektu uczniowie postanowili zająć się tym tematem. Swoje działania rozpoczęli od wyjaśnienia pojęcia „dźwięk”. Wykorzystywali do tego celu zasoby Internetu, encyklopedie i słowniki. Pozyskane informacje przedstawili w postaci map myśli. Następnie stworzyli jedną wspólną definicję dźwięku. Potem skupili się na problemie – dlaczego słyszymy? Efektem w tym zakresie było stworzenie plakatu przedstawiającego przepływ fali dźwiękowej do ucha. W kolejnym etapie realizacji projektu prowadzili obserwacje i badania natężenia hałasu w różnych punktach miejscowości, w której znajduje się szkoła. Dane z przeprowadzanych badań notowali na własnoręcznie przygotowanej karcie obserwacji. Posłużyły one do dyskusji i wyciągnięcia wniosków.

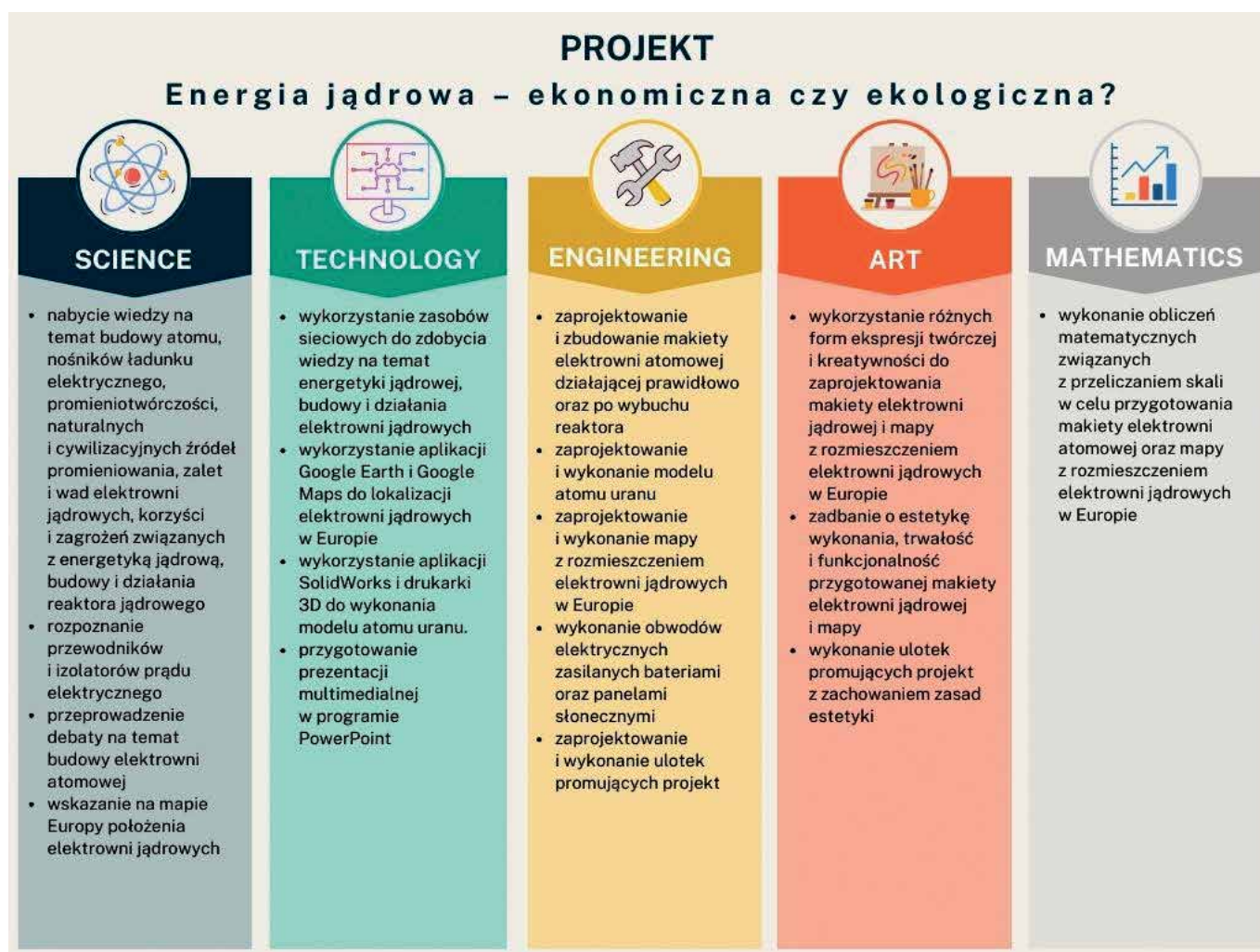
Uczniowie przeprowadzali również z dźwiękiem różne eksperymenty, których celem było znalezienie odpowiedzi na pytanie „Czy dźwięk jest zjawiskiem widzialnym?”. Do swoich eksperymentów wykorzystali: cukier, ziarenka kawy, ryż, bębenek, drewnianą łyżkę, plastikową miskę, szklane naczynia, wodę oraz paletnię. Ważnym etapem okazało się zaprojektowanie i wykonanie

różnych instrumentów muzycznych z materiałów wtórnych oraz stworzenie własnej prostej melodii, którą zagrali na skonstruowanych instrumentach.

Projekt „Energia jądrowa – ekonomiczna czy ekologiczna?”

Projekt był realizowany na zajęciach koła chemicznego, na lekcjach chemii i geografii przez grupę uczniów od klasy czwartej do ósmej Szkoły Podstawowej nr 33 im. Ignacego Jana Paderewskiego w Kielcach pod opieką nauczycieli – Eweliny Lipiec, Anny Król, Małgorzaty Klimaszewskiej.

Celem projektu było przedstawienie zalet i wad elektrowni jądrowych. Uczniowie rozpoczęli realizację od wyszukania w zasobach Internetu informacji dotyczących takich zagadnień, jak: budowa atomu i pojęcie izotopu, promieniotwórczość, naturalne i cywilizacyjne źródła promieniowania, zalety i wady elektrowni jądrowych, ich zastosowanie oraz budowa i działanie reaktora jądrowego. Poznali prawo rozpadu promieniotwórczego. Analizowali korzyści i zagrożenia związane z energetyką jądrową. Wyszukiwali informacje w zasobach sieciowych na temat kosztów budowy i eksploatacji elektrowni jądrowej. W kolejnym etapie realizacji projektu uczniowie przeprowadzili debatę – za i przeciw budowy elektrowni atomowej. Następnie, wykorzystując aplikację Google Earth i Google Maps, poznali lokalizację elektrowni jądrowych w Europie. Wiedzę tę wykorzystali do zaprojektowania i wykonania mapy



Działania podejmowane przez uczniów podczas realizacji projektu „Energia jądrowa – ekonomiczna czy ekologiczna?”

z rozmieszczeniem elektrowni jądrowych w Europie, z zaznaczeniem Francji posiadającej największą liczbę elektrowni jądrowych i Ukrainy, czyli miejsca katastrofy w Czarnobylu. Wykorzystując aplikację SolidWorks, uczniowie zaprojektowali model atomu uranu i wydrukowali go na drukarce 3D. W celu promocji projektu zaprojektowali i wydrukowali ulotki.

W kolejnym etapie stworzyli makietę elektrowni atomowej przedstawiającą prawidłowo działającą elektrownię oraz elektrownię po wybuchu reaktora. W celu przygotowania makiety wykorzystali obliczenia związane z przeliczaniem skali. Wykonali obwody elektryczne zasilane bateriami oraz panelami słonecznymi.

Projekt „Żywność ma znaczenie, czyli tajemnicza podróż przez układ pokarmowy”

Projekt realizowali uczniowie klasy siódmej Szkoły Podstawowej im. Kornela Makuszyńskiego w Morawicy pod opieką nauczycieli – Doroty Molendowskiej i Ewy Bożek-Račkos.

Tematyka projektu skupiała się na zagadnieniach związanych z układem pokarmowym człowieka. Uczniowie poznawali budowę ludzkiego ciała, korzystając z zasobów sieciowych oraz aplikacji ZygoteBody, która umożliwiła uczenie się poprzez odkrywanie. Obliczali swoje wskaźniki BMI i CPM, układali jadłospis uwzględniający wiek i płeć oraz wyłącznie zdrowe produkty spożywcze. Korzystając z wirtualnego laboratorium Empiriusz, sprawdzali, jakie składniki pokarmowe zawierają różne produkty

spożywcze. Następnie przystąpili do budowy przestrzennego modelu układu pokarmowego człowieka. Zarys sylwetki odrysowali od postaci ucznia, a potem powiększyli go do postaci dorosłego mężczyzny. Na tak przygotowany model naklejali poszczególne narządy układu pokarmowego, stosując różne materiały: gąbki do kąpielii różniące się strukturą i kolorem, wężyki, złączki i rurki hydrauliczne, woreczki spożywcze, balony. Aby pokazać wędrówkę pokarmu przez układ pokarmowy, wykorzystali oświetlenie ledowe. Etapem końcowym realizacji projektu było przeprowadzenie jego ewaluacji pod kątem atrakcyjności, zaangażowania uczniów, efektywności oraz spełnienia założonych kryteriów sukcesu. W aplikacji Flip nagrali film, w którym udzielali odpowiedzi, stosując metodę „List z niedokończonymi zdaniami”.

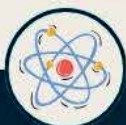
Projekt „Podróżuję cały rok i zwiedzam... latem?”

Projekt był realizowany na lekcjach geografii, matematyki, informatyki, techniki, plastyki przez grupę uczniów od klasy czwartej do ósmej Szkoły Podstawowej im. Stefana Kardynała Wyszyńskiego w Pierzchnicy pod opieką nauczycieli – Anety Głuszek i Edyty Wójcik-Nosol.

Przystępując do realizacji projektu, uczniowie zaprojektowali i wykonali plakat promujący projekt. Następnie, wykorzystując wirtualną tablicę Jambord i korzystając z zasobów sieciowych, przygotowali informacje o ciekawych atrakcjach turystycznych w różnych częściach świata. Do każdego miejsca dołączyli klimatogram w celu ustalenia najbardziej optymalnej temperatury

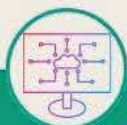
PROJEKT

Żywnie ma znaczenie, czyli podróż przez układ pokarmowy



SCIENCE

- nabycie wiedzy o budowie układu pokarmowego i jego i funkcjonowaniu, składnikach pokarmowych w produktach spożywczych, jadłospisie zgodnym z zasadami zdrowego odżywiania z uwzględnieniem Wskaźnika Masy Ciała oraz Dziennego Zapotrzebowania Energetycznego uczniów
- badanie zawartości składników odżywczych w różnych produktach spożywczych



TECHNOLOGY

- zgłębienie wiedzy o anatomii człowieka w aplikacji Zygote Body, czyli interaktywnym atlasie anatomicznym 3D
- wykrycie składników pokarmowych w produktach spożywczych z pomocą wirtualnego laboratorium Empiriusz
- obliczenie BMI oraz CPM z wykorzystaniem kalkulatorów żywieniowych
- wykorzystanie aplikacji Teams do dzielenia się cyfrowymi zasobami oraz aplikacji Flip do ewaluacji projektu
- opracowanie w edytorze tekstu skoroszytu „Układ pokarmowy człowieka”
- dokumentowanie pracy w projekcie



ENGINEERING

- zbudowanie przestrzennego modelu układu pokarmowego człowieka z wykorzystaniem ledowego podświetlenia
- zaprojektowanie i wykonanie skoroszytu „Układ pokarmowy człowieka”
- komponowanie jadłospisu



ART

- sporządzenie rysunków do skoroszytu
- wykonanie zdjęć i ich obróbka
- zadbanie o estetykę, funkcjonalność i trwałość modelu oraz skoroszytu
- przygotowanie samooceny członków zespołu w formie krótkich filmów
- opracowanie prezentacji podsumowującej projekt
- zastosowanie zasad skutecznej prezentacji publicznej



MATHEMATICS

- rozwinięcie myślenia przestrzennego i krytycznego oraz planowania i wnioskowania
- wykonanie obliczeń z zastosowaniem procentów, proporcji i skali
- zamienianie jednostek długości, objętości i masy
- doskonalenie korzystania z kalkulatorów tematycznych

Działania podejmowane przez uczniów podczas realizacji projektu „Żywnie ma znaczenie, czyli tajemnicza podróż przez układ pokarmowy”

PROJEKT

Podróżuję cały rok i zwiedzam... latem



SCIENCE

- nabycie wiedzy na temat ruchu obiegowego Ziemi i jego następstw
- analizowanie klimatogramów
- zdobycie informacji o ciekawych atrakcjach turystycznych w różnych częściach świata dotyczących zabytków, kultury, środowiska przyrodniczego
- wskazanie na mapie świata miejsc atrakcyjnych turystycznie



TECHNOLOGY

- wykorzystanie zasobów sieciowych do zdobycia wiedzy na temat ruchu obiegowego Ziemi oraz o ciekawych atrakcjach turystycznych w różnych częściach świata, ich lokalizacji na mapie świata
- zastosowanie wirtualnej tablicy Jamboard do gromadzenia informacji o miejscach atrakcyjnych turystycznie w różnych zakątkach świata
- wykorzystanie programu mBlock do zaprogramowania robota mBot'a
- zastosowanie QR kodów do zaszyfrowania informacji o atrakcjach turystycznych



ENGINEERING

- zaprojektowanie i wykonanie modelu oświetlenia Ziemi w dniach przesileni letniego i zimowego oraz równonocy wiosennej i jesiennej
- wytyczenie trasy robota-turysty
- zaprojektowanie i wykonanie makiety, po której będzie przemieszczał się zaprogramowany robot-turysta
- zaprojektowanie i wykonanie plakatów dotyczących projektu



ART

- wykorzystanie kreatywności do zaprojektowania modelu przedstawiającego oświetlenie Ziemi oraz do wykonania makiety, po której porusza się robot-turysta
- wykonanie ulotek promujących projekt z zachowaniem zasad estetyki
- zaprojektowanie i wykonanie plakatów przedstawiających role uczniów i nauczycieli w procesie nauczania i uczenia się zgodnie z modelem STEAM
- dbanie o estetykę wykonania, trwałość i funkcjonalność wykonanych elementów



MATHEMATICS

- wykonanie obliczeń związanych z pomiarami odległości, kątów w celu wyznaczenia właściwej trasy robota-turysty
- wykonanie obliczeń dotyczących średniej temperatury powietrza w wybranych miejscach na świecie

Działania podejmowane przez uczniów podczas realizacji projektu „Podróżuję cały rok i zwiedzam... latem”



Działania podejmowane przez uczniów podczas realizacji projektu „Jak materiał i ciężar łódki wpływa na jej prędkość?”

powietrza do zwiedzania w danym miejscu. Kolejnym krokiem w realizacji projektu było wykonanie prototypu oświetlenia naszej planety, aby zwrócić uwagę na następstwa ruchu obiegowego Ziemi – zmiany pór roku i występowanie różnic w warunkach klimatycznych w różnych częściach świata. Biorąc pod uwagę porę roku i warunki klimatyczne, uczniowie zaplanowali podróż robota-turysty (robot mBot) po świecie. Wybrali dwanaście ciekawych turystycznie miejsc położonych w różnych zakątkach świata. Następnie zaprogramowali robota w programie mBlock tak, aby robot-turysta zobaczył po jednym miejscu w każdym kolejnym miesiącu roku. Miejsca, które odwiedzał, uczniowie oznaczyli na mapie numerami od jeden do dwanaście. Informacja o danym miejscu została ukryta w kodzie QR. Dodatkowo uczniowie zaprojektowali i wykonali plakaty przedstawiające rolę uczniów i nauczycieli w procesie nauczania i uczenia się zgodnie z modelem STEAM.

Projekt „Jak materiał i masa łódki wpływają na jej prędkość?”

Projekt był realizowany na zajęciach koła przyrodniczego „Akademia Natury” przez grupę uczniów z klasy piątej Akademickiej Szkoły Podstawowej im. Williama Shakespeare’a w Kielcach pod opieką nauczyciela – Edyty Dulewicz.

Podczas realizacji projektu uczniowie badali, czy prędkość poruszania się łódek po wodzie zależy od ich masy i materiału, z którego są wykonane. Poznali przykładowe możliwości wprawiania ich w ruch. Szukali odpowiedzi na pytanie „Dlaczego łódki

unoszą się na wodzie?”. Wykonali makietę zbiornika wodnego, który został przyozdobiony naturalnymi materiałami imitującymi brzeg rzeki. Makietę wykonano z wodoodpornego materiału – styroduru, a następnie pomalowano farbą olejną odporną na wodę. Uczniowie wykonali również modele łódek. Każda z nich zbudowana była z innego materiału, co miało wpływ na jej masę. Po napełnieniu zbiornika wodą uczniowie obserwowali, jak masa i materiał, z którego wykonali łódki, wpływają na zanurzenie. Przeprowadzili eksperyment, w którym badali, z jaką prędkością poruszają się poszczególne łódki po wodzie pod wpływem wiatru wytworzonego przez urządzenia elektryczne – suszarkę do włosów, wentylator. Zmierzyli czas przepłynięcia każdej łódki przez zbiornik wodny, a następnie obliczyli prędkość, z jaką poruszała się każda łódka. To pozwoliło im zauważyć różnice w prędkości poruszania się poszczególnych łódek w zależności od materiału, z którego były wykonane.

Więcej przykładów zrealizowanych projektów STEAM znajduje się na stronie internetowej Świętokrzyskiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Kielcach¹.

Mariola Kosztołowicz
Ewa Kwiecień
Małgorzata Grzegorzczak
nauczyciele konsultanci ŚCDN

¹ Baza dobrych praktyk [online:] <https://samorząd.gov.pl/web/scdn-kielce/baza-dobrych-praktyk> (dostęp: 19 lipca 2024).

Edukacja STEAM w dostępnych publikacjach

Metodologia STEAM początkowo była wykorzystywana przede wszystkim w kształceniu akademickim, aby stopniowo pojawiać się na niższych etapach edukacyjnych. Najważniejszą kwestią w jej stosowaniu stanowi niewątpliwie interdyscyplinarność, ale też takie elementy, jak: współpraca uczestników działań projektowych, możliwość eksperymentowania, prototypowania, testowania i modyfikacji czy niezwykle ważna praca na własnym błędzie.

Metodologia STEAM różni się od obecnej w dydaktyce od wielu lat metody projektu. W edukacji STEAM istotny jest nie temat, ale problem, który trzeba rozwiązać i większa niezależność procesu. Praca metodą STEAM okazuje się cenna, ponieważ upodabnia nauczanie do wielu procesów obecnych w obszarze zawodowym, a więc pozwala na kształcenie dla przyszłości. Mobilizuje również nauczycieli – „pomaga oderwać się od szkolnej rutyny i dotychczasowych schematów nauczania”¹.

Na temat pracy metodą STEAM na naszym rynku wydawniczym jest dostępnych wciąż stosunkowo niewiele publikacji w języku polskim. Istotne artykuły, poradniki dotyczące edukacji STEAM znajdziemy na stronach WWW. W zamieszczonym poniżej opracowaniu bibliograficznym publikujemy materiały głównie polskojęzyczne, ale również pozycje książkowe wydane w języku angielskim dostępne w polskich księgarniach internetowych. Istotna jest ich wartość merytoryczna.

W wersji elektronicznej „Inspiracji”, klikając w wybrany link, można bezpośrednio skorzystać z odpowiedniego tekstu. Zapraszamy do poszerzania swojej wiedzy na temat edukacji STEAM.

Bibliografia

- Borys M., *STEAM w przedszkolu 21 wieku* [online:] <https://kidsview.pl/steam-w-przedszkolu-21-wieku/>.
- Bujak Z., *Edukacja STEAM w szkole. Raport. Jak zastosować nowoczesne metody edukacji projektowej w twojej klasie?*, Warszawa 2022 [online:] https://fundacijapr.pl/dam/jcr:bfc0356d-bf82-4460-a102-c936e26d8c0c/Raport_Edukacja_STEAM_w_szkole.
- Edukacja STEAM dla zrównoważonego rozwoju = STEAM education for sustainable development*, red. L. Amado, T. Butvilas, M. Ciechanowska i in., Kraków 2021.
- Edukacja STREAM – postępowanie zaczyna się od działania. Uczymy jak myśleć, a nie co myśleć* [online:] <https://streamedukacja.pl/>.
- Implementacja metod i narzędzi STEAM & wykorzystywanie i tworzenie modeli AI w EDUKACJI* [online:] <https://www.steam.edu.pl/>.
- Jolly A., *STEM by design strategies and activities for grades IV–VIII*, Eye On Education, 2016.
- Karma K., *The real STEAM SB Pre-A1* [online:] <https://www.empik.com/the-real-steam-sb-pre-a1.p1480759673.ksiazka-p>.
- Nash E., *The essential guide to STEAM. Making an art. Out of science*, B Small Publishing, 2019.
- Plebańska M., Kołodziejczyk W., *Edukacja w modelu STEAM. Przewodnik dla nauczycieli* [online:] https://otwartelekcje.pl/steam/edukacja_w_modelu_STEAM.pdf.
- Plebańska M., *STEAM – edukacja przyszłości*, „Mazowiecki Kwartalnik Edukacyjny. Meritum” 2018, nr 4 (51) [online:] https://strona2018.mscdn.pl/mscdn2018/images/STEAM_prof_Marlena_Pleba%C5%84ska.pdf.
- Plebańska M., Szyller A., *STEAM-owe przedszkole*, Warszawa 2021.
- Plebańska M., Trojańska K., *STEAM-owe lekcje* (eBook) [online:] https://ksiegarnia.pwn.pl/STEAM-owe-Lekcje,765572182,p.html?cq_src=google_ads&cq_cmp=205044627&cq_term=&cq_plac=&cq_net=g&cq_plt=gp&cq_src=google_ads&cq_cmp=205044627&cq_term=&cq_plac=&cq_net=g&cq_plt=gp&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw34qzBhBmEiwaOUQcFyXJHlxUzBYIGG-4NEAIHL6_EFtGb7Jl3tZL16Po4yHqtdtldcDjN80hoCqWoQAvD_BwE.
- Przepis na STEAM w edukacji. Poradnik dla nauczycieli i edukatorów* [online:] <https://www.gov.pl/web/cppc/przepis-na-steam-w-edukacji-poradnik-dla-nauczycieli-i-edukatorow>.
- Strategies and activities for grades IV–VIII* [online:] <https://www.stem-by-design.com/>.
- Surma B., *Edukacja naukowa oparta na dociekaniu (IBSE – Inquiry Based Science Education) oraz STEAM w przedszkolu a zrównoważony rozwój*, „Edukacja Elementarna w Teorii i Praktyce” 2021, nr 16 [online:] https://www.researchgate.net/publication/357436243_Edukacja_naukowa_oparta_na_dociekaniu_IBSE_Inquiry_Based_Science_Education_oraz_STEAM_w_przedszkolu_a_zrownowazony_rozwoj.
- Śledziwska K., Włoch R., *Kompetencje przyszłości. Jak je kształtować w elastycznym ekosystemie edukacyjnym?*, Warszawa 2019 [online:] <https://kometa.edu.pl/biblioteka-cyfrowa/publikacja,798,-kompetencje-przyszlosci-jak-je-ksztaltowac-w-elastycznym-ekosystemie-edukacyjnym>.
- Trojańska K., *STEAM-owe lekcje*, „Mazowiecki Kwartalnik Edukacyjny. Meritum” 2018, nr 4 (51) [online:] https://mscdn.home.pl/mscdn2018/images/pdf/Dobre_praktyki/1059_art.pdf.
- Wykorzystanie eksperymentów i metod aktywizujących w nauczaniu – problemy i wyzwania. Raport z badań*, Warszawa 2009 [online:] https://doskonaleniewsieci.pl/Upload/Artykuly/zasoby_pilotazowe/5162%20Mat.%206-raport_nauczyciele_konferencja_prasowa_14_10_09.pdf.
- Wyppich I., *STEAM w praktyce w szkole ponadpodstawowej* [online:] <https://www.edunews.pl/nowoczesna-edukacja/programowanie/6352-steam-w-praktyce-w-szkole-ponadpodstawowej>.
- Założenia teoretyczne. Edukacja dla zrównoważonego rozwoju, strategia STEAM i pojęcie edukacji outdoorowej* [online:] https://kidslab4sustainability.eu/wp-content/uploads/2023/09/K4S-Theoretical-framework_PL-1.pdf.
- Zbiór koncepcji zajęć „STEAM” dla klas I–III szkoły podstawowej. Studentci–studentom*, red. B. Dudel, A. Naruszewicz, Białystok 2022 [online:] https://old.noe.uwb.edu.pl/content/uploaded/20221028_141124_u635bc6ceeed17_zbior_koncepcji_zajec_steam_w_klasach_i_iii_szkoly_podstawowej.pdf.

¹ Za: Z. Bujak, *Edukacja STEAM w szkole. Jak zastosować nowoczesne metody edukacji projektowej w twojej klasie?*, Warszawa 2022 [online:] https://fundacijapr.pl/dam/jcr:bfc0356d-bf82-4460-a102-c936e26d8c0c/Raport_Edukacja_STEAM_w_szkole.pdf, (dostęp: 5 lipca 2024), s. 10.

Czytelnicze inspiracje

Autorki książki *STEAM-owe przedszkole* wydanej w 2021 r. przez Difin Sp. z o.o. to Marlena Plebańska i Aleksandra Szyller. Marlena Plebańska jest prof. dr. hab. Uniwersytetu Warszawskiego, prekursorką polskiej e-edukacji specjalizującą się w zarządzaniu wiedzą, e-learningiem, *design thinking*. Druga z autorek – dr Aleksandra Szyller – również pracuje na Uniwersytecie Warszawskim. Jej krąg zainteresowań zawodowych to: literatura dziecięca, media w edukacji, edukacja językowa w nauczaniu najmłodszych, psychologia rozwojowa dziecka, gry planszowe w pracy z dzieckiem w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym.

Książka wprowadza czytelnika w świat zagadnień STEAM, wyjaśniając, na czym polega ta jeszcze mało w Polsce rozpoznana metodologia, którą można z powodzeniem stosować na każdym poziomie nauczania i w ramach różnych przedmiotów szkolnych.

Autorki prezentują genezę idei edukacji STEAM wywodzącą się z modelu STEM wprowadzonego w Stanach Zjednoczonych w latach dziewięćdziesiątych przez National Science Foundation¹. Miała ona na celu dopasowanie nauczania do globalnej gospodarki XXI w. Później wzbogacono tę koncepcję o powiązania ze sztuką (ang. *art* – A) i naukami humanistycznymi. Pozwoliło to na wykorzystanie wiedzy z zakresu neurodydaktyki, wprowadzenie m.in. takich elementów, jak: kreatywność, twórcze eksperymentowanie czy wrażliwość artystyczna. Sztuka stała się elementem rozwiązywania wyodrębnionych życiowych problemów.

Autorki zwracają uwagę na naturalność połączenia kształcenia humanistycznego z naukami ścisłymi. Podejmują bardzo istotny temat sposobów oceniania osiągnięć uczniów zdobytych w ramach edukacji STEAM. Podkreślają znaczenie kształcenia u dzieci kompetencji, które będą kiedyś podstawą ich działalności zawodowej. Jednocześnie zwracają uwagę, że kształcenie kompetencji przyszłości – cyfrowych i społecznych – jest naturalnym procesem poznawczym człowieka. Podstawa to oczywiście indywidualna wiedza o świecie każdego dziecka. Takie spojrzenie na STEAM jest realizacją zasad konstrukcjonizmu, w którym obowiązuje osiem prawidłości: uczenie się przez działanie, wykorzystywanie technologii, zabawa, uczenie się jak uczyć, brak pośpiechu, uczenie się na błędach, pozytywne przykłady, wykorzystywanie cyfryzacji.

W edukacji STEAM niezwykle istotny jest aspekt nowoczesnych technologii. Ich wykorzystanie wspiera proces dydaktyczny. Z jednej strony stanowi pewne ułatwienie dla prowadzącego, bo w naturalny sposób przyciąga dzieci do świata nowości technologicznych, z drugiej – rozwija ich kompetencje cyfrowe, wspomaga rozwój innych obszarów, np. współpracy, uczy celowego, planowanego wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych – „[...] koncepcja STEAM wykorzystująca nie tylko TIK,

ale także TEL jest drogą do osiągnięcia lepszej jakości uczenia się już od najmłodszych lat”².

Zgodnie z tytułem książki obszerna część pracy poświęcona została omówieniu wykorzystania metodologii STEAM w edukacji przedszkolnej. Autorki podkreślają znaczenie tego etapu życia każdego człowieka dla jego rozwoju i budowania podstaw do funkcjonowania w dorosłości. Aby młodzi ludzie w przyszłości odczuwali potrzebę ciągłego doskonalenia, muszą już w fazie wczesnego dzieciństwa rozbudzić w sobie zainteresowanie samokształceniem. Jak czytamy: „Najbardziej znane badania dotyczące wczesnej interwencji edukacyjnej realizowane w USA (*HighScope*) wskazały nie tylko na wyższe wyniki w nauce w szkole średniej dzieci uczęszczających do przedszkola, ale również odległe w czasie rezultaty osiągane w 27, jak i 40 roku życia”³. Autorki podkreślają, że koncepcja edukacji STEAM wspomaga bardzo dobrze realizację edukacji przedszkolnej, pomaga w przygotowaniu młodego człowieka do uczenia się na kolejnym etapie kształcenia, wdraża do samodzielnego zdobywania wiedzy, poszukiwania rozwiązań, logicznego myślenia i inicjatywności, ale także do pracy z błędem.

Publikacja dostarcza informacji na temat innowacyjnych metod dydaktycznych stosowanych w edukacji STEAM – *design thinking*, czyli metody wykorzystywanej w biznesie oraz EduScrum, czyli idei zaczerpniętej ze świata IT. Autorki zachęcają do tworzenia nowoczesnej przestrzeni kreatywnej pracy – STEAMLab, miejsca, w którym przeszłość i nowoczesność, spotykając się ze sobą, tworzą przyszłość. Podpowiadają, jak wykreować poszczególne strefy pracy dzieci, jak przygotować i prowadzić zajęcia, z jakich narzędzi dydaktycznych – analogowych i cyfrowych – skorzystać.

Jeden z rozdziałów książki zawiera przykładowe koncepcje zajęć STEAM dla przedszkolaków. Autorki podkreślają, że nie należy traktować ich jak gotowe scenariusze, ale inspirację do tworzenia własnych koncepcji. W związku z tym zamieszczone schematy zajęć mogą być modyfikowane zależnie od potrzeb grupy przedszkolnej, dostępnej przestrzeni technologicznej placówki, predyspozycji prowadzącego. Jak czytamy w podsumowaniu: „STEAM-owe zajęcia dają dzieciom przestrzeń do pracy twórczej, ekspresji artystycznej, projektowania i realizacji własnych pomysłów oraz dochodzenia do celu własną, indywidualną, autorską drogą, a tym samym uczą poszukiwania nowych, niestandardowych rozwiązań”⁴.

Sądzę, że książka stanowi kompendium wiedzy na temat edukacji STEAM w przedszkolu, ale z pewnością wiele informacji i zaprezentowanych rozwiązań metodycznych można wykorzystać również na wyższych etapach edukacyjnych. Warto po tę pozycję wydawniczą sięgnąć, jeśli zamierzacie Państwo stosować STEAM w swojej pracy dydaktycznej.

Maria Kinga Orlicz
nauczyciel konsultant ŚCDN

¹ National Science Foundation (NSF) to amerykańska agencja federalna utworzona w 1950 r. Jej celem jest finansowanie badań podstawowych z zakresu nauk o życiu (z wyjątkiem nauk medycznych) oraz nauk ścisłych i technicznych.

² Za: M. Plebańska, A. Szyller, *STEAM-owe przedszkole*, Warszawa 2021, s. 21.

³ Za: tamże, s. 23.

⁴ Za: tamże, s. 136.

Świętokrzyskie Forum Młodych Badaczy w obiektywie

Dnia 24 kwietnia 2024 r. uczniowie i nauczyciele uczestniczyli w Świętokrzyskim Forum Młodych Badaczy zorganizowanym przez Świętokrzyskie Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Kielcach oraz Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach. Szkoły województwa świętokrzyskiego zaprezentowały swoje projekty STEAM.



Uczniowie SP im. Wojska Polskiego w Parszowie wraz z opiekunkami – projekt „Bogactwo tradycji i kultury naszej Małej Ojczyzny”



Uczniowie SP nr 33 im. Ignacego Jana Paderewskiego w Kielcach – projekt „Energia jądrowa – ekonomiczna czy ekologiczna?”



Uczniowie SP im. Armii Krajowej w Olesznie – projekt „Szkoła z piernika”



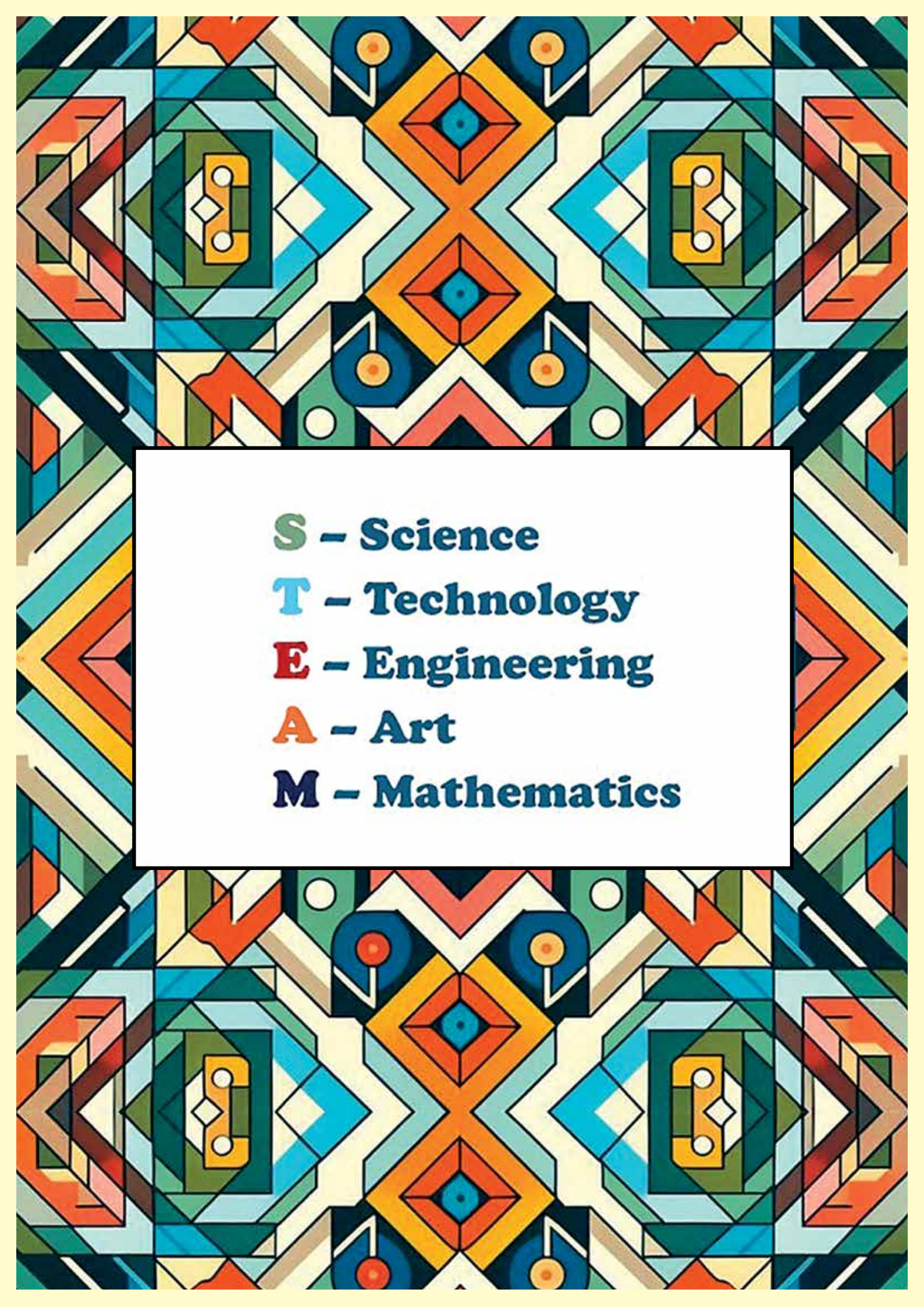
Uczniowie SP nr 2 im. Orła Białego w Skarżysku-Kamiennym wraz z opiekunkami – projekt „Jak ruchy Ziemi wpływają na przyrodę i rytm życia człowieka?”



SP w Brzostkowie – projekt „Szlakiem Orlich Gniazd”



Uczniowie SP im. Stefana Kardynała Wyszyńskiego w Pierzchnicy – projekt „Zwierzęta w roli głównej – obiad podano!”



S – Science

T – Technology

E – Engineering

A – Art

M – Mathematics