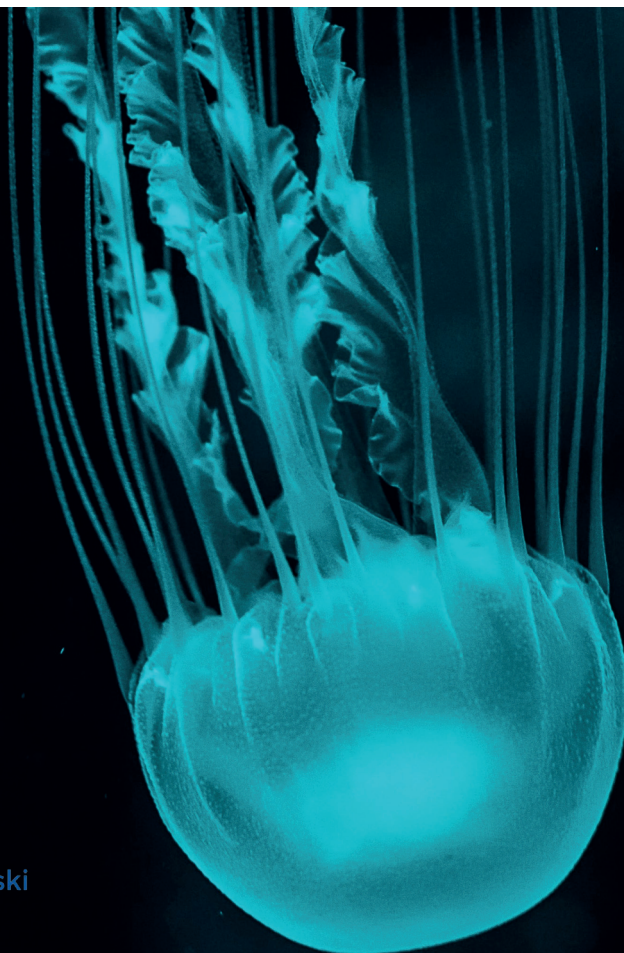


Magdalena Urbaś

Kalejdoskop przyrodniczy
Przedmioty przyrodnicze w kl. IV–VIII SP



Szkolenie pn. „Kalejdoskop przyrodniczy
Przedmioty przyrodnicze w kl. IV–VIII SP”

jest organizowane w ramach realizacji projektu „Szkoła Ćwiczeń Leonardo w PSP nr 29 w Gdańsku”, nr POWR.02.10.00-00-3036/20, współfinansowanym przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014–2020

Wydawca:
Drukarnia Pokrzywna
ISBN 978-83-965566_3-9

Poznań 2022



Ogólnopolski Operator Oświaty
ul. Górczyczewskiego 2/7
60-554 Poznań
www.operator.edu.pl

Spis treści

Wstęp	5
1. Terenowo, pozaformalnie i nieformalnie	8
2. Obserwuję, eksperymentuję, doświadczam	32
3. Klucz do kompetencji	63
4. TIK dla przyrodnika	72
5. Planowanie jako początek i koniec	90
Bibliografia	98

Wstęp



Droga Czytelniczko, Drogi Czytelniku!

Publikacja, która trafiła w Twoje ręce, powstała z myślą o nauczycielach i nauczycielkach przedmiotów przyrodniczych w szkole podstawowej. *Kalejdoskop przyrodniczy* powstał w ramach projektu „Szkoła ćwiczeń Leonardo w PSP nr 29 w Gdańsku” i jest adresowany głównie do osób uczestniczących w tym projekcie. Jeśli jesteś refleksyjnym praktykiem, możesz znaleźć w prezentowanym *Kalejdoskopie*... coś użytecznego dla Ciebie, nawet jeśli nie uczestniczysz we wspomnianym projekcie.

Celem powstania *Kalejdoskopu przyrodniczego* jest inspirowanie Ciebie – nauczycielko – i Ciebie – nauczycielu przedmiotów przyrodniczych – w Twoim dalszym rozwoju. Jeśli poszukujesz odpowiedzi na pytania: jak uczyć (się) przedmiotów przyrodniczych, co znaczą tajemnicze akronimy STEM, STEAM, IBSE, które z kompetencji kluczowych dotyczą przedmiotów przyrodniczych, tutaj je znajdziesz.

W opracowaniu swoje miejsce znalazły także inne zagadnienia. Prezentowana publikacja jest swoistą subiektywną mapą myśli przyrodniczych, ich kalejdoskopem. *Kalejdoskop przyrodniczy* pomaga w realizowaniu wymogów, które stawia przed nauczycielami aktualna podstawa programowa dla II etapu edukacyjnego, wprowadzona Rozporządzeniem 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. 2017, poz. 356). Układ treści *Kalejdoskopu*... odzwierciedla naturalny, chronologiczny porządek. Obserwacja obiektów, zjawisk w naturze wyprzedziła o wiele, wiele lat nauczanie formalne przedmiotów przyrodniczych oraz zastosowania technologii informacyjno komunikacyjnej. Treści publikacji zostały ujęte w pię-

ciu, niezależnych rozdziałach. Znajdziesz w nich przykłady sprawdzonych doświadczeń oraz zagadnienia do zastanowienia – wyróżniono je ramką z symbolem .

Propozycje zadań dla uczniów oznaczono ramką i symbolem .

Prezentowana publikacja nie zastępuje bogatego zbioru dostępnych poradników metodycznych. W wielu miejscach znajdziesz odniesienia do dostępnych publikacji. W którą stronę zechcesz podążyć, zależy to tylko od Ciebie. Każdy przedmiot przyrodniczy cechuje się własną, odrębną specyfiką. W tym bogactwie różnorodności istnieje jednak także wymiar jedności. Myślą przewodnią *Kalejdoskopu...* jest interdyscyplinarne ujęcie przedmiotów przyrodniczych. Realizacja przedsięwzięć w ramach projektu „Szkoła ćwiczeń...” zaowocowała już powstaniem wielu opracowań poświęconych uczeniu się i nauczaniu szeregu przedmiotów, rozwijaniu wielu kompetencji uczniowskich. W *Kalejdoskopie...* znalazły się odwołania do opracowań poświęconych odrębnie poszczególnym przedmiotom przyrodniczym.

Wachlarz zagadnień obejmowanych przez kształcenie przyrodnicze jest bardzo szeroki, podobnie jak rozległy i zróżnicowany jest przedmiot badań nauk przyrodniczych. Poruszamy się w nim od wnętrza atomu i niesamowitego świata kwantów poprzez świat żywych organizmów aż do praw rządzących wszechświatem. W celach projektu „Szkoła ćwiczeń...” znalazło się odwołanie do kształtowania kompetencji kluczowych u uczniów, zatem zagadnienie kompetencji kluczowych (w kontekście przedmiotów przyrodniczych) jest powracającym motywem *Kalejdoskopu...*

W powyższym tekście kilkakrotnie już pojawiło się określenie „przedmioty przyrodnicze”. Które to przedmioty? W poszukiwaniu odpowiedzi na to podstawowe pytanie sięgnijmy do monografii *Co w dydaktykach nauk przyrodniczych ocalić od zapomnienia*. Czytamy tam: „Współczesna nauka dzieli wiedzę na dziedziny, których w szkole pewnym odzwierciedleniem są przedmioty. Z wielu przedmiotów szkolnych wydziela się grupa przedmiotów określanych jako przyrodnicze. Do przedmiotów tych [przyrodniczych] Sawicki (1981) zalicza biologię, chemię, fizykę i geografię, jednak nie wszyscy są zgodni z tym podziałem. Niektórzy zaliczają fizykę do nauk ścisłych inni też w naukach ścisłych umieszczają chemię” (Galska-Krajewska, Si-

porska, Szelągowska 2015). A zatem już na wstępie brak pełnej zgody i jednomyślności. W *Kalejdoskopie...* pod nazwą „przedmioty przyrodnicze” ujęte zostały: biologia, chemia, fizyka, geografia oraz przyroda (przedmioty realizowane w szkole podstawowej).

Jeśli jesteś uczestnikiem projektu „Szkoła ćwiczeń...”, przygodę z udziałem w nim możesz rozpocząć od poznania założeń modelu szkoły ćwiczeń zamieszczonego na stronie Ośrodka Rozwoju Edukacji: <http://bityl.pl/GDmZW>.

Jeśli zechcesz skontaktować się ze mną, zapraszam do kontaktu za pośrednictwem e-maila: magdalena.urbas@cen.gda.pl.

Z życzeniami owocnej lektury i pozdrowieniami dla nauczycieli i nauczycielek, refleksyjnych praktyków

Magdalena Urbaś

nauczycielka konsultantka

ds. biologii i przyrody w Centrum Edukacji Nauczycieli w Gdańsku

1. Terenowo, pozaformalnie i nieformalnie



Pierwszą nauczycielką każdego z nas jest sama przyroda. Nauczycielka ta towarzyszy nam przez całe życie. Uczenie się jest procesem, który rozpoczyna się na długo przed wstąpieniem w mury szkół i przedszkoli.

A zatem rozpoczniemy od uczenia się **nieformalnego i pozaformalnego**.

Zastanów się

Na terenie gmachu Politechniki Gdańskiej, na dziedzińcu im. Jana Heweliusza, można obserwować ruch wahadła Foucaulta. Uczeń przy okazji wizyty u rodziców pracujących na tej uczelni przygląda się ruchowi wahadła, a następnie w zasobach internetowych wyszukuje dodatkowe informacje na ten temat. Jaki rodzaj edukacji przypiszemy tej sytuacji: formalna, nieformalna, pozaformalna?

Poniższy tekst pomoże Ci w odpowiedzi na to pytanie.

Zalecenie Rady w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie (2018) podkreślają wagę uczenia się nieformalnego i pozaformalnego:

„Uczenie się pozaformalne i nieformalne odgrywają istotną rolę we wspomaganiu rozwoju niezbędnych umiejętności interpersonalnych, komunikacyjnych i poznawczych, takich jak: krytyczne myślenie, umiejętności analityczne, kreatywność, umiejętność rozwiązywania problemów i odporność, które ułatwiają młodym ludziom wchodzenie w dorosłość, aktywne obywatelstwo i życie zawodowe. Ustanowienie lepszej współpracy pomiędzy różnymi strukturami uczenia

się pomaga promować różnorodne podejścia do uczenia się i różnorodne jego konteksty”.

Powyższy cytat podkreśla wagę edukacji pozaformalnej i nieformalnej, ale nie tłumaczy tych pojęć.

Zatem czym jest edukacja pozaformalna?

Jedną z definicji znajdziemy np. na stronie WWW Głównego Urzędu Statystycznego:

„Zorganizowane działania edukacyjne, które nie odpowiadają definicji edukacji szkolnej. Kształcenie pozaformalne nie powoduje zmiany w poziomie wykształcenia. W odróżnieniu od kształcenia nieformalnego, kształcenie pozaformalne powinno odbywać się z udziałem wykładowcy, instruktora lub nauczyciela. Dodatkowe wyjaśnienia metodologiczne: kształcenie pozaformalne prowadzi zazwyczaj do zdobywania i poszerzania umiejętności w różnych dziedzinach życia zawodowego, społecznego jak również kulturalnego”.

Tak edukację pozaformalną definiuje natomiast słownik pojęć Zintegrowanej Strategii Umiejętności 2030: „kształcenie i szkolenie realizowane w ramach programów, które nie prowadzą do uzyskania kwalifikacji pełnych lub kwalifikacji nadawanych po ukończeniu studiów podyplomowych albo kwalifikacji w zawodzie” (MEN 2019, s. 5).

Różnice między trzema rodzajami edukacji przedstawiono w tabeli 1.1.

Tabela 1.1. Wskaźniki klasyfikujące edukację

	Zorganizowany proces kształcenia	Program kształcenia prowadzi do kwalifikacji zarejestrowanej	Program kształcenia prowadzi do kwalifikacji	Uczenie się jest intencjonalne (nie jest mimowolne)
Edukacja formalna	tak	tak	tak	tak
Edukacja pozaformalna	tak	nie	tak	tak

	Zorganizowany proces kształcenia	Program kształcenia prowadzi do kwalifikacji zarejestrowanej	Program kształcenia prowadzi do kwalifikacji	Uczenie się jest intencjonalne (nie jest mimowolne)
Edukacja nieformalna	nie	nie	nie	tak lub nie

Źródło: Sławiński 2014, s. 13–21

Precyzyjne zdefiniowanie tych pojęć jest istotne dla ich użycia w aktach prawnych, opracowaniach badawczych i statystycznych (np. opracowanie przygotowane przez Instytut Badań Edukacyjnych), badań statystycznych, np. raport poświęcony udziałowi osób dorosłych w różnych formach edukacji (GUS 2016).

Spójrzmy na przykłady.

Lekcja biologii poświęcona rozpoznawaniu liści krajowych drzew prowadzona przez nauczyciela biologii w przyszłolnym parku to przykład edukacji formalnej.

Podobne umiejętności kształtuje uczeń podczas warsztatu terenowego zorganizowanego np. przez Centrum Edukacji i Informacji Ekologicznej w Gdańsku, poprowadzony przez botanika, pracownika naukowego uniwersytetu. Samodzielny spacer po parku lub spacer z rodzicem połączony z rozpoznawaniem drzew (np. przy pomocy aplikacji do rozpoznawania drzew lub książkowego przewodnika) będzie już przykładem edukacji nieformalnej.

Można przywołać jeszcze jedną, niewymienioną w tabeli, cechę edukacji pozaformalnej i nieformalnej: różnorodność. Bogactwo form, sposobów, w jaki może się odbywać, jest imponujące. Edukację pozaformalną wspomaga wiele instytucji. Niektóre z nich zostały powołane specjalnie w tym celu. Instytut Badań Edukacyjnych uczynił przedmiotem swoich badań przyrodniczą edukację nieformalną, efektem jest opracowanie *Dobre praktyki w przyrodniczej edukacji pozaformalnej. Badania oferty zajęć przyrodniczych* (IBE 2013).

Dziedziniec Politechniki Gdańskiej to niejedyne miejsce, gdzie można obserwować ruch wahadła Foucaulta. Podobne wahadła znaj-

dują się w kilku innych miejscach w Polsce. Znajdziemy je m.in. w Centrum Nauki „Kopernik” w Warszawie i Muzeum we Fromborku. Najdłuższe w Polsce wahadło znajduje się w kościele Świętych Piotra i Pawła w Krakowie. Dzięki wahadłu Foucaulta możemy obserwować efekty ruchu obrotowego Ziemi. Wirtualną prezentację ruchu takiego wahadła znajdziemy np. na platformie YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=XERlq5_pdTQ.

Odniesienia do ruchu wahadła znajdziemy w podstawie programowej z fizyki dla szkoły podstawowej. Ruch obrotowy Ziemi to z kolei zagadnienie objęte podstawą programową z geografii. Nazwa wahadła pochodzi od nazwiska jego wynalazcy Jeana Bernarda Léona Foucaulta, w 1851 r. zademonstrowano jego działanie w Paryskim Obserwatorium Astronomicznym. Siłę działania wahadła na wyobraźnię możemy dostrzec w literaturze, np. w powieści *Wahadło Foucaulta* Umberta Eco, motyw wahadła pojawia się także np. w mrocznym opowiadaniu Edgara Allana Poe *Studnia i wahadło*. A zatem wahadło dostarcza także okazji do nawiązania do kompetencji kluczowych opisanych w zalecaniach Rady Europy jako kompetencje w zakresie świadomości i ekspresji kulturalnej.

Eksperyment z wahadłem Foucaulta znalazł się na liście 10 najpiękniejszych eksperymentów fizyki. Jakie eksperymenty znalazły się na pozostałych miejscach? Odpowiedź na to pytanie przynosi książka *10 najpiękniejszych eksperymentów z fizyki* napisana przez historyka nauki Roberta P. Crease’a. Lista została sporządzona na podstawie ankiety przeprowadzonej wśród fizyków z całego świata. Pozostała dziesięć eksperymentów uporządkowana chronologicznie wygląda następująco:

1. Pomiar Eratostenesa (ok. roku 230 p.n.e.) – pomiar obwodu Ziemi.
2. Eksperyment Galileusza (rok 1600) – spadek swobodny ciał o różnej masie.
3. Eksperyment Galileusza (rok 1600) – obserwacja ruchu ciał staczających się z równi pochyłej.
4. Eksperyment Newtona (lata 1665–1666) – rozszczepienie światła za pomocą pryzmatu.
5. Eksperyment Cavendisha (rok 1798) – wyznaczenie stałej grawitacji G za pomocą wagi skręceń.

6. Doświadczenie Younga (rok 1801) – interferencja światła na dwóch szczelinach.
7. Doświadczenie Millikana (rok 1910) – wyznaczenie ładunku elektronu za pomocą spadającej w polu elektrycznym kropli oleju.
8. Eksperyment Rutherforda (rok 1911) – odkrycie jądra atomowego.
9. Doświadczenie Davissona i Germera (rok 1927) – dyfrakcja elektronów na podwójnej szczelinie
(Błasiak 2011).

Zastanów się

Jaki rodzaj edukacji przypiszemy sytuacji, gdy uczniowie w zorganizowanej grupie przyglądają się ruchowi wahadła w ramach warsztatów prowadzonych przez edukatorów Centrum Nauki „Kopernik”?

Oczywiście edukacja pozaformalna nie jest jedynie domeną działania Centrum Nauki „Kopernik”. Mamy tutaj do czynienia z bogatą paletą różnorodnych propozycji. Na edukacyjnej mapie Pomorza wyróżnia się Centrum „Experyment” w Gdyni. Oferta Centrum „Experyment” to nie tylko interaktywne wystawy, ale także zajęcia dla dzieci i młodzieży, projekty, w tym np. zajęcia „Experyment w szkole” (edukatorzy odwiedzają wówczas szkoły), zajęcia odbywają się w także siedzibie Centrum. Centrum ma również ofertę skierowaną specjalnie do nauczycieli. Dwie wymienione instytucje to przykłady centrów nauki, do tej grupy zalicza się także szereg innych wartych poznania, np. Centrum Nauki Keplera w Zielonej Górze, Centrum Leonardo da Vinci w Chęcinach itd.

Wśród przykładów miejsc edukacji nieformalnej w województwie pomorskim ważną rolę od wielu lat odgrywa Centrum Informacji i Edukacji Ekologicznej w Gdańsku (CIEE): <https://ciee.gda.pl>. CIEE oferuje szeroki wachlarz propozycji w tym warsztaty terenowe (dla wszystkich, niezależnie od wieku), konkursy dla dzieci i młodzieży. Wśród trójmiejskich propozycji nie może zabraknąć centrum Hevelianum: <https://hevelianum.pl>. Trudno wyobrazić sobie zwiedzanie Gdyni bez wizyty w Akwarium Gdyni. Oferta Akwarium to nie tylko zwiedzanie wystaw i działalność dydaktyczna na miejscu, ale i dostęp do zasobów edukacyjnych online: <https://akwarium.gdynia.pl>.

Poszukując wartościowej oferty, warto zainteresować się działalnością edukacyjną prowadzoną przez Lasy Państwowe, poszczególne parki narodowe i krajobrazowe. Przykładem może być Zaborski Park Krajobrazowy: <https://zaborskipark.pl>. Zbiory użytecznych informacji o środowisku i przyrodzie znajdziemy na stronach Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska oraz na stronach oddziałów regionalnych (np. <http://gdansk.rdos.gov.pl>).

Edukacja pozaformalna może odbywać się w bardzo zróżnicowany sposób. W ten rodzaj edukacji wpisuje się działalność szeregu organizacji, instytucji, stowarzyszeń, uczelni wyższych. Jedną z organizacji o najdłuższej tradycji w Polsce jest Liga Ochrony Przyrody. Wśród stowarzyszeń można wymienić np. Polskie Towarzystwo Przyrodników, Grupę Badawczą Ptaków Wodnych „Kuling”, Stowarzyszenie Ośrodek Działań Ekologicznych „Źródła”, Kaszubski Uniwersytet Ludowy (w kręgu jego zainteresowań znajduje się edukacja ekologiczna) i wiele, wiele innych.

Różny może być także zasięg działania poszczególnych podmiotów – od lokalnego, obejmującego miasto, związek gmin (np. Komunalny Związek Gmin „Doliny Redy i Chylonki” <https://kzg.pl>) przez wojewódzki, krajowy do międzynarodowego, np. WWF (World Wide Fund for Nature).

Dosłownie na wyciągnięcie ręki są dla nas zasoby udostępnione w sieci przez instytucje z całego świata. Możemy korzystać m.in. z ogromnej oferty edukacyjnej Muzeum Historii Naturalnej w Londynie (MHN). Do propozycji MHN należą transmisje wykładów prowadzonych na żywo przez naukowców, bogate zbiory nagrań wykładów przeprowadzonych wcześniej (pliki w formacie MP3 są wysyłane odbiorcy na życzenie na podany adres e-mail, funkcja ta działa bardzo szybko i ciągu kilkunastu sekund uzyskujemy dostęp do nagrania). Warto samemu odkryć możliwości, które daje ta instytucja. MHN w Londynie prowadzi także kanał na YouTube (anglojęzyczny). Propozycje właściwe dla siebie znajdzie więc szerokie grono użytkowników o różnych potrzebach. Zamieszczono tam m.in. krótkie materiały dotyczące pojedynczych, szczegółowych zagadnień. Przykładem jest cykl Surprising Science, dzięki niemu można dowiedzieć się np., czy muchy mają uszy (Erica McAlister *Do flies have ears?*, https://www.youtube.com/watch?v=ghBO6S6TX4Y&list=PL6w4ihPqk5_LTbB7YB0LunWljOkPEEvAJ). Swoje miejsce na kanale znalazły także zagadnienia przekrojowe, np. dotyczące bioróżnorodności.

W dobie powszechnego dostępu do informacji istnieją jednak bariery językowa i techniczna. I to ta pierwsza wydaje się mieć teraz większe znaczenie. Jednak nawet ograniczając się do zasobów dostępnych jedynie w polskiej wersji językowej, otrzymujemy ogromną ilość danych.

Pandemia koronawirusa SARS-CoV-2 i konieczność przejścia na zdalną formę nauczania i uczenia się przyczyniła się do istotnego wzrostu liczby dostępnych zasobów edukacyjnych online. Wiele instytucji zaproponowało specjalnie przygotowane programy, np. cykl „Kopernik w domu”. Materiały, które powstały z tej wyjątkowej przyczyny, pozostaną dostępne także już po zakończeniu pandemii.

Im większa obfitość dostępnych materiałów, tym bardziej wzrasta rola ich trafnej selekcji i krytycznego spojrzenia. Możemy znaleźć zarówno oryginalne, cenne treści, jak np. wspomniany cykl program „Kopernik w domu”, jak i zasoby o wątpliwej wartości, aż do szkodliwych i niebezpiecznych. To samo medium – platforma YouTube – zapewnia dostęp do treści naukowych i pseudonaukowych. Czym się zatem kierować w wyborze treści? Najważniejszym kompasem powinno być nasze **myślenie krytyczne**. Zaskakująco wiele treści jest powielanych bez sprawdzenia ich pierwotnych źródeł, istnienia naukowych podstaw. Dorym przykładem może być tutaj historia tzw. stożka Dale’a. Ale do tego zagadnienia powrócimy w piątym rozdziale.

Na uwagę zasługuje idea otwartych uniwersytetów oraz otwartych zasobów edukacyjnych. Pierwszym i największym w Polsce otwartym uniwersytetem jest Uniwersytet Warszawski. Oferta śląskiego uniwersytetu otwartego obejmuje szereg działań, w tym uniwersytet dzieci, z części zasobów z tego działu mogą skorzystać wszyscy, nie tylko mieszkańcy Śląska. Mamy tam dostęp do opisów połączonych z fotografiami ciekawych i prostych do wykonania eksperymentów, jak elektryczne słomki, camera obscura i wiele innych: <https://dzieci.us.edu.pl/eksperymenty>.

Wśród otwartych uniwersytetów znajduje się także oferta Uniwersytetu Gdańskiego: https://ug.edu.pl/universytet_otwarty/ciekawe_miejsca/popularyzacja_nauki.

W ramach działalności tej uczelni odbywa się m.in. Bałtycki Festiwal Nauki. Bałtycki Festiwal Nauki to niejedyny cykliczny edukacyjny wydarzenie. Co roku odbywają się także Dni Mózgu, impreza odbywa się w ramach Światowego Tygodnia Mózgu (Brain Awareness Week). Dzięki działalności UG istnieje także możliwość wizyty w Stacji Morskiej w Helu im. Profesora Krzysztofa Skóry. Częścią Stacji Morskiej jest fokarium, czyli miejsce działania na rzecz ochrony i poznania fok, dzięki działalności stacji istnieje także możliwość obserwowania fok na żywo: <https://fokarium.pl>.

Edukacja pozaformalna i nieformalna to także działalność ogrodów zoologicznych, muzeów (coraz częściej interaktywnych), a także działalność osób prywatnych (np. kanały na YouTube prowadzone przez amatorów), audycje radiowe, programy telewizyjne, a także filmy przygotowane z myślą o sali kinowej (np. *Mikrokosmos*).

Na użytkowników czekają ogromne zbiory bibliotek (np. pedagogicznych, miejskich i szkolnych), w tym zbiory audiowizualne, czasopisma popularnonaukowe (np. „Świat Nauki”, „Wiedza i Życie”, „Przyroda Polska”, Magazyn Przyrodniczy „Salamandra”). Nauczycielom od lat służą czasopisma takie „Biologia w Szkole”, „Chemia w Szkole”, „Fizyka w Szkole z Astronomią”, „Urania”, „Geografia w Szkole”. Często czasopisma mają wersje elektroniczne, a wybrane artykuły bywają dostępne w formie bezpłatnej (tak jest np. w przypadku „Wiedzy i Życia”).

Warto także wykorzystywać potencjał popularnonaukowych publikacji literackich. Przykładem takich fascynujących propozycji mogą być książki autorstwa Petera Wohllebena: *Sekretne życie drzew* albo *Nieznane więzi natury*.

Z pozycji bardziej „użytkowych” warto polecić np. cykl publikacji *Laboratorium w szufladzie*. Nie zapominajmy o zasobach radiowych, w tym lokalnych rozgłośni, np. na stronie Radia Poznań znajdziemy cykl nagrań audycji *Drzwi do lasu*.

Wymienione powyżej przykłady nie stanowią oczywiście zamkniętego katalogu. Wymienienie wszystkich możliwych propozycji książkowych, czasopism, stron WWW instytucji, kanałów YouTube, profili w serwisach społecznościowych przekracza założenia i możliwości tego

opracowania. Warto na bieżąco śledzić strony kilku wybranych instytucji, sięgać do ulubionego czasopisma edukacyjnego. Dla użytkowników serwisów społecznościowych przydatne będzie członkostwo w kilku wybranych grupach. Wiele z podmiotów oferuje także nadsyłanie swojego newslettera.

Nieformalne uczenie się może zachodzić dzięki prywatnemu, małemu kanałowi w serwisie YouTube, który prowadzi uczeń VII klasy szkoły podstawowej zafascynowany obserwacją pantofelka pod swoim domowym mikroskopem. Może także mieć miejsce dzięki umieszczeniu w sieci materiałów przez największe, światowe, renomowane uczenie. Do przykładów należy strona Uniwersytetu Stanforda (nr 2 w rankingu najlepszych uczelni wyższych wg listy <https://www.topuniversities.com/university-rankings>), wśród bezpłatnych kursów znajdziemy np. poświęcony teorii względności Einsteina.

Wśród kanałów dostępnych na platformie YouTube godny polecenia jest np. Copernicus Center for Interdisciplinary Studies. Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych jest pozawydziałową jednostką Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Nieoceniona pomocą mogą być także fora dyskusyjne skupiające amatorów, dzielących się swoim często unikalnym doświadczeniem. Przykładem może być forum poświęcone akwarystyce morskiej: <https://nano-reef.pl/forums>, <https://aqua-reef.pl>, <https://reefclub.pl>.

Na tym nie kończy się przygoda z edukacją nieformalną, okazją do niej jest też **spacer**, nawet bez opuszczania granic miasta. Dzięki projektowi „Gdańskie Łąki” możemy obserwować kwitnące rośliny i zapylaczy „w pracy”. Coraz częściej w miastach pojawiają się „hotele dla owadów”, czyli udogodnienia dla dzikich zapylaczy. To próba rekompensowania zanikania naturalnych terenów, czy tzw. nieużytków. Poniżej znajdują się zdjęcia wykonanie w lipcu 2021 vis-à-vis Teatru Szekspirowskiego. Takie miejsca przyciągają motyle, trzmiele i mogą być okazją do obserwacji wielu gatunków owadów.

Fot.1.1a. Łąka kwietna w Gdańsku



Fot. 1.1b. Łąka kwietna w Gdańsku



Źródło: oprac. własne

Pandemia była okazją do przeglądu i zebrania zasobów edukacyjnych dostępnych w sieci, takiego zadania podjęły się np. ośrodki doskonalenia nauczycieli. Na stronach WWW ośrodków znajdują się zasoby online, w tym dotyczące przedmiotów przyrodniczych (np. Centrum Edukacji Nauczycieli w Gdańsku: www.cen.gda.pl, Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli w Słupsku: <https://www.odn.slupsk.pl/>).

Zastanów się

Na czym polega uczenie się pozaformalne i nieformalne Twoich uczniów?

Czy rozmawiasz z uczniami o uczeniu się poza szkołą?

Zajęcia terenowe

Niezależne od formy uczenia się (formalne, pozaformalne i nieformalne) trudno mówić o uczeniu się przedmiotów przyrodniczych bez wyjścia poza budynek szkoły.

To okazja do wykorzystania umiejętności posługiwania się mapą, a także obserwacji fizycznych i zauważenia, iż prawa fizyki działają także poza szkołą. Zagadnienia poznane na lekcji chemii można wykorzystać podczas zajęć poza salą lekcyjną. Możemy np. powiązać zbędny odczyn gleby z występowaniem w danym miejscu określonych

gatunków roślin. Często nie musimy odchodzić daleko od budynku szkoły, nawet obserwacja miejskiego trawnika może być formą zajęć terenowych.

Zajęcia terenowe mogą odbywać się zarówno podczas tzw. zielonych szkół, kilkudniowych wyjazdów, jak i krótkich wyjść poza budynek szkoły. To okazja nie tylko do rozpoznawania gatunków roślin i zwierząt, ale także do realizowania zagadnień objętych podstawą programową z geografii, fizyki i chemii. Mogą to być lekcje w terenie, zajęcia całodniowe, wycieczki szkolne. W terenie możemy wykonywać również prace użyteczne dla społeczności lokalnej, projekty w ramach wolontariatu. Zajęcia terenowe mogą być istotnym komponentem projektów uczniowskich realizowanych zarówno w ramach realizacji treści objętych podstawą programową, jak i zajęć dodatkowych, projektów realizowanych w ramach wspierania uzdolnień uczniów (np. w ramach projektu „Zdolni z Pomorza”¹ realizowane są także przedsięwzięcia obejmujące np. badania terenowe czystości wód itd.).

Zajęcia w terenie są wplecione w powstawanie i kształtowanie świadomości ekologicznej.

„Pierwszym krokiem na drodze do ekologicznego życia powinna być chęć i umiejętność życia w środowisku przyrodniczym, w lesie, na łące, w parku czy ogrodzie. [...] Dopiero gdy posiadziemy lub nie zatracimy wrodzonej umiejętności przebywania w przyrodzie uczymy się obserwować ją i doświadczać, a dopiero to pozwala nam zrozumieć procesy i prawa nią rządzące. Ten etap jest kluczowy i nie do przecenienia w pobudzaniu świadomości ekologicznej i kształtowaniu postaw. Z niego naturalnie wynikną dalsze stopnie na naszej ścieżce do ekologicznego życia. Każdy kto rozumie świat przyrody, zaczyna zdawać sobie sprawę z tego jak wielki wpływ ma on sam na środowisko, a także jaki wpływ na niego ma przyroda i stan w jakiej się ona znajduje. Tutaj samo nasuwa się pytanie – co ja mogę zrobić na rzecz przyrody i jak?” (Świderek 2008)².

Ciekawy opis projektu, którego elementem są zajęcia terenowe, znajdziemy w publikacji *Realizacja projektów uczniowskich w ramach edu-*

1 Więcej o projekcie można przeczytać na stronie <https://zdolnizpomorza.pl/index.php/o-projekcie>.

2 We wszystkich cytatach zamieszczonych w tej publikacji zachowano oryginalną pisownię.

kacji przyrodniczej w klasach IV–VII szkoły podstawowej. Jak skutecznie wyznaczać kierunki świata bez kompasu? (Szedzianis 2017)³.

Pomysł polega na weryfikacji obiegowych przekonań, np. o tym, że mech obrasta pnie drzew zawsze od strony północnej (co nie zawsze jest prawdą). Zaprezentowany pomysł można zmodyfikować, weryfikacji można poddać np. opisywane szczególne właściwości rośliny – sałaty kompasowej.

Poniżej zamieszczono propozycję zadania dla uczniów. Zadanie można wykorzystać w realizacji wymagania ogólnego zapisanego w podstawie programowej z biologii: 1. *Planowanie i przeprowadzanie obserwacji oraz doświadczeń; wnioskowanie w oparciu o ich wyniki.*

Propozycja zadania dla uczniów

Przeczytaj tekst:

*Istnieje roślina, dzięki której można wyznaczać kierunki świata. Jest nią sałata kompasowa (*Lactuca serriola*). Kiedy sałata kompasowa rośnie w pełnym słońcu, jej blaszki liściowe ustawione są równoległe do kierunku północ – południe, tak aby chronić się przed parowaniem, brzegiem blaszki do góry. Sałata kompasowa jest rośliną synantropijną.*

Zweryfikuj informacje zawarte w tekście – zaplanuj i przeprowadź obserwację.

Odszukaj rośliny sałaty kompasowej. Czy wystarczy przyrzeć się jednej roślinie?

Wykonaj dokumentację fotograficzną z opisem lokalizacji napotkanych roślin, okolicy, nasłonecznieniem (czy rośliny znajdują się w pełnym słońcu przez cały dzień). Zapisz datę i godzinę wykonania zdjęcia. Określ, czy wszystkie liście są ustawione w kierunku północ – południe (jeśli nie wszystkie, to ile z nich).

³ Wersja elektroniczna – patrz bibliografia.

Fot. 1.2. Sałata kompasowa



Źródło: Wikimedia commons, domena publiczna

Inny przykład opisu zajęć, które można przeprowadzić w terenie, znajdziemy w: Senddecka 2017a. Propozycja zajęć: „Ocena jakości wody”⁴.

Propozycja zawiera szereg możliwości pomiarów i obserwacji. Wykorzystana może być na lekcji biologii, chemii, fizyki i geografii (odnosi się do treści podstawy programowej tych przedmiotów). Zawiera opis oceny jakości wody (wskaźniki fizykochemiczne), szybkość nurtu, wskaźniki biologiczne (obecność zwierząt wskaźnikowych). Opisany zestaw działań może być przedmiotem projektu interdyscyplinarnego integrującego nauczanie treści przedmiotów przyrodniczych.

W powyższej publikacji zawarto także inne propozycje zajęć oraz, co istotne, informacje, na co warto zwrócić uwagę w trakcie zajęć prowadzonych w instytucjach zewnętrznych.

Często nie musimy wędrować daleko od budynku szkoły, aby dotrzeć do cennego przyrodniczo miejsca. Odwiedziny miejskiego parku pozwalają dostrzec interesujące obiekty. Warto poświęcić uwagę zachowanym skrawkom terenów podmokłych, pniom ściętych drzew (na zdjęciu widoczny martwy pień drzewa z owocnikami grzybów oraz porostami). Poniżej zamieszczono zdjęcia wykonane w parku Północnym w Sopocie.

⁴ Wersja elektroniczna – patrz bibliografia.

Fot. 1.3a. Park Północny w Sopocie



Fot. 1.3b. Park Północny w Sopocie



Źródło: oprac. własne

Obserwacja leżących w parku gałęzi, pni drzew jest okazją do rozmowy o roli martwych drzew jako oaz życia. Rola martwych drzew jest jednak znacznie większa. Bogatym źródłem informacji na ten temat będzie np. publikacja: *Drugie życie drzewa* (Gutowski et al. 2017)⁵. Czasem nawet obserwacja kawałka szkolnego murku porośniętego mchami i porostami będzie wycieczką do fascynującego miniekosystemu.

Pamiętajmy o (szkolnych) ogrodach

Ogródki szkolne mogą być prawdziwymi pracowniami przyrodniczymi. To idea ze wszech miar nowoczesna, chociaż nie nowa. Tak o ogórkach szkolnych pisano w czasopiśmie „Bartnik Postępowy” w 1880 r. (pisownia oryginalna):

„Przy każdej szkole dla dzieci, a zatem przy każdej szkole ludowej, powinien znachodzić się ogródek, a to z tego powodu, że dziecko, jeśli ma się odpowiednio rozwijać — wśród natury znachodzić się powinno, dalej, że związek zachodzący między przyrodą i duchowym życiem człowieka, najśnadziej wytłómaczyć dziecku można na roślinie. Życie zaś roślin tylko w żywej przyrodzie obserwować można, gdzie każda z nich w sposób sobie właściwy wschodzi i rośnie, kwitnie i zamiera. Ogród szkolny nastrocza dziecku dokładnego, żywego i ciągłego poglądu na żywą i zmieniającą się przyrodę i wpaja weń dziś tak potrzeb-

⁵ Wersja elektroniczna – patrz bibliografia.

ne wiadomości przyrodnicze, nie jako martwy i niestrawny materiał, lecz jako wiadomości zaczerpnięte z własnego poglądu i przyjemnego wrażenia, przez co pozostaną one świeżemu i niezatartemu w jego pamięci. Potrzeba przeto zaprowadzenia przy każdej szkole ludowej ogrodu jest prostą i sama przez się zrozumiałą. [...] Za sto lat, wszakże nie będą ludzie mogli pojąć, że przez tyle wieków i to we wszystkich oświeconych krajach utrzymywano szkoły ludowe bez ogrodów, i że w dziewiętnastym wieku, w którym wszystkie ludy i kraje współzawodniczą w wyposażaniu szkół we wszystko to, co tylko rozum i troskliwość wymyślić zdołały, przecież w tysiącnych wypadkach zapomniano o tym najwłaściwszym środku wychowawczym, który już prosty rozum wskazuje” (Schwab 1880)⁶.

Od napisania tego artykułu minęło już więcej niż 100 lat. Czy treść straciła na aktualności? Jednak autor nieco się mylił. W XXI w. obecność szkolnego ogródka nie jest oczywistością.

Spójrzmy na kolejny fragment tekstu z „Bartnika...”:

„[...] korzystnie na usposobienie dzieci, na ich charakter, wychowa je na miłośników przyrody, uczyni je chętnemu do pracy i towarzyskimi, zaszczerpi w nich poczucie piękna i poszanowania cudzej własności. Ogród szkolny, jak go się obecnie zaprowadza w Austrii, ma posłużyć nie tylko do poglądowego nauczania przyrodoznawstwa i do rozbudzenia zamiłowania do przyrody, lecz ma wpłynąć także na kształcenie rozumu, poczucia piękna, ma rozbudzić potrzebę towarzyskości, lepszych obyczajów, zamiłowania w pracy, ma działać na rozwinięcie sił cielesnych, oraz na podniesienie dobrobytu [...]”.

Czy ten opis w swojej naturze nie przypomina nieco opisu kompetencji kluczowych? Idea wydaje się zaskakująco podobna...

Tak jak 100 lat temu, tak i dziś nauczycielom i dyrektorom towarzyszy pytanie: skąd pozyskiwać fundusze na zakładanie ogródka? Także w tej kwestii „Bartnik...” okazuje się nadszpodziewanie postępowy, spieszy z następującą poradą odnośnie do pozyskiwania funduszy z budżetów gmin (pisownia oryginalna):

⁶ Wersja elektroniczna – patrz bibliografia.

„Gmina łatwiej go zrozumie, gdy jej przedłoży i objaśni plan przyszłego ogrodu o ile możliwości pięknie kolorowany. Kto w podobny sposób, przy zakładaniu ogrodu postępował – ten stwierdzić może, jak łatwo dobrym i pięknie kolorowanym planem można otworzyć kasy gminne i prywatne – zwłaszcza gdy towarzyszy temu żywe i gorące słowo”.

No cóż, być może dziś sam „kolorowany plan” nie wystarczy, ale plan w 3D?

Warto przeczytać cały tekst⁷, wiele cennych porad możemy przenieść z niego do naszej ogrodniczej (i nie tylko) nowoczesności. Interesująco brzmi pomysł na kalendarz kwiatowy.

A może zamiast kalendarza pokusić się o zegar kwiatowy? Jest to dość ambitne przedsięwzięcie, ale wykonanie go może być okazją do zagłębienia się w arkana botaniki. Takiego typu zegary można obserwować w różnych ogrodach, np. w ogrodzie botanicznym Linneusza w Uppsali. A to już nie przypadek, ponieważ zegary kwiatowe zaczęły powstawać właśnie dzięki obserwacjom Linneusza. W zegarach kwiatowych wykorzystuje się różnice w czasie otwierania się i zamykania poszczególnych gatunków kwiatów w trakcie doby. Jako jedne z pierwszych otwierają się kwiaty róży pomarszczonej oraz dzikiej róży. Także zamykanie się kwiatów odbywa się w nieprzypadkowym czasie w trakcie dnia. Czas otwierania się i zamykania poszczególnych gatunków kwiatów może ulegać zamianom w zależności o regionu, klimatu itd. Taki zegar raczej nie dorówna zatem w punktualności zegarom atomowym. Jednak samo konstruowanie takiego zegara i późniejsza obserwacja jego funkcjonowania może być wyjątkową przygodą. Opisane działanie z pewnością wykracza poza wymagania podstawy programowej z biologii w szkole podstawowej, jednak może być interesującym wyzwaniem dla szczególnie zainteresowanych uczniów.

⁷ Wersja elektroniczna – patrz bibliografia.

Rys.1.1. Zegar kwiatowy



Na podstawie: <https://www.amusingplanet.com/2019/07/linnaeus-flower-clock-keeping-time.html>

Szczegółowy wykaz tabelaryczny zawierający łacińskie nazwy roślin wraz z czasem otwierania się i zamykania kwiatów poszczególnych gatunków znajduje się w artykule Ewy Zaś-Januszkiewicz *Zegary kwiatowe* zamieszczonym na stronie www.eduscience.pl (<https://www.eduscience.pl/blogi/zadziwiaj%C4%85ca-przyroda/wpis/247>).

O tym, że ogródki szkolne mogą rozwijać szereg kompetencji, wiadzano już w wieku XIX. Mogą one wspomagać rozwijanie wszystkich ośmiu kompetencji kluczowych. Będzie więc tam miejsce na rozwijanie nie tylko tych *stricte* przyrodniczych, technicznych i inżynierskich kompetencji kluczowych, ale i przedsiębiorczości, współpracy, porozumiewania się, planowania, kompetencji matematycznych, społecznych, obywatelskich. Ogródek szkolny może być także miejscem plenerów, instalacji i warsztatów artystycznych, a przez to miejscem rozwijania kompetencji w zakresie świadomości i ekspresji kulturalnej. Dla nauczycieli wielu przedmiotów i prowadzących różne zajęcia ogródek może być więc miejscem pracy. Co istotne, ogród powinien mieć jednego, głównego koordynatora – opiekuna.

Od czego zatem zacząć?

Zapewne od planowania. Jednak przed rozrysowaniem planu naszego wymarzonego ogródka powinniśmy sobie odpowiedzieć na kilka pytań. Czy nasz ogród powstanie na terenie, na którym nie ma aktualnie żadnych roślin, np. po uprzątniętym gruzowisku czy po rozebranej szopie? A może jednak na miejscu, gdzie rosną już jakieś rośliny?

W tym drugim przypadku planowanie powinno rozpocząć się od miniinwentaryzacji przyrodniczej terenu przeznaczonego na ogródek. Może już teraz znajdziemy niepozorne, ale cenne, rzadkie, chronione gatunki albo inne – bardziej pospolite, ale warte zachowania. Z pewnością nie powinnyśmy usuwać roślin przed ich zidentyfikowaniem. Być może zechcemy pozostawić przynajmniej część terenu ogródka w stanie pierwotnym? Szczególnie w miastach każda przestrzeń wolna od betonu może stać się cenną oazą, a nawet pospolite rośliny mogą mieć ogromne znaczenie chociażby dla życia owadów zapylających. Czy na naszym terenie rosną rośliny trujące albo powodujące częste alergie? Czy i jakie zwierzęta pojawiają się na naszym terenie? Zidentyfikowanie roślin może nam pomóc także w poznaniu rodzaju siedliska, w tym rodzaju gleb, z którymi mamy do czynienia w naszym przyszłym ogrodzie.

Oceniamy także rodzaj terenu i zróżnicowanie warunków: nasłonecznienie, wilgotność, nierówności terenu, narażenie na wiatry, właściwości gleby (np. dla niektórych roślin niezbędna jest gleba o kwaśnym odczynie). Wiele informacji o glebie przyniesie nam obserwacja już teraz rosnących gatunków roślin. Obecność pokrzywy zwyczajnej świadczy o zasobności gleby w związki azotu.

Fot. 1.4. Łan pokrzywy zwyczajnej w parku im. Prezydenta Ronalda Reagana w Gdańsku



Źródło: oprac. własne

Warto poznać odczyn gleby – jest podobny na całym terenie czy może jest zróżnicowany? Wskazane jest tworzenie wielu siedlisk o różnym nasłonecznieniu, wilgotności, nachyleniu terenu, odczynie gleby. W tym celu można wykorzystać już istniejące w ogrodzie zróżnicowanie i to, które może być modelowane przez nas.

Następnie zastanówmy się, jaki rodzaj ogródka chcemy założyć, jaka filozofia będzie mu przyświecać. Już na etapie planowania wskazane jest włączanie do tego uczniów, dobrym pomysłem może być konkurs na projekt ogródka. Inspiracji możemy poszukać w przykładach dobrej praktyki:

„W Zespole Szkół Podstawowej i Gimnazjum w Dereni Solskiej ogród tworzą m.in. zakątki: "zakątek begonii" – kolorowa kompozycja geometryczna, «zakątek papieski» – w którym rosną gatunki nazwane imieniem papieża Jana Pawła II, «zakątek leśny», «zielony zakątek przedszkolaków», «ogródek ziołowy» (w którym rosną czosnek niedźwiedzi, koper ogrodowy, lawenda, lubczyk, rumianek pospolity, melisa, mięta, bazylija, lebiodka, pietruszka zwyczajna, rozmaryn lekarski, szalwia lekarska, dziurawiec), rabatka «zwiastuny wiosny» - na której rosną m. in. krokusy, pierwiosnki, przebiśniegi, hiacynty, tulipany, żonkile czy «ogródek mojej babci» – w którym znajdują się rośliny charakterystyczne dla ogrodów okolic Dereżni (piwonie, goździki, łubiny, dalie, nagietki, nasturcje, floksy, malwy, bratki, astry)”

(Świderek 2008).

Nasz szkolny ogród może stać się domem nie tylko dla roślin, ale i zwierząt. Tak może się stać, jeśli zwierzęta znajdą w ogrodzie schronienie, wodę i pożywienie. Odpowiednio przygotowane miejsca pozwolą znaleźć schronienie jeżom, płazom, drobnym gadom.

Elementy, które warto umieścić w ogródku:

- schronienia dla owadów, innych bezkręgowców i zwierząt kręgowych;
- oczko wodne (odpowiednio skonstruowane, tak aby stało się dla zwierząt pomocą, a nie pułapką bez wyjścia);
- budki lęgowe dla paków – kompendium wiedzy na ten temat jest książka autorstwa Andrzeja Kruszewicza *Pomagamy ptakom*;
- może „hotel” dla owadów? Zwłaszcza w miastach zaczyna brakować miejsca dla owadów. Jako sposób pomocy w przetrwaniu chociażby dzikich zapylaczy pojawiają się więc „hotele dla owadów”. Takiego miejsca nie zapewni ogród z trawnikiem angielskim i rzędem żywotników (popularne tuje);
- kompostownik – pozwoli nam na uzyskanie naturalnego nawozu i obserwację samego procesu.

Jeśli nasz ogródek znajduje się w dużym mieście, może się okazać, że jest największą lub nawet jedną enklawą zieleni w okolicy.

A może uda nam się wygospodarować teren i fundusze na tzw. zieloną klasę, czyli przestrzeń z ławeczkami, stołami, pozwalającymi zrobić notatki i rysunki na siedząco. Jeśli powstanie takie miejsce, może być użytkowane także jako miejsce rekreacji i innych aktywności.

Popularność zyskują **ogródki biocenotyczne**, mogą to być także kąciki biocenotyczne:

„Bardzo cenne przyrodniczo i dające duże korzyści dydaktyczne jest posiadanie w ogrodzie tzw. kącików biocenotycznych. Dzięki ich istnieniu uczeń może się dowiedzieć jakie są zależności między rośliną a zbiorowiskiem. Rośliny i zwierzęta nie występują w przyrodzie pojedynczo, lecz tworzą skupiska i właśnie prowadzenie kącików biocenotycznych pozwala zaobserwować jak skupiska owe się kształtują, jaki jest ich skład. Co również ważne, ten fragment ogrodu nie będzie przysparzał pracy, gdyż z samego założenia powinien się rozwijać spontanicznie bez udziału człowieka. W ogrodach biocenotycznych obcujemy w sposób szczególny z cyklami natury, stawianiem się i przemijaniem, współzależnością organizmów w sieci łańcuchów życiowych i pokarmowych. Po zaprzestaniu stosowania syntetycznych nawozów, pestycydów, intensywnych prac pielęgnacyjnych, żmudnego pielęgnowania i usuwania obumarłych części roślin - wraca życie i mnogość gatunków. Daje się w nich szansę naturze (np. szkodniki zwalczane są przez ich naturalnych wrogów) i przypadkowi” (Świderek 2008)

Bez ingerencji człowieka pozostawiamy wówczas minimum 10% całego terenu ogrodu. W miastach, na terenach silnie zurbanizowanych – więcej.

Praktyczny przewodnik po zakładaniu ogródka szklonego znajdziemy w publikacji, która powstała jako element projektu edukacyjnego *Szkolne ogrody – zielone pracownie*⁸ realizowanego przez Ośrodek Działań Ekologicznych „Źródła”.

Praca w ogrodzie to także szansa na sukces dla uczniów o specjalnych potrzebach edukacyjnych.

8 Wersja elektroniczna – patrz bibliografia.

„Wszyscy młodzi ludzie mieli szansę zaistnieć jako twórcy najbliższego otoczenia, co dla dzieci niepełnosprawnych umysłowo jest niezwykle ważne, mieli poczucie sprawczości swojego działania. Sadzili drzewka, których rozwój dalej obserwowali, pielęgowali je. Siali trawę, widzieli zielone trawniki, grabili pokoszoną trawę. Tworzyli kompozycje kwiatowe, skalne. Dzieci uczyły się systematyczności, odpowiedzialności, ale przede wszystkim nabywały umiejętności, które mogą wykorzystać w życiu. Rewalidacyjny charakter tych działań jest niezwykle istotny. Poprzez praktyczne działanie sprawdzali posiadaną wiedzę i umiejętności. Wzrosła precyzja wykonywanych przez nich czynności manualnych, wzrosła sprawność fizyczna, dzięki możliwości spędzania dłuższego czasu na świeżym powietrzu wzmocniło się zdrowotne i wydolnościowe funkcjonowanie młodych ludzi.” Robert Gut Specjalny Ośrodek Szkolno-Wychowawczego w Baryczy koło Końskich” (Świderek 2008).

Jakich roślin unikać w ogródku szkolnym?

Należy unikać roślin inwazyjnych obcego pochodzenia. Wskazane jest ich usunięcie. W przypadku niektórych gatunków, np. nawłoci kanadyjskiej, trwałe usunięcie rośliny z ogródka może wymagać sporo wysiłku. Wykaz roślin inwazyjnych wraz z ich opisem i zdjęciami znajdziemy np. w publikacji *Zamień nawłocie na malwy przy płocie* (<https://pomorskieparki.pl/files/site-pzpk/download/564/ZPP-broszura-A4-Zamien-nawlocie.pdf>).

Zastanów się i odpowiedz na pytania

Czy rośliny przedstawione na fot.1.8 (roślina na pierwszym planie) i fot. 1.9 (roślina o żółtych kwiatach) są dobrymi kandydatkami do szkolnego ogródka?

Jakie to gatunki roślin?

Uwaga: możesz wykorzystać aplikację do rozpoznawania roślin opisaną w czwartym rozdziale.

Zdjęcie wykonano w parku im. Prezydenta Ronalda Reagana w Gdańsku oraz na terenie osiedla mieszkaniowego w Sopocie.

**Fot. 1.5a. Przykłady roślin
do identyfikacji**



**Fot. 1.5b. Przykłady roślin
do identyfikacji**



Źródło: oprac. własne

Unikajmy również roślin trujących i często powodujących alergie. Przykładem rośliny trującej jest niewinnie wyglądająca konwalia majowa, jej czerwone, atrakcyjne owoce mogą zainteresować zwłaszcza młodsze dzieci. Przykładem bardzo efektownej, ale trującej rośliny jest złotokap zwyczajny (do śmiertelnego zatrucia dorosłej osoby wystarczy zaledwie kilka nasion).

Przykładów jest oczywiście znacznie więcej, przed umieszczeniem wybranej rośliny w ogródku warto zawsze sprawdzić, „z kim mamy do czynienia”.

Ogródek szkolny to także miejsce, w którym może się znaleźć suche i spróchniałe drzewo. Pozostawmy je w ogrodzie, o ile nie zagraża bezpieczeństwu.

Ciekawym i godnym polecenia pomysłem jest tradycja sadzenia przez nowych albo kończących szkołę uczniów drzewek. „W Szkole Podstawowej nr 11 w Tarnowskich Górach każdego roku na pamiątkę rozpoczęcia nauki w szkole podstawowej pierwszoklasiści sadzą w ogrodzie swoje pamiątkowe drzewo. Z własnych ogródków przynoszą garstkę ziemi, która stanowi symbol ich przynależności do małej, szkolnej społeczności, pod drzewem zakopują stworzoną przez siebie «kapsułę czasu» – pojemnik z własnoręcznymi podpisami i odciskami palców wszystkich pierwszaków” (Świderek 2008).

Dla zakładających ogródki szkolne pomocną publikacją może być także trzecia część pakietu edukacyjnego z cyklu „Jedź lokalnie, myśl

globalnie”, zawierająca także ciekawą koncepcję **permakulturowych ogródków szkolnych**. Publikacja została przygotowana na podstawie przewodnika *School Garden Guide* (Slabe 2017). Znajdziemy tam także scenariusze zajęć w szkolnym ogródku ekologicznym⁹. „Projektując i prowadząc ogród szkolny, można wykorzystać zasady permakultury, czyli takiego ekologicznego projektowania, które nastawione jest na zharmonizowanie ogrodu z krajobrazem oraz tworzenie samoregulujących się ekosystemów. W tym ujęciu ważne jest bazowanie na lokalnie dostępnych surowcach oraz źródłach energii, co obniża koszt przygotowania terenu wykorzystaniem w zajęciach przyrodniczych” (Slabe 2017).

W ogrodach permakulturowych możemy wykorzystać coraz częściej widywane grządki wzniesione. Przepis na taką grządkę znajdziemy np. tutaj: <https://inspekty.pl/permakultura-w-praktyce>.

Ogródek szkolny powstaje także przy szkole Leonardo, tak wygląda na etapie przygotowania (lato 2021). Jak będzie się prezentować ostatecznie? O tym będzie się można przekonać niebawem.

Fot. 1.6a. Przygotowanie ogródka w szkole Leonardo w Gdańsku



⁹ Wersja elektroniczna – patrz bibliografia

Fot. 1.6b. Przygotowanie ogródka w szkole Leonardo w Gdańsku



Fot. 1.6c. Przygotowanie ogródka w szkole Leonardo w Gdańsku



Fot.: Aleksandra Rajska

2. Obserwuję, eksperymentuję, doświadczam



2.1. Obserwacje, doświadczenia i eksperymenty

„Pierwsze lekcje nie powinny zawierać niczego, poza tym, co jest eksperymentalne i interesujące do zobaczenia. Ładny eksperyment jest sam w sobie bardziej wartościowy niż dwadzieścia wzorów wydobytych z naszych umysłów” – o słowa Alberta Einsteina.

Tyle Albert Einstein, ale można także powiedzieć, cytując tytuł publikacji przygotowanej przez BioCentrum Edukacji Naukowej: „Eksperymentowanie jest fajne!”.

O eksperymentowaniu w naukach przyrodniczych napisano już wiele. Temat ten znajdował się w centrum zainteresowania praktycznie od czasu wyłonienia się dydaktyk poszczególnych przedmiotów przyrodniczych. Metoda naukowa, obserwacje i eksperymentowanie miały i mają swoje miejsce zarówno w celach kształcenia (wymaganiach ogólnych) podstaw programowych, jak i w wymaganiach szczególnych poszczególnych przedmiotów. Pojęcia obserwacji, doświadczenia i eksperymentu pojawiają się już w podstawie programowej dla I etapu edukacyjnego (edukacji wczesnoszkolnej).

No dobrze, **ale czym właściwie są eksperymenty, czy tym samym co doświadczenia? Czym różni się obserwacja od doświadczenia, a doświadczenie od eksperymentu?** Podążając za wypowiedzią Kurta Lewina – „Nie ma nic bardziej praktycznego niż dobra teoria”, poniżej dawka niezbędnej teorii.

„Wszystko zaczyna się od obserwacji otaczającego świata. Dzięki obserwacjom otoczenia dziecko kształtuje elementarne strategie przetrwania. Dzięki obserwacjom przyrody człowiek nauczył się przez tysiące lat korzystać z jej zasobów” (Błasiak 2011, s. 115).

Spójrzmy na definicję obserwacji.

„Obserwacja przyrodnicza to zamierzony sposób postrzegania badanych obiektów w ich naturalnych warunkach. W trakcie obserwacji nie mamy możliwości ingerowania w przebieg zjawisk. Każdy nauczyciel przyrody powinien dysponować obszernym zbiorem propozycji obserwacji dla uczniów na każdą nadarzającą się okazję” (Błasiak 2011, s.115).

Jeśli więc chodzi o samą obserwację, sytuacja wydaje się stosunkowo prosta. Żeby jednak nie była zbyt prosta, przytoczmy innego autora. „Obserwacja jest to świadome, systematyczne i planowe spostrzeganie obiektów, zjawisk, zdarzeń i procesów bezpośrednio lub pośrednio za pomocą przyrządów”. Tutaj napotykamy interesujący fragment: „[...] ze stanowiska fizyki w procesie obserwacji mamy do czynienia zawsze z układem elementów: przedmiot, podmiot oraz wymianą energii pomiędzy otoczeniem a układem przedmiot -podmiot. Na skutek kwantowego charakteru energii (działania) nie ma biernej obserwacji. Każdy akt obserwacji zakłóca, zmienia stan obiektu obserwowanego, wprowadzając tym samym pewien stopień nieokreśloności do wiedzy o obiekcie”. Na szczęście dalej możemy jednak przeczytać: „[...] w innych eksperymentach skali makro (czy jeszcze lepiej) mega stosunek kwantu działania do energii całkowitej obiektu jest praktycznie zaniedbywalny” (Sawicki 1981, s.198).

A może jakieś przykłady na proste, przyrodnicze obserwacje? W *Rozważaniach o nauczaniu przyrody* (Błasiak 2011) znajdziemy kilka przykładów zaczerpniętych z podręcznika do przyrody. Poniżej jeden z zamieszczonych w *Rozważaniach ...* przykładów – zadanie dla uczniów.

Zadanie dla uczniów

Róża

Obejrzyj uważnie różę. Czy wszystkie róże mają kolce? Jaką ma barwę? Co znajduje się wewnątrz kwiatu? Czy wszystkie kwiaty mają tyle samo płatków? Jeśli masz możliwość, postaraj się obserwować różę przez kilka dni. Może uda Ci się zaobserwować jej rozkwitanie. Przeczytaj uważnie poniższy fragment *Małego Księcia* i porównaj

opis rozkwitania róży z własnymi obserwacjami.

„Mały Książę, który śledził pojawienie się olbrzymiego pąka, wyczuwał, iż wykwitnie z niego jakieś cudowne zjawisko, lecz róża schowana w swoim zielonym domku przygotowywała się powoli.

Starannie dobierała barwy.

Ubierała się wolno, dopasowywała płatki jeden do drugiego.

Nie chciała rozkwitnąć pognieciona jak maki.

Pragnęła zjawić się w pełnym blasku swojej piękności.

O, tak! Była wielką zalotnicą. Jej tajemnicze strojenie się trwało wiele dni.

Aż pewnego poranka - dokładnie o wschodzie słońca – ukazała się. [...]

Mały Książę nie mógł powstrzymać słów zachwytu:

– Jakaż pani jest piękna!”

Antoine de Saint-Exupéry

Na podstawie: Błasiak 2011, s. 116

Niepostrzeżenie do naszej obserwacji przyrodniczej dołączył się element ze świata sztuki. A zatem znów wkroczyliśmy w obszar kompetencji w zakresie świadomości i ekspresji kulturalnej (więcej na temat kompetencji kluczowych w rozdziale trzecim).

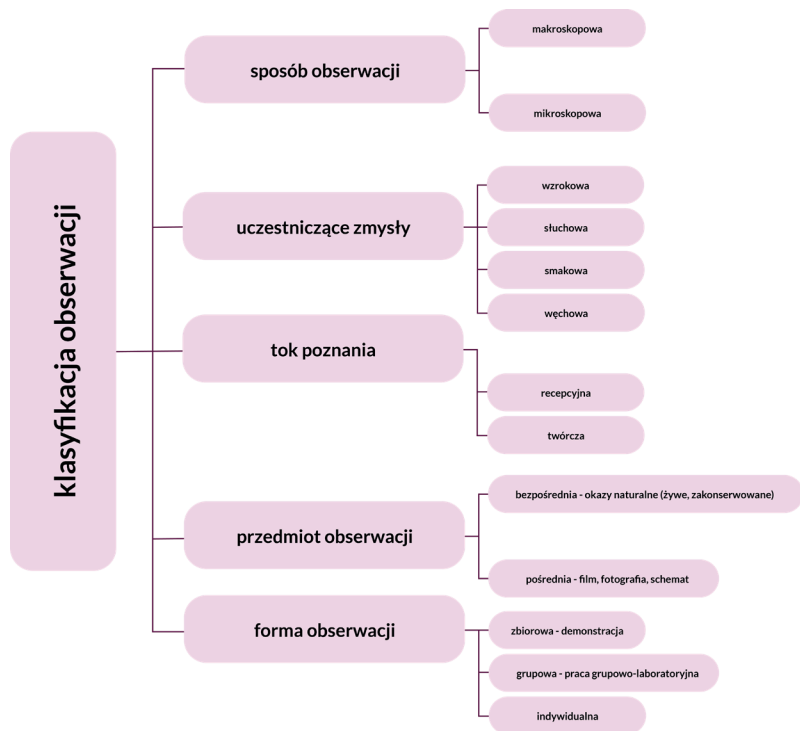
Oczywiście – tak jak inne metody – obserwacje doczekały się swoich klasyfikacji, poniżej jedna z nich.

Poniższy schemat można rozbudować i uzupełnić np. o wrażenia dotykowe itd.

Zastanów się

Czy poniższy model w pełni obejmuje obserwacje w ramach Twojego przedmiotu? Jeśli nie, to jak możesz go przekształcić? Czy znasz inne modele klasyfikacji obserwacji?

Rys. 2.1. Klasyfikacja obserwacji



Na podstawie: Skirmuntt 2018

A co w takim razie z doświadczeniami i eksperymentami?

Kiedy człowiekowi w jego historii i działaniu przestała wystarczać obserwacja i rozpoczął eksperymentowanie?

Jednym z pierwszych eksperymentów mógł być przeprowadzony w 1304 r. przez Teodoryka z Fryburga, niemieckiego dominikanina. Eksperyment dotyczył powstawania tęczy w warunkach laboratoryjnych (Błasiak 2011 za Harre 1991).

Jednak czym jest doświadczenie, a czym eksperyment? Czy to pojęcia synonimiczne, czy jednak nie? (Nad tym zapewne Teodoryk się nie zastanawiał). Na te – wydawałoby się –proste pytania nie tak

prosto znaleźć jednoznaczną odpowiedź. Przeszukując dostępne źródła, wyruszamy na wielką wyprawę przez różne ujęcia, definicje i sprzeczności. O ile granica między obserwacją a eksperymentem rysuje się stosunkowo wyraźnie, o tyle już w definiowaniu i rozróżnianiu doświadczeń i eksperymentów jednoznaczności nie ma.

Wiele źródeł i autorów w różny sposób definiuje eksperyment.

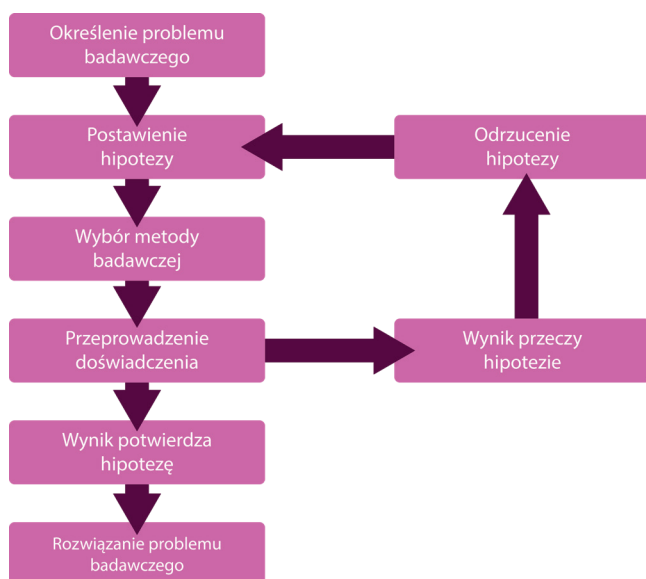
Sięgnijmy do publikacji *Strategia kształcenia wyprzedzającego* (Dylak 2013). W rozdziale poświęconym eksperymentowaniu natkniemy się na część porządkującą znaczenie tych pojęć. „W naukach przyrodniczych w praktyce dydaktycznej dość często eksperyment bywa utożsamiany z doświadczeniem. [...] [Proponujemy jednak rozróżnianie działania uczniów o charakterze eksperymentu naukowego od działania, które ma dostarczyć materiał do przemyśleń, opisu lub wzbogacić wiedzę na dany temat. [...] Sądzić jednak można, że doświadczenie jest pojęciem znacznie szerszym od eksperymentu, który jest szczególnym przypadkiem doświadczenia. Eksperyment jako metoda poznawania, a ściślej metoda budowania uzasadnionego teoretycznego opisu jakiejś rzeczywistości ma przypisane cztery zasadnicze etapy. Pierwszy z nich to gromadzenie informacji i wiedzy na dany temat oraz językowe ujęcie trudności poznawczej czy luki w wiedzy, innymi słowy to sformułowanie problemu do rozwiązania. Drugi etap eksperymentu to sformułowanie – na podstawie zgromadzonych informacji i wiedzy – najbardziej prawdopodobnych rozwiązań, czyli hipotez. Te hipotetyczne rozwiązania stanowią swego rodzaju reflektory mające wyznaczać (poprzez ich oświetlanie) te obszary, w których upatrujemy rozwiązań. Przyjęte hipotezy wyznaczają zatem szczegółowy przedmiot i sposób postępowania badawczego. W szczególności mamy tu na uwadze wyodrębnienie i zdefiniowanie zmiennych: niezależnych (tych, które wprowadzamy do zjawiska czy procesu) oraz zależnych – czyli tych zjawisk, zdarzeń, które mogą być pod wpływem czy efektem oddziaływania wprowadzonych przez nas zmiennych, czyli zmiennych niezależnych. **I to jest istotna różnica między eksperymentem a doświadczeniem.** W doświadczeniu rozumianym potocznie, w zasadzie nie przewidujemy wyników, a z pewnością nie gromadzimy wiedzy na dany temat – podejmujemy działanie i czekamy na wynik, który później opisujemy, wzbogacając naszą wiedzę. Trzeci etap to realizacja założeń eksperymentalnych, czyli uruchomienie działania zmiennej niezależnej i obserwowanie wyni-

ków tej ingerencji. Zwracamy tutaj uwagę na konieczność dokładnego zdefiniowania oraz kontroli zmiennych – niezależnych i zależnych. Czwartym etapem jest opis wyników, wnioskowanie oraz prezentacja wniosków, a także ich interpretacja w kontekście posiadanej wiedzy, ze względu na którą uruchomiono daną procedurę eksperymentu. [...]. Tym co wyróżnia eksperyment z obszaru doświadczeń jest jego dość sztywny opis proceduralny, dzięki czemu może on służyć jako metoda działania poznawczego, a w szczególności weryfikacyjnego [...]" (Dylak 2013, s. 26–27).

Z pewnością warto przeczytać cały tekst tej publikacji¹.

Kończąc te rozważania definicyjne, spójrzmy na prosty schemat obrazujący kolejne etapy eksperymentu naukowego, który możemy zastosować niezależnie od etapu edukacyjnego:

Rys. 2.2. Schemat eksperymentu naukowego²



Źródło: oprac. własne na podstawie: Jak prawidłowo przeprowadzić eksperyment naukowy...

¹ Wersja elektroniczna – patrz bibliografia.

² W praktyce naukowej występują sytuacje, w których weryfikacji poddaje się jednocześnie kilka hipotez.

Ekspertymentowanie, doświadczanie i obserwowanie to immanentne elementy nauczania i uczenia się przedmiotów przyrodniczych. Przenikają one i łączą wszystkie etapy edukacyjne. Stanowią element naszej codzienności, także w uczeniu się nieformalnym i pozaformalnym. Nauczyciel przedmiotów przyrodniczych nie rozpoczyna jednak od zera, jest kolejnym z budowniczych naukowego spojrzenia na świat. Już na etapie edukacji wczesnoszkolnej w podstawie programowej pojawiają się zapis:

„Uczeń planuje, wykonuje proste obserwacje, doświadczenie i eksperymenty dotyczące obiektów i zjawisk przyrodniczych, tworzy notatki z obserwacji, wyjaśnia istotę obserwowanych zjawisk według procesu przyczynowo-skutkowego i czasowego”.

Warto pamiętać, iż eksperymentowanie i wykorzystywanie metody naukowej w poznawaniu świata jest także elementem kształtowania kompetencji kluczowych u uczniów.

Rys. 2.3. Metody badawcze na różnych etapach edukacyjnych



Źródło: oprac. własne

Możemy spotkać wiele ujęć i prób klasyfikacji eksperymentów i doświadczeń, poniżej jedna z takich prób (Burewicz et al. 1993):

- eksperyment o charakterze ilustracyjnym – nauczyciel informuje uczniów o celu i sposobie jego przeprowadzenia oraz podaje obserwacje i wnioski;
- eksperyment badawczy, czyli taki, w którym nauczyciel kieruje przebiegiem doświadczenia, ale uczniowie sami zapisują obserwacje i wyciągają wnioski;
- eksperyment problemowy, gdzie uczniowie sami planują przebieg eksperymentu, przeprowadzają go i rozwiązują postawiony wcześniej problem.

Skąd czerpać pomysły na doświadczenia i eksperymenty przyrodnicze? Na brak wyboru nie możemy narzekać. Dzięki dostępowi do zasobów internetowych pomysły na doświadczenia i obserwacje możemy czerpać z niemalże nieograniczonych źródeł. Możemy odnaleźć także gotowe rozwiązania dla naszego przedmiotu, a nawet dla konkretnego punktu podstawy programowej.

Warto zajrzeć np. do *Klubu Młodego Odkrywcę*, publikacji, w której zebrano aż 500 scenariuszy z fizyki, chemii, astronomii, biologii, geografii, geologii, ekologii (<https://www.kmo.org.pl/pl/scenariusze>).

Warto także sięgać po pomysły przygotowane z myślą o innym etapie edukacyjnym. Po przystosowaniu możemy wykorzystać materiały i pomysły zarówno przeznaczone dla klas I–III, jaki i adresowane do uczniów będących na kolejnym etapie edukacyjnym, musimy jednak dostosować do nich słownictwo i stopień komplikacji. Często te same organizmy mogą wystąpić w roli głównej od etapu przedszkolnego do studiów wyższych. Przykładem jest pieprzycia siewna (nazywana potocznie rzeżuchą).

Poniżej zamieszczono propozycję zadania dla uczniów. Pomysł został zaczerpnięty z konferencji promującej modułowe pracownie przyrodnicze współorganizowanej przez Moje Bambino i Centrum Nauki „Kopernik”. Doświadczenie było pierwotnie przeznaczone dla uczniów w klasach I–III. Wynik tego pozornie oczywistego doświadczenia bywa zaskakujący nie tylko dla uczniów, ale i dla dorosłych. Osoby wykonujące to doświadczenie niejednokrotnie przewidują, że lód najszybciej stopi się na materiale, który wydawał się

„najcieplejszy”. Pozwala ono rozwijać myślenie naukowe, może być potraktowane jako „rozgrzewka” i ćwiczenie w formułowaniu i weryfikacji hipotez na II etapie edukacyjnym.

Uwaga do zadania: ważne, aby kostki lodu miały ten sam rozmiar, dobrze, aby podkreślić, iż woda użyta w tym doświadczeniu została pobrana np. z kranu w łazience (to samo źródło wody dla wszystkich kostek), dbamy o to, aby jedyną zmienną był rodzaj materiału, na którym położymy kostkę lodu. W tym doświadczeniu wykorzystujemy efekt zaskoczenia, podłoże, które wydawało się w dotyku cieplejsze (drewno, pianka), jest tym, na którym kostka lodu topi się wolniej niż na przedmiocie metalowym. Widoczne na fot. 2.1 przedmioty mają różny kształt, udoskonalisz zadanie, wykorzystując przedmioty tej samej wielkości i o tym samym kształcie.

Propozycja zadania dla uczniów 🖐

Przed Tobą na stole leżą trzy przedmioty: kawałek drewna, sztabka metalu i podkładka z pianki z tworzywa sztucznego – jak na zdjęciu.

Fot. 2.1. Różne materiały: tworzywo sztuczne, metal i drewno



Źródło: oprac. własne

1. Weź przedmioty do ręki. Które z nich są najzimniejsze w dotyku, a które wydają Ci się cieplejsze? Zapamiętaj swoje wrażenie.
2. Połóż po jednej kostce lodu na każdym z przedmiotów (zwróć uwagę, aby kostki lodu były tej samej wielkości).
3. Pamiętaj o warunkach, w których przeprowadzasz doświadczenie (jedyną różnicą powinien być rodzaj podłoża, na którym kładziesz kostki lodu).
4. Jak sądzisz, która z kostek lodu rozpuści się jako pierwsza? A może stopnieją tym samym czasie?

5. Sformułuj hipotezę, którą zweryfikujesz.
6. Po kilkudziesięciu minutach (szybkość uzyskania efektu będzie zależała od temperatury otoczenia i wielkości kostki) zanotuj wynik. Co się zmieniło?
7. Zweryfikuj postawioną hipotezę.
8. Czy potrafisz wyjaśnić wynik doświadczenia?

Kolejny pomysł także dotyczy doświadczania oryginalnie przeznaczonego dla I etapu edukacyjnego. Możemy je wykorzystać z powodzeniem w kształtowaniu znajomości metodologii badawczej na II etapie edukacyjnym.

Doświadczenie zostało zaczerpnięte z publikacji *Eksperymentowanie jest fajne, czyli jak zrobić z kuchni domowe laboratorium* (BioCentrum Edukacji Naukowej).

Przeprowadzenie opisanego doświadczenia będzie świetną okazją do przećwiczenia zastosowania metodologii badawczej w praktyce, końcowy efekt możemy po prostu zjeść. W doświadczeniu wykorzystywane są właściwości owoców, które zawierają enzymy rozkładające białka. Do takich owoców należą np. świeży ananas i kiwi. Substancją białkową jest żelatyna (składnik większości kupowanych w sklepie galaretek). Na wielu opakowaniach dostępnych w sklepach galaretek w proszku znajdziemy ostrzeżenie przed dodawaniem do nich świeżych owoców ananasa i kiwi. Umieszczenie plastra tych owoców na przygotowanej już galaretkę spowoduje, że zmieni się ona w płyn. Jednak możliwe jest przygotowanie deseru składającego się z galaretki i świeżego ananasa. Żelatyna nie jest jedyną substancją żelującą, alternatywą dla niej może być np. karagen. Karagen to polisacharyd, zatem kontakt z owocami ananasa lub kiwi będzie całkowicie bezpieczny dla przygotowanej galaretki. Opisane fakty możemy wykorzystać nie tylko w kuchni, ale także w szkolnym eksperymentowaniu. Potrzebne produkty znajdziemy w sklepie spożywczym (żelatyna lub galaretka z żelatyną, świeży ananas lub kiwi). Nieco więcej poszukiwań może wymagać zaopatrzenie się w karagen. Możemy go znaleźć w sklepach ze „zdrową żywnością” lub w dużych supermarketach. Karagen jest bardzo wydajnym produktem, jedno pudełko wystarczy nam na długo. Doświadczenie można modyfikować i przeprowadzać je w okrojonej formie. Na zdjęciu galaretki przygotowane podczas warsztatu w Centrum Edukacji Nauczycieli.

Fot. 2.2. Doświadczenie „owocowe enzymy”



Źródło: oprac. własne

To doświadczenie daje nam duże pole do popisu, możemy wprowadzać wiele modyfikacji.

Publikacja *Eksperymentowanie jest fajne...*, z tym i innymi opisami doświadczeń, jest dostępna w formie elektronicznej³.

Zastanów się i działaj 📖

Jeśli nie miałas/miałeś okazji do przeprowadzenia tego doświadczenia, zapraszam Cię do działania.

Poszukaj odpowiedzi na poniże pytania.

Ile czasu przewidujesz na przygotowanie galaretek?

Jakie trudności mogą wystąpić? Jak długo trwa proces upłynniania galaretki żelatynowej pod wpływem enzymów z ananasa, a jak długo w przypadku kiwi?

Czy możesz wykorzystać fakt, że tylko świeże owoce wywołują opisany efekt?

W jaki sposób przygotujesz galaretkę żelatynową? Czy wykorzystasz kupioną w sklepie galaretkę (np. truskawkową), czy wykonasz ją samodzielnie z żelatyny (bezbarwną)? Jakie są pulsy i minusy każdego z wyborów?

Czy będziesz dążyć do uzyskania dwóch nierozróżnialnych galaretek (karagenowej i żelatynowej), czy raczej różniących się kolorem?

Na zdjęciu widoczne są zestawy, w których wykorzystano opakowania o różnej wielkości (mniejsze to opakowania po sosach do sałatek). Galaretki różnią się także kolorem.

W jaki sposób możesz zmodyfikować zestaw doświadczalny?

³ <https://www.scribd.com/document/478900513/Eksperymentowanie-Jest-Fajne>

Tematowi aktywności badawczej uczniów w szkole podstawowej poświęcony jest cykl publikacji przygotowany przez Ośrodek Rozwoju Edukacji. Zestaw materiałów dla nauczycieli szkół zawiera zeszyty poświęcone odrębnie poszczególnym przedmiotom przyrodniczym. Link prowadzi wprost do tych publikacji. <http://www.bc.ore.edu.pl/dlibra/collectiondescription?dirids=37>

Zastanów się

Przyjrzyj się fotografii poniżej.

Fot. 2.3. Przykład zastosowania reakcji związków jodu i skrobi



Źródło: oprac. własne

W tym doświadczeniu wykorzystano klasyczny efekt występujący przy wykrywaniu obecności skrobi przy wykorzystaniu jodiny. Interesującą modyfikacją jest dodanie bariery – woreczka z tworzywa sztucznego.

W kubku znajduje się kleik przygotowany z mąki ziemniaczanej. Do kubka (można wykorzystać także dowolne, przezroczyste naczynia szklane) włożono woreczek z tworzywa sztucznego (cienki woreczek śniadaniowy z tworzywa sztucznego), w którym znajduje się roztwór jodiny. Efekt zetknięcia się woreczka i kleiku skrobiowego widoczny jest jako granatowe zabarwienie kleiku na styku z woreczkiem.

Na zdjęciu nie przedstawiono próby kontrolnej. W jaki sposób można przygotować próby kontrolne: pozytywną i ujemną? Zapisz swój pomysł.

próba kontrolna pozytywna

.....

próba kontrolna negatywna

.....

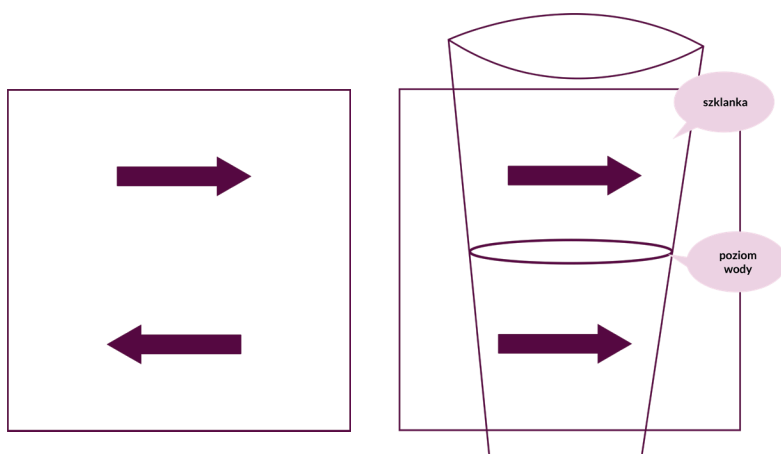
Czy doświadczanie może być jeszcze prostsze? Oczywiście! Przykładów na najprostsze doświadczenia dostarcza fizyka. Przyjrzyjmy się zjawisku załamania światła.

Potrzebne do niego będą jedynie: kartka, mazak, szklanka z wodą.

Narysowane na kartce strzałki mają groty skierowane w przeciwnych kierunkach. Co się stanie, jeśli na kartkę spojrzymy poprzez szklankę z wodą?

Uwaga: poziom wody powinien znajdować się pomiędzy jedną a drugą strzałką.

Rys. 2.4. Przykładowa ilustracja zjawiska załamania światła



Źródło: oprac. własne

To proste doświadczenie może być dobrym wstępem do lekcji biologii poświęconej mikroskopowaniu. Umiejętności mikroskopowania zapisane są w wymaganiach ogólnych podstawy programowej z biologii oraz w wymaganiach szczegółowych. Tym niemniej wykorzystanie posiadanej wiedzy w rozwiązywaniu zadań nastęrcza uczniom trudności. Przykład zadania sprawiającego uczniom problemy jest dostępny w Bazie Dobrych Praktyk i Narzędzi Dydaktycznych (www.bnd.ibe.edu.pl). Poniżej znajduje się treść zadania „Obraz w mikroskopie”.

Rys. 2.5. Zadanie w serwisie BND

Zadanie

Jacek, ucząc się obsługi szkolnego mikroskopu, obserwował obraz narysowanej na szkiełku podstawowym niewielkiej strzałki. Rozpoczynając obserwację, położył szkiełko podstawowe na stoliku mikroskopu w taki sposób, że grot strzałki był skierowany w stronę ramienia mikroskopu. Do obserwacji użył okularu powiększającego 12,5 razy oraz obiektywu powiększającego 10 razy.

Określi prawdziwość podanych stwierdzeń.

Stwierdzenie	Czy jest prawdziwe?
1. W obrazie mikroskopowym grot strzałki był skierowany w stronę przeciwną do ramienia mikroskopu (czyli odwrotnie niż w rzeczywistości).	☐ Prawda / ☐ Fałsz
2. Strzałka w obrazie mikroskopowym została powiększona 125 razy.	☐ Prawda / ☐ Fałsz
3. Przesunięcie preparatu szkiełka podstawowego w prawo spowoduje przesunięcie obrazu strzałki w lewo.	☐ Prawda / ☐ Fałsz

Źródło: <http://www.bnd.ibe.edu.pl/tool-page/533W>

W przypadku twierdzenia nr 1 odsetek poprawnych odpowiedzi wynosił zaledwie 33%!

Zadanie miało wysoką trudność dla badanych uczniów gimnazjum, ale podobne zadania cechują się także wysoką trudnością nawet dla laureatów wojewódzkich konkursów biologicznych dla szkół podstawowych.

Zastanów się

Odszukaj w serwisie BND (www.bnd.ibe.edu.pl) zadanie „Praca z mikroskopem”.

Jak oceniasz jego trudność?

Jaka faktycznie się okazała?

Kształtowanie umiejętności niezbędnych w eksperymentowaniu, umiejętności stosowania metodologii badawczej, wnioskowania to nie tylko praktyczne działania. Rozwiązywanie zadań zamkniętych może również sprzyjać rozwijaniu **umiejętności złożonych** u uczniów: analizy, wnioskowania, łączenia faktów itd. Czym są umiejętności złożone? Jak konstruować zadania, które służą rozwijaniu umiejętności złożonych? Odpowiedzi na te pytania znajdują się w publikacji *Umiejętności złożone w nauczaniu historii i przedmiotów przyrodniczych* (Ostrowska, Spalik 2010)⁴. Znajdziemy tam także przykłady z poszczególnych przedmiotów. O tym, iż zadania zamknięte mogą być wartościowym elementem praktyki edukacyjnej, możemy się dowiedzieć również z artykułu *Dlaczego warto zamykać zadania* (Twardowska et al. 2011). Często możemy się spotkać z opinią, że zadania testowe, zamknięte to „bezmysłne strzelanki”, że sprzyjają uczeniu się na pamięć i „pod klucz”. A jednak także zadania testowe, nawet zamknięte, mogą sprzyjać myśleniu, wnioskowaniu, o ile są odpowiednio skonstruowane.

Dostęp do niezwykle interesujących zadań dla uczniów uzyskujemy, sięgając do raportów z międzynarodowego badania **PISA** (Programme for International Student Assessment, czyli Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów). Część zastosowanych w badaniu zadań (w tym z części przyrodniczej) została odtajniona i z pewnością warto z nich skorzystać. Na pewno warto także sięgnąć do wyników innych badań osiągnięć uczniów. Przykładem może być Międzynarodowe Badanie Wyników Nauczania Matematyki i Nauk Przyrodniczych (**TIMSS**). Ostatnie badanie TIMSS odbyło się w roku 2019, w Polsce objęło uczniów klas czwartych szkoły podstawowej. Oba wymienione badania odbywają się cyklicznie, bierze w nich udział także Polska. Więcej informacji na ich temat znajdziemy na stronie Instytutu badań Edukacyjnych: www.ibe.edu.pl.

Przy okazji tematyki eksperymentalnej warto wspomnieć o oryginalnym projekcie **EDU4SCIENCE**

Ten międzynarodowy projekt umożliwia wykorzystanie technik kryminalistycznych w nauczaniu i uczeniu się przedmiotów przyrodniczych na różnych etapach edukacyjnych. Wykorzystana jest tutaj popularność i zainteresowanie uczniów serialami i filma-

⁴ Wersja elektroniczna – patrz bibliografia.

mi o tematyce kryminalnej. Dwie odsłony projektu dały rezultaty, z których mogą skorzystać wszyscy nauczyciele. Na stronie www.euro4science.org oraz www.euro4science2.org zamieszczono przewodniki dla nauczycieli i uczniów (także w polskiej wersji językowej) oraz krótkie filmiki (już bez polskiej wersji językowej). W przewodniku znajdziemy przystępne opisy wybranych technik kryminalistycznych oraz pomysły na ich zastosowanie w edukacji szkolnej. Są to m.in. elementy daktyloskopii, analizy włókien, chromatografii, palinologii (analiza pyłków roślin) i innych technik, które z powodzeniem można zastosować w edukacji.

Jest także okazja do wyjścia poza szkołę, przewodnik opisuje np. prosty sposób identyfikacji i utrwalania tropów zwierząt (masa gipsowa). Materiał zawiera praktyczne opisy ćwiczeń, w większości łatwych do wykonania szkolnych warunkach.

Niektóre z zaprezentowanych w przewodniku technik wymagają drobnej modyfikacji, np. jeśli nie mamy dostępu do typowego pędzelka do opylania odcisków palców proszkiem, możemy zastąpić go pędzelkiem złotniczym (dostępny w sklepach dla plastyków). W przewodniku nie zamieszczono typowej karty daktyloskopijnej (otrzymywały ją szkoły biorące udział w projekcie), a zatem o stosowany wzór należy pokusić się samemu. Wzór karty na fot. 2.9 (w nieco uproszczonej postaci) zaczerpnięto z załącznika do Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 28 stycznia 2020 r. w sprawie kart daktyloskopijnych (Dz.U. 2020, poz. 173). Na fotografii zdjęcie wypełnionej karty wykorzystanej podczas warsztatów Agencji CSI w szkole, w Centrum Edukacji Nauczycieli w Gdańsku.

Fot. 2.4. Zmodyfikowana karta daktyloskopijna – przykład zastosowania

Cyr 3 Karta daktyloskopijna palców
do eliminacji śladów

Karty po wykonaniu w sprawie, do której zostały pobrane odciski, należy niezwłocznie wrócić z nią sprawy i zniszczyć.

Nazwisko				
Imię M. H.		Data urodzenia		
Adres zamieszkania		rok miesiąc dzień		
Odciski pobrano w celu wyeliminowania przypadkowych śladów linii papilarnych ujęwionych do sprawy				
został i numer sprawy –				
Wykazano zgody na pobranie odcisków palców				
palce prawe palce lewe				
P	1. wskazujący palec	2. serdeczny palec	3. środkowy palec	4. pierścionkowy palec
L	5. wskazujący palec	6. serdeczny palec	7. środkowy palec	8. pierścionkowy palec
60 mm 40 mm 40 mm 40 mm 40 mm				
tvc PEU NIL WR PEU				
75 mm 30 mm 30 mm 75 mm				

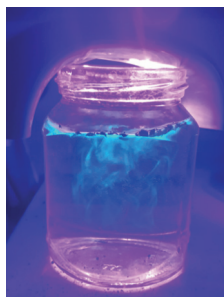
25 odcisków:
 WR → 8
 PEU → 16
 tvC → 1

Źródło: archiwum własne

W przewodniku znajdziemy przykładowe zagadki kryminalne, które można rozwiązać z wykorzystaniem poznanych technik. Ale znacznie ciekawszym zadaniem jest samodzielne skonstruowanie zagadki lub zrobienie tego z uczniami. Przedstawiony w przewodniku opis technik nie jest zamkniętym katalogiem. W trakcie naszych szkolnych „śledztw” możemy także wykorzystać inne techniki, właściwości różnych substancji. Na zdjęciu poniżej widoczny jest efekt, który możemy uzyskać po umieszczeniu kawałków kory kasztanowca zwyczaj-

nego w szklanym naczyniu z wodą i oświetleniu ich zwykłą lampą UV. Zastosowana lampa wykorzystywana jest do utwardzania lakierów hybrydowych do paznokci, należy do jednych z najtańszych na rynku. Ten spektakularny efekt zawdzięczamy zawartej w korze kasztanowca eskulinie. Eskulinę możemy znaleźć w niewielu roślinach. Możemy w ten sposób odróżniać fragmenty gałązki kasztanowca zwyczajnego od gałązki lipy, buka itp.

Fot. 2.5. Fluorescencyjne właściwości eskuliny



Źródło: oprac. własne

Podobne inspiracje można znaleźć np. w *Przygodach chemicznych Sherlocka Holmesa* (Gołębiowicz 2017).

Zastanów się

Zapoznaj się z materiałem „Czy reklama kłamie”, cz. 1.

https://zdch.uj.edu.pl/documents/87419401/94513464/17_Czy_reklama_klamie.pdf

Czy podobny pomysł możesz wykorzystać na zajęciach przyrody, biologii lub/i chemii w szkole podstawowej?

Wyzwaniem może być **ocenianie w aktywności badawczej uczniów**.

Temu zagadnieniu poświęcono publikację *Ocenianie wspierające aktywność badawczą uczniów w edukacji przyrodniczej w klasach IV–VIII szkoły podstawowej* (Szedzianis 2017d), znajdziemy tam odniesienie

do oceniania kształtującego i do dobrego oceniania w ogóle. Ocenianie kształtujące z pewnością jest obszarem, któremu warto poświęcić więcej uwagi.

Skarbnicą wiedzy i publikacji na ten temat jest Centrum Edukacji Obywatelskiej (<https://ceo.org.pl/publikacje/ocenianie-ksztaltujace>). Do klasycznych pozycji na temat oceniania kształtującego należą publikacje autorstwa Danuty Sterny, wśród książek, które można pobrać bezpłatnie w formie elektronicznej, jest np. *Uczę się w szkole* (Sterna 2014)⁵.

Filarem oceniania kształtującego jest **informacja zwrotna**. Czym jest właściwie informacja zwrotna? To „[i]nformacja udzielana osobie uczącej się, z zamiarem zmiany albo jej myślenia, albo zachowania, w celu doskonalenia [procesu i wyników] uczenia się” (Schute 2008, s. 154). To jedna z definicji.

Zagadnieniu informacji zwrotnej można przyrzeć się także pod innym kątem. Przecież udzielamy jej także, nawet jeśli w naszej szkole nie posługujemy się hasłem „ocenianie kształtujące”, jest ona jednym z najsilniejszych bodźców i może decydująco wpłynąć na motywację ucznia, a co za tym idzie – na efekty uczenia się. O mocy informacji zwrotnej w porównaniu z innymi czynnikami możemy przekonać się z metaanalizy wykonanych przez Johna Hattiego. Efekt informacji zwrotnej jest wg metaanaliz znacznie silniejszy niż wiele innych czynników, np. wielkość klasy (Hattie 2011).

Jaka powinna być informacji zwrotna, aby była efektywna? Powinna zawierać:

- wyszczególnienie i docenienie dobrych elementów pracy ucznia;
- odnotowanie tego, co wymaga poprawienia lub dodatkowej pracy ze strony ucznia;
- wskazówki „na teraz” – w jaki sposób uczeń powinien poprawić czy też jak może ulepszyć swoją pracę;
- wskazówki na przyszłość – w jakim kierunku powinien pracować dalej w kontekście całości uczenia się (Garstka 2016, s. 294, 295).

⁵ Wersja elektroniczna – parz bibliografia.

Zastanów się

W jaki sposób udzielasz uczniom informacji zwrotnej?

Jakie dostrzegasz efekty?

To oczywiście nie wszystko, czego o informacji zwrotnej możemy dowiedzieć się z pracy Tomasza Garstki. Przytacza on wyniki badań Carol S. Dweck, przeprowadzone z uczniami klas piątych. „Tak te badania podsumował Richard Wiseman w publikacji *59 sekund. Pomyśl chwilę, zmień wiele*: «okazuje się więc, że pochwała pochvale nierówna (...). Mówienie dziecku, że posiada jakąś cechę, np., że jest inteligentne albo utalentowane, nie działa dobrze na jego psychikę, bo skłania je do unikania sytuacji stanowiących wyzwanie i odbiera mu ochotę do zadania sobie trudu w obliczu przeszkód. Za to pochwała za przykładanie się do pracy zachęca je do starań, podejmowania wysiłku oraz wytrwałości w rozwiązywaniu problemów»” (Garstka 2016).

Kilka ważnych akronimów

STEM i STEAM

Rys. 2.6. Maszyna parowa



Źródło: Pixabay.com

STEAM możemy skojarzyć ze znaczeniem tego słowa w języku angielskim („para wodna”). I to skojarzenie będzie jak najbardziej uprawnione. Wiek XIX, nazywany wiekiem pary, był wiekiem rozwoju technologii, rewolucji przemysłowej, która nastąpiła dzięki użyciu maszyny

parowej, był także czasem wielu odkryć przyrodniczych. Wróćmy jednak do wieku XXI, a dokładnie do XXI-wiecznej Europy.

STEM jest akronimem słów: *Science, Technology, Engineering, Mathematics*. A skąd w takim razie wzięta się litera A?

Raport z 2015 r. pod red. Ellen Hazelkorn zawiera postulat stopniowego odchodzenia od edukacji STEM na rzecz znacznie szerszej idei – STEAM, która do nauk matematycznych, przyrodniczych i technicznych dołącza również sztukę (ang. *Art*).

„Uczenie się o nauce poprzez inne dziedziny i uczenie się o innych dyscyplinach poprzez naukę. Tak szeroka i interdyscyplinarna edukacja nie może być realizowana tylko w przestrzeni szkolnej. Stąd zalecenie otwierania się szkoły – uczynienia z niej miejsca spotkania uczniów z przedstawicielami nauki, sztuki czy biznesu. Nauczycielami stają się inni ludzie, którzy włączają się w proces edukacyjny – rodzice, aktywiści, artyści” (Hazelkorn 2015).

W Zaleceniu Rady (2018) dotyczącym rozwijania kompetencji kluczowych czytamy: „Aby zachęcić większą liczbę młodych ludzi do wybierania zawodów związanych z naukami przyrodniczymi, technologią, inżynierią i matematyką (STEM), w inicjatywach w całej Europie zaczęto ściślej łączyć kształcenie w zakresie nauk przyrodniczych ze sztuką i innymi dziedzinami, z wykorzystaniem pedagogiki opartej na samodzielnych poszukiwaniach i przy zaangażowaniu szerokiego spektrum podmiotów społecznych i branż. Chociaż z biegiem lat definicja tych kompetencji nie uległa wielkim zmianom, wspomaganie rozwoju kompetencji w STEM staje się coraz ważniejsze, co powinno zostać odzwierciedlone w niniejszym zaleceniu”.

A zatem realizując ideę STEAM w praktyce, umożliwiamy także kształtowanie kompetencji kluczowych.

Dzięki STEAM mamy do czynienia z interdyscyplinarnością z prawdziwego zdarzenia.

Jak takie połączenie – wydawałoby się – odległych światów jak sztuka i nauki przyrodnicze może wyglądać w praktyce? Przykładem może być laboratorium CERN pod Genewą.

W CERN zgłębiane są tajniki materii i energii, a teoretyczne założenia fizyków sprawdza się w praktyce. Świat nauki i sztuki spotyka się tam w ramach specjalnych programów: Sztuka w CERN (Arts at CERN, <https://arts.cern>). Więcej na ten temat możemy przeczytać w opisie programu Connect <https://arts.cern/programme/connect>.

Połączenia i relacje między nauką i sztuką możemy obserwować pod różnymi kątami:

- sztuki jako źródła informacji naukowej;
- nauki w służbie sztuki, np. badania dzieł sztuki, ich datowania itd.;
- roli nauki w warsztacie artysty (np. przygotowywanie barwników),
- obecności świata przyrody w sztuce (chmury, rośliny itd.), jej znaczenia symbolicznego itd.

Ciekawe podejście do tego zagadnienia wraz z przykładami scenariuszy zajęć znajdziemy w publikacji *Nauka i sztuka* (Potyrała et al. 2015): <https://ruj.uj.edu.pl/xmlui/handle/item/21513>. Pozycja jest częścią cyklu publikacji poświęconych przedmiotowi przyroda w szkole ponadgimnazjalnej. Choć ten przedmiot nie jest już obecny w szkole ponadpodstawowej, to wiele publikacji i pomysłów, które powstawały przy okazji jego realizacji, może być z powodzeniem wykorzystanych w szkole podstawowej w starszych klasach. Przedmiot przyroda w założeniu był realizowany w klasie pierwszej LO (po 6-letniej szkole podstawowej). Szereg treści i pomysłów zawartych w tym cyklu publikacji można wykorzystać przy realizacji aktualnej podstawy programowej w szkole podstawowej.

A wreszcie czym innym jest literatura science fiction niż łączeniem nauki i sztuki?

Rok 2021 został ogłoszony rokiem Stanisława Lema. Konkurs literacki ogłoszony z tej okazji (przez czasopismo „Urania”) może dać nową dawkę opowiadań inspirowanych polskimi badaniami naukowymi.

NastornieWWW „Uranii” znajdziemy także praktyczne porady zebrane przez Magdalenę Świerczek-Gryboś dla osób przymierzających się do napisania opowiadania fantastycznonaukowego: *Hard science fiction, czyli więcej science, mniej fiction. To wcale nie takie trudne! Poradnik dla twórców i odbiorców*: <https://www.uraniania.edu.pl/fantastyka/hard-science-fiction>.

Opowiadanie fantastycznonaukowe może być pomysłem na niestandardową pracę domową dla zainteresowanych uczniów.

Dobrym wstępem do lekcji na temat zmian klimatycznych może być film poświęcony podwodnemu muzeum powstałemu z zatapianych w oceniani betonowych rzeźb. Film został udostępniony w ramach konferencji TED: „An underwater art museum, teeming with life | Jason deCaires Taylor”, przygotowano go w angielskiej wersji językowej, jest możliwość włączenia polskich napisów.

Przenikaniu się świata sztuki i nauki poświęcono wiele projektów. Po zakończeniu ich realizacji pozostały rezultaty – materiały do wykorzystania. Jednym z takich przedsięwzięć jest projekt „Chemia teatru”.

We wdrażaniu STEM i STEAM szkole zastosowanie znajduje **metoda projektów**.

Skąd czerpać pomysły na projekty STEM-owe? Pomocą może służyć strona przeznaczona dla nauczycieli przedmiotów przyrodniczych: <https://www.scienceinschool.org>.

Przykładem jest projekt „Pokonać powódź”, możemy go realizować z uczniami w wieku od 7 do 14 lat. Opis projektu znajdziemy na stronie: <https://www.scienceinschool.org/pl/content/pokona%C4%87-pow%C3%B3d%C5%BA>.

Kopalnią zadań i aktywności STEAM-owych jest także strona Centrum Nauki „Kopernik”. W dziale poświęconym edukacji kosmicznej znajdziemy zestawy scenariuszy zajęć. Scenariusz możemy wybrać, korzystając w wygodnej wyszukiwarki (uwzględnia poziom edukacyjny, przedmiot, w tym wiele scenariuszy interdyscyplinarnych). Pole poszukiwań poszerzy się znacząco, jeśli zdecydujemy się skorzystać z materiałów anglojęzycznych, np. „Kosmiczne uprawy” (biologia, geografia, przyroda). Oprócz scenariuszy mamy dostęp do zasobów filmowych. Materiały powstały w ramach polskiej edycji programu ESERO.

Czym jest ESERO? Biura Edukacji Kosmicznej ESERO zostały utworzone, aby do szkół podstawowych i średnich wprowadzać tematykę

kosmosu. Celem istnienia ESERO jest także inspirowanie młodzieży do wyboru w przyszłości zawodów inżynierskich lub związanych z naukami ścisłymi. Biura ESERO są związane z działalnością Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA). Koordynatorem programu ESERO w Polsce jest Centrum Nauki „Kopernik”. Więcej informacji znajduje się na stronie: <https://esero.kopernik.org.pl/o-programie/czym-jest-esero>.

Zastanów się

Czy spotkałaś/spotkałeś się już pojęciem *steampunk*?

Jeśli nie, poszukaj znaczenia tego wyrażenia, oznacza ono pewien rodzaj literatury.

IBSE

Zastanów się

Co mówi Ci akronim IBSE?

Czy wykonywanie przez ucznia doświadczenia wg szczegółowej instrukcji, krok po kroku, to przykład zastosowania IBSE?

Wśród haseł związanych z nauczaniem i uczeniem się przedmiotów przyrodniczych często możemy natknąć się na tajemniczy akronim IBSE.

Inquiry Based Science Education (IBSE) to nauczanie przedmiotów przyrodniczych przez dociekanie naukowe lub przez odkrywanie.

Zastosowanie metody IBSE w szkole wynika m.in. z wniosków ze słynnego raportu Roccarda (2007). Późniejsze nowe, poszerzone spojrzenie na nauczanie przedmiotów przyrodniczych i łączenie ich ze sztuką znajdziemy w raporcie Hazelkorn (2015).

Aktywności oparte na dociekaniu naukowym uszeregowane wg wzrastającej samodzielności ucznia i malejącej roli nauczyciela przedstawiono w tabeli 2.1.

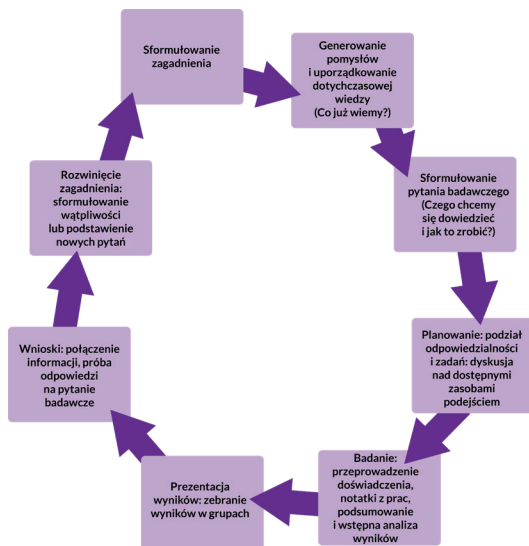
Tabela 2.1. Aktywności ucznia i nauczyciela w IBSE

1. Pokaz interaktywny	Nauczyciel lub wyznaczony uczeń wykonuje pokaz, a przy tym zadaje pytania sondujące, co się wydarzy (przewidywanie). Element dociekania jest obecny przy udzielaniu przez uczniów odpowiedzi i wyjaśnień. Np.: Jak sądzicie, dlaczego roztwór jodyny zmienił barwę?
2. Guided discovery (sterowane/ kierowane odkrywanie)	Uczniowie wykonują eksperyment zaplanowany i opisany przez nauczyciela. Jest to tradycyjna forma przeprowadzania doświadczeń, gdzie uczniowie dostają szczegółowe instrukcje przed przystąpieniem do pracy. Uczniowie głównie ćwiczą umiejętności manualne i przeprowadzają obserwacje lub wykonują eksperyment wg instrukcji.
3. Guided inquiry (sterowane/ kierowane dociekanie naukowe)	Uczniowie pracują w zespołach nad własnymi eksperymentami. Nauczyciel przedstawia problem i podaje jasno sformułowany cel np.: znajdź..., wyznacz... Istnieją różne metody osiągnięcia oczekiwanych wyników. Nie istnieją z góry ustalone odpowiedzi, a wnioski oparte są wyłącznie na pracy uczniów (np. zależą od doboru materiałów). Uczniowie otrzymują wskazówki przed częścią praktyczną zajęć, a w jej trakcie nauczyciel kieruje ich pracą poprzez zadawanie pytań pomocniczych.

4. Bounded inquiry (ograniczone dociekanie naukowe)	Uczniowie mają za zadanie samodzielnie zaplanować i przeprowadzić doświadczenie. Podany przez nauczyciela temat jest ogólniejszy niż w pkt 3. Nauczyciel przedstawia problem, który należy doświadczalnie rozwiązać, ale to uczniowie odpowiedzialni są za zaplanowanie i przeprowadzenie eksperymentu. Uczniowie muszą osiągnąć określony poziom doświadczenia eksperymentalnego i „naukowego”, by uczestniczyć w tych zajęciach.
5. Open inquiry (otwarte dociekanie naukowe)	Do uczniów należy zaproponowanie własnych pytań badawczych oraz planu eksperymentu w ramach określonego wcześniej kontekstu. Tego rodzaju zadania są w innych krajach formą większego sprawdzianu laboratoryjnego dla uczniów starszych klas liceów lub elementem pracy projektowej. Często ten typ aktywności określany jest jako <i>open-ended inquiry</i>, ponieważ niejednokrotnie nie da się odpowiedzieć bezpośrednio na zadane przez uczniów pytanie. Nauczyciel podaje tylko ogólny problem lub temat, którym mają zająć się uczniowie, np. badanie tarcia. Następnie uczniowie definiują własne pytania badawcze i przechodzą pełen cykl IBSE (rys.2.8).

Na podstawie: <https://zdch.uj.edu.pl/ksiazka-cz.1>

Rys. 2.8. Cykl pracy IBSE



Na podstawie: Sokołowska, Podstawy IBSE

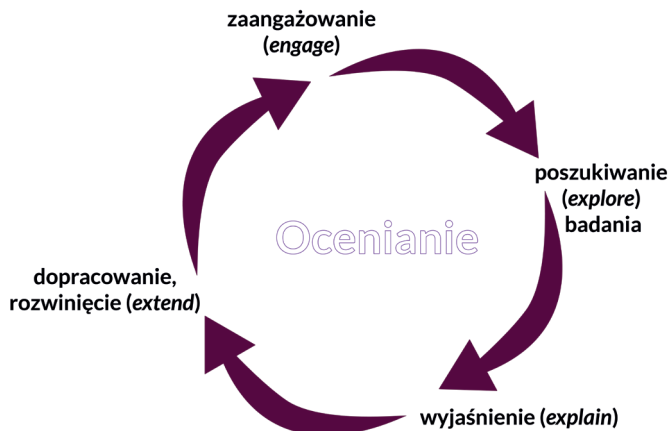
Pytanie o to, czy w IBSE mamy do czynienia z podejściem całkowicie nowym, nie jest rozstrzygnięte, nie wszyscy są tego zdania, wskazując na historyczne zastosowania założeń IBSE (Galska-Krajewska, Siporska, Szelałowska 2015).

Stosowanie IBSE obejmuje:

- aranżowanie sytuacji badawczych,
- nawiązanie do życia codziennego,
- wywołanie niepewności, konfliktu, zaciekawienia,
- konfrontację różnych opinii, pomysłów,
- dociekanie naukowe ze wzrastającą samodzielnością uczniów.

Poniższy model obrazuje przebieg lekcji prowadzonej metodami i poszukującymi. Nazwa modelu – 5E pochodzi on angielskich słów używanych w modelu (evaluate, engage, explore, explain, extend).

Rys. 2.7. Model 5 E w nauczaniu z wykorzystaniem IBSE



Na podstawie: Bernard et al. 2013

Jednym z przedsięwzięć wdrażających metodę IBSE był projekt „Fibonacci”⁶.

Kluczowe aspekty metodologii odkrywania przez rozumowanie za stosowane w projekcie „Fibonacci” to

- rozwijanie kultury opartej na stawianiu problemów/zagadnień/pytań,
- praca w duchu naukowym (wykorzystanie cyklu pracy naukowców w stawianiu i badaniu zagadnień w toku uczenia się),
- uczenie się na błędach,
- zdobycie i utrwalenie wiedzy podstawowej (podstawowych wiadomości) przy jednoczesnym samodzielnym ustanowieniu przez uczniów powiązań myślowo-poznawczych pomiędzy elementami wiedzy nabytej z różnych źródeł,
- kumulacyjny proces uczenia się,
- doświadczenie granic możliwości dyscyplin naukowych oraz podejść interdyscyplinarnych,
- zachęcanie w jednakowym stopniu dziewcząt i chłopców do udziału w edukacji w zakresie wszystkich dyscyplin przyrodniczych i ścisłych,

⁶ Więcej to tym projekcie można przeczytać np. na <https://cordis.europa.eu/project/id/244684/pl>.

- promowanie współdziałania i współpracy uczniów,
- autonomiczne uczenie się; dostrzeganie potrzeb zarówno uczniów z trudnościami, jak i uczniów utalentowanych; dywersyfikacja nauczania (Sokołowska, s.19).

Wdrażanie IBSE nie zakończyło się oczywiście wraz z zakończeniem projektu „Fibonacci”.

Gdzie szukać pomysłów, inspiracji?

Możemy sięgnąć po publikacje, które powstały ramach realizacji kilku projektów międzynarodowych, np. „ESTABLISH” (<https://zdch.uj.edu.pl/establish>), „SAILS” (<https://zdch.uj.edu.pl/sails>), materiały powstałe w ramach obu projektów są dostępne na stronie Zakładu Dydaktyki Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Z najnowszych publikacji warto sięgnąć chociażby po flipbook, który powstał w ramach realizacji międzynarodowego projektu „Amgen Teach”. Aktualnie jest dostępny na stronie <https://www.wcies.edu.pl/wspolpraca-miedzynarodowa/amgen>. W tej publikacji propozycje dla siebie znajdują głównie nauczyciele biologii i chemii. Znajdziemy tam gotowe pomysły, karty pracy.

Tabela 2.2. Sugestie do zastosowania IBSE w szkole

Co stosować (częściej)	Od czego odejść (stosować rzadziej)
Przystosowanie miejsc pracy uczniów do pracy grupowej.	Sadzanie uczniów w rzędach równoległych ławek.
Zachęcanie uczniów do wzajemnego poszanowania innych punktów widzenia i odczuć.	Pozwalanie uczniom na forsowanie swoich poglądów i niesłuchanie innych.
Zadawanie pytań otwartych oraz takich, które zachęcają uczniów do dzielenia się własnymi pomysłami.	Zadawanie pytań pozwalających na jednowyrazową odpowiedź lub dotyczących czystej wiedzy teoretycznej.

Co stosować (częściej)	Od czego odejść (stosować rzadziej)
Pomoc w rozwijaniu umiejętności badawczych (planowanie, zbieranie danych, analiza i interpretacja, wysuwanie poprawnych/logicznych wniosków).	Dawanie uczniom instrukcji „krok po kroku” do każdej czynności, łącznie z zajęciami aktywizującymi.
Dociekanie i branie pod uwagę początkowej wiedzy uczniów, pochodzącej z różnych źródeł.	Ignorowanie pomysłów i wiedzy uczniów w imię „prawidłowej odpowiedzi”.
Organizowanie dyskusji grupowych i klasowych na temat wysuwanych pomysłów oraz otrzymanych wyników.	Skłanianie uczniów do pracy w ustalonym formacie zapisywania czynności, wyników i wniosków.
Udzielanie uczniom informacji zwrotnej na temat ustnych i pisemnych prezentacji wyników, wspomagającej proces ich rozwoju.	Stawianie ocen bez udzielania informacji zwrotnej i pozwalania uczniom na negatywne osądzanie czyjejś pracy.
Wyjaśnianie uczniom powodu podejmowania pewnych zadań tak, aby byli oni w stanie stać się odpowiedzialni za własną pracę.	Proponowanie aktywności bez podania uzasadnienia - w sposób, który daje uczniom poczucie uczestniczenia w sekwencji niezwiązanych ze sobą zadań.
Wykorzystywanie systemu oceniania w trakcie zajęć jako integralnego elementu procesu nieustannego uczenia się.	Wykorzystywanie systemu oceniania jedynie w celu weryfikacji osiągnięć na poszczególnych etapach edukacji.

Na podstawie: Sokołowska, Ewolucyjny proces implementacji IBSE w szkołach (dostęp: 6.05.2021)

Zastanów się

Po przeczytaniu powyższego zestawu porad oceń ich użyteczność oraz możliwości ich zastosowania w Twojej szkole.

Zastanów się

1. Pomyśl o lekcji poświęconej metodologii badawczej w Twojej klasie.

Czy były tam obecne elementy IBSE?

Jeśli były obecne, to w jaki sposób?

Jeśli nie, to czy mogłyby się pojawić? W jaki sposób?

2. Wykorzystaj poniższą informację z forum akwarystycznego do zaaranżowania sytuacji badawczej, postaraj się wykorzystać IBSE. Uzupełnij poniższy schemat scenariusza zajęć.

Dość czystą kulturę można uzyskać dolewając łyżeczkę soku z marchwi do odstanej wody. Po około dwóch tygodniach rozwijają się okazy z rodzaju *Paramecium*, których formy przetrwalnikowe znajdują się w korzeniach marchwi.

Na podstawie: <http://www.akwarium.net.pl/adv/pantofelek.htm>
(dostęp: 7.05.2021)

Rys. 2.9. Szablon scenariusza lekcji

Temat:			
Cele lekcji ze wskazaniem elementów kształtowanych kompetencji	Wiedza	Umiejętności	Postawy
	Uczeń potrafi	Uczeń potrafi	Uczeń wykazuje postawę
Cele sformułowane w języku ucznia			
Pytanie problemowe			
Przebieg lekcji (zastosowane metody, formy pracy)			

Na podstawie: Sokołowska, Podstawy IBSE (dostęp: 6.05.2021)

3. Klucz do kompetencji



Hasło „kompetencje kluczowe” pojawiło się już na poprzednich stronach wielokrotnie.

A zatem pora, aby uporządkować zagadnienie i wyjaśnić to pojęcie.

Zastanów się i dokończ zdania

Ostatnio z pojęciem „kompetencji kluczowych” spotkałam/em się...
Zapamiętałam/em następujące kompetencje: ...

Za początek historii kompetencji kluczowych możemy przyjąć rok 1996 i ówczesne Sympozjum Rady Europy w szwajcarskiej miejscowości Berno. Zastanawiano się wówczas, co ma połączyć wszystkich absolwentów szkół w UE, skoro systemy edukacyjne stanowią dziedzictwo kulturowe narodu i nie można ich ujednolicić, oraz jakie kompetencje są najważniejsze dla wszystkich młodych Europejczyków i dla budowania wspólnej Europy.

Gdy w Polsce rozpoczęto przygotowania do reformy systemu edukacji (1998), kompetencje kluczowe sformułowane w Bernie stały się bardzo istotnym elementem podstawy programowej.

Najważniejszym dokumentem dotyczącym kompetencji kluczowych jest Zalecenie Rady w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie z 22 maja 2018 r.

Pełen tekst można znaleźć w tym miejscu: https://epale.ec.europa.eu/sites/default/files/zalecenie_rady_w_sprawie_kompetencji_kluczowych_w_procesie_uczenia_sie_przez_cale_zycie.pdf.

Wyróżniono osiem głównych grup kompetencji kluczowych:

1. W zakresie rozumienia i tworzenia informacji.
2. W zakresie wielojęzyczności.
3. Matematyczne oraz w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.
4. Cyfrowe.
5. Osobiste, społeczne, w zakresie umiejętności uczenia się.
6. Obywatelskie.
7. W zakresie przedsiębiorczości.
8. W zakresie świadomości i ekspresji kulturalnej

Czym są kompetencje?

Zgodnie z opisem przedstawionym w Zaleceniu Rady na kompetencje składają się trzy komponenty.

1. Wiedza: składają się na nią fakty i liczby, pojęcia, idee i teorie, które są już ugruntowane i pomagają zrozumieć określoną dziedzinę lub zagadnienie.

2 Umiejętności: zdolność i możliwość realizacji procesów i korzystania z istniejącej wiedzy do osiągnięcia wyników.

3. Postawy: gotowość i skłonność do działania lub reagowania na idee, osoby lub sytuacje.

Kompetencje kluczowe są kształtowane przez całe życie. Uczenie się ma charakter ustawiczny, przybiera różne formy: formalne, pozaformalne i nieformalne. Przebiega we wszystkich kontekstach: w rodzinie, szkole, miejscu pracy, sąsiedztwie i innych społecznościach.

W zaleceniach Rady Europy pojawił się poniższy fragment:

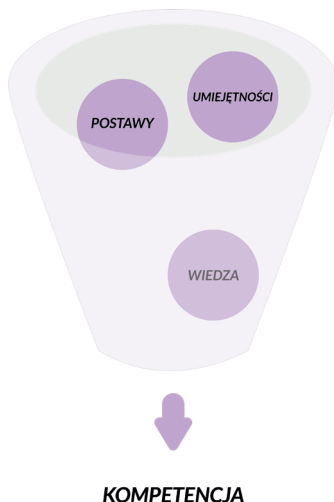
„Aby zachęcić większą liczbę młodych ludzi do wybierania zawodów związanych z **naukami przyrodniczymi**, technologią, inżynierią i matematyką (**STEM**), w inicjatywach w całej Europie zaczęto ściślej łączyć kształcenie w zakresie nauk przyrodniczych **ze sztuką** i innymi dziedzinami, z wykorzystaniem pedagogiki opartej na samodzielnych poszukiwaniach i przy zaangażowaniu szerokiego spektrum podmiotów społecznych i branż. Chociaż z biegiem lat definicja tych kompetencji nie uległa wielkim zmianom, wspomaganie rozwoju kompetencji w **STEM** staje się **coraz ważniejsze** [...]”.

Rys 3.1. Komponenty kompetencji

A zatem STEM i STEAM nieprzypadkowo w tej publikacji znalazły się blisko rozdziału poświęconego kompetencjom kluczowym.

Wszystkie kompetencje łączą następujące umiejętności:

- myślenie krytyczne,
- rozwiązywanie problemów,
- praca zespołowa,
- umiejętności komunikacyjne i negocjacyjne,
- umiejętności analityczne,
- kreatywność,
- umiejętności międzykulturowe.



Trudno przecenić rolę myślenia krytycznego. Ta umiejętność jest częścią „przyrodniczej duszy”, pozwala chociażby na oddzielenie nauki od pseudonauki. Edytor tekstu nie dysponuje kreską wystarczającej grubości, aby podkreślić znaczenie myślenia krytycznego.

Myśleniu krytycznemu należy się więc kilka słów więcej.

Co oznacza myślenie krytyczne? To:

- rozpatrywanie zjawisk i doświadczeń z wielu punktów widzenia;
- formułowanie sądów i ocenianie;
- zdobywanie wiedzy z odwoływaniem się do jasnych, uzasadnianych kryteriów;
- rozważanie argumentów za i przeciw jakimś twierdzeniom oraz wyciąganie na tej podstawie wniosków;
- konsekwentne dążenie do prawdy podporządkowane logicznemu wnioskowaniu z dbałością o prawdziwość przesłanek;
- dążenie do korekty słabości sądów, rozumowania, procedur własnych i dostrzeganych u innych (krytycyzm służy więc dbałości o rzetelność metodologii badawczej i trafność formułowanych tez) (Garstka 2016).

Dążenie do prawdy jest głęboko humanistycznym aspektem tej kompetencji i myślenia naukowego jako takiego.

Jak myśleć krytycznie?

Sześć umiejętności myślenia krytycznego (Zimbardo, Johnson, McCann 2017, s. 29–32).

Sześć umiejętności to sześć pytań, na które chcemy odpowiedzieć, spotykając z docierającą do nas informacją.

1. Jakie jest źródło informacji?
2. Czy stwierdzenie ma charakter umiarkowany, czy kategoryczny?
3. Jakie są dowody?
4. Czy wnioski mogą być zniekształcone przez tendencyjność w myśleniu?
5. Czy rozumowanie jest wolne od typowych błędów logicznych?
6. Czy zagadnienie wymaga przedstawiania z wielu perspektyw?

Kreatywność nie jest sprzeczna z myśleniem krytycznym. Myślenie krytyczne i kreatywne można przyrównać do awersu i rewersu tej samej monety.

Chcącym uczyć się myślenia krytycznego mogą przydać się „narzędzia myślowe”. Możemy posługiwać się nimi na wszystkich przedmiotach szkolnych. Maciej Winiarek na stronie poświęconej narzędziom TOC (<https://www.toc.edu.pl/narzedzia-krytycznego-myslenia/toc>) wymienia i charakteryzuje następujące: chmurkę, drzewko ambitnego celu i gałąź logiczną¹.

Wszystkie kompetencje są ważne i równe!

Każda z kompetencji kluczowych przyczynia się do udanego życia w społeczeństwie. Kompetencje mogą być stosowane w wielu różnych kontekstach i rozmaitych kombinacjach. Ich zakresy pokrywają się i są ze sobą powiązane: aspekty niezbędne w jednej dziedzinie wspierają kompetencje w innej – jak warstwy w torcie lub składniki jednego dania.

¹ Gałąź logiczna przypomina drzewa zdarzeń, czyli narzędzia stosowane np. w analizie ryzyka oraz analizie wypadków przy pracy.

Spojrzenie na każdą kompetencję obejmuje trzy komponenty:

- wiedzę,
- umiejętności,
- postawy.

Przyjrzymy się dokładniej dwóm z kompetencji kluczowych. Najpierw tym najbliższym przyrodnikom.

Tak opisano je w Zaleceniu Rady:

„Kompetencje matematyczne oraz w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Kompetencje matematyczne to zdolność rozwijania i wykorzystywania myślenia i postrzegania matematycznego do rozwiązywania problemów w codziennych sytuacjach. Istotne są zarówno proces i działanie, jak i wiedza, przy czym podstawę stanowi należyte opanowanie umiejętności rozumowania matematycznego. Kompetencje matematyczne obejmują – w różnym stopniu – zdolność i chęć wykorzystywania matematycznych sposobów myślenia oraz prezentacji (wzory, modele, konstrukty, wykresy, tabele).

Kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych dotyczą zdolności i chęci wyjaśniania świata przyrody z wykorzystaniem istniejącego zasobu wiedzy i stosowanych metod, w tym obserwacji i eksperymentów, w celu formułowania pytań i wyciągania wniosków opartych na dowodach.

Kompetencje techniczne i inżynierskie to stosowanie tej wiedzy i metod w odpowiedzi na postrzegane ludzkie potrzeby lub wymagania.

Kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii obejmują rozumienie zmian powodowanych przez działalność człowieka oraz rozumienie swojej odpowiedzialności jako obywatela”.

Matematyka

Niezbędna wiedza

„Konieczna wiedza w dziedzinie matematyki obejmuje solidną umie-

jętność liczenia, znajomość miar i struktur, podstawowych operacji i sposobów prezentacji matematycznej, rozumienie terminów i pojęć matematycznych, a także świadomość pytań, na które matematyka może dać odpowiedź”.

Niezbędnie umiejętności

„Niezbędne jest posiadanie umiejętności stosowania podstawowych zasad i procesów matematycznych w codziennych kontekstach prywatnych i zawodowych (np. umiejętności finansowe), a także śledzenia i oceniania ciągów argumentów. Niezbędna jest zdolność rozumowania w sposób matematyczny, rozumienia dowodu matematycznego i komunikowania się językiem matematycznym oraz korzystania z odpowiednich pomocy, w tym danych statystycznych i wykresów, a także rozumienia matematycznych aspektów cyfryzacji”.

Niezbędne postawy.

Szacunek dla prawdy oraz na chęć szukania argumentów i oceniania ich zasadności.

Nauki przyrodnicze technologia i inżynieria

Niezbędna wiedza

„Niezbędna wiedza obejmuje główne zasady rządzące światem przyrody, podstawowe pojęcia naukowe, teorie, zasady i metody, technologię oraz produkty i procesy technologiczne, a także rozumienie wpływu nauki, technologii, inżynierii i ogólnie działalności człowieka na świat przyrody. Kompetencje te powinny umożliwiać lepsze rozumienie korzyści, ograniczeń i zagrożeń dla ogółu społeczeństwa wynikających z teorii i zastosowań naukowych oraz technologii (w odniesieniu do podejmowania decyzji, wartości, kwestii moralnych, kultury itp.)”.

Niezbędnie umiejętności

„Umiejętności obejmują rozumienie nauki jako procesu badawczego prowadzonego za pomocą konkretnych metod, w tym obserwacji i kontrolowanych eksperymentów, zdolność do wykorzystywania lo-

gicznego i racjonalnego myślenia do weryfikowania hipotez, a także gotowość do rezygnacji z własnych przekonań, jeżeli są one sprzeczne z nowymi odkryciami naukowymi. Obejmuje to zdolność do wykorzystywania i posługiwania się narzędziami i urządzeniami technicznymi oraz danymi naukowymi do osiągnięcia celu bądź podjęcia decyzji lub wyciągnięcia wniosku na podstawie dowodów. Niezbędna jest również zdolność do rozpoznania zasadniczych cech postępowania naukowego oraz zdolność przedstawiania wniosków i sposobów rozumowania, które do tych wniosków doprowadziły”.

Niezbędne postawy

„Kompetencje obejmują postawy krytycznego rozumienia i ciekawości, poszanowanie kwestii etycznych oraz wspieranie zarówno bezpieczeństwa, jak i zrównoważenia środowiskowego, w szczególności w odniesieniu do postępu naukowo-technicznego w indywidualnym kontekście danej osoby, jej rodziny i społeczności oraz zagadnień globalnych”.

Kompetencje w zakresie świadomości i ekspresji kulturalnej

Kształtowanie u uczniów kompetencji w zakresie świadomości i ekspresji kulturalnej wydaje się nie tak oczywiste dla przyrodników jak kształtowanie kompetencji czysto przyrodniczych lub matematycznych. Ten aspekt kształcenia może wymagać nieco więcej zastanowienia, jednak jak najbardziej jest możliwy do realizacji.

Tak zostały one opisane w tekście zaleceń Rady Europy:

„Obejmują rozumienie sposobów kreatywnego wyrażania i komunikowania pomysłów i znaczeń w różnych kulturach, za pomocą różnych rodzajów sztuki i innych form kulturalnych, oraz poszanowanie dla tego procesu, angażowanie się w rozumienie, rozwijanie i wyrażanie własnych pomysłów oraz odczuwanie swojego miejsca lub roli w społeczeństwie na wiele różnych sposobów i w wielu kontekstach”.

Niezbędna wiedza

„Kompetencje te wymagają znajomości lokalnych, regionalnych, krajowych, europejskich i ogóln światowych kultur i sposobów ekspresji, w tym ich języków, dziedzictwa i tradycji oraz produktów kulturo-

wych, a także zrozumienia, w jaki sposób te ekspresje mogą wpływać na siebie wzajemnie i na pomysły poszczególnych osób. Obejmuje to rozumienie różnych sposobów przekazywania idei między twórcą, uczestnikiem i publicznością w tekstach pisanych, drukowanych i cyfrowych, teatrze, filmie, tańcu, grach, sztuce i wzornictwie, muzyce, rytuałach i architekturze, a także w formach hybrydowych. Wymaga to rozumienia własnej tożsamości twórczej i dziedzictwa kulturowego w świecie różnorodności kulturowej oraz tego, jak sztuka i inne formy kulturalne mogą być sposobem zarówno postrzegania, jak i kształtowania świata”.

Niezbędne umiejętności

„Umiejętności obejmują zdolność empatycznego wyrażania i interpretowania figuratywnych i abstrakcyjnych idei, doświadczeń i emocji, a także zdolność czynienia tego w ramach różnych rodzajów sztuki i innych form kulturalnych. Obejmują również zdolność identyfikowania i wykorzystywania możliwości uzyskania wartości osobistej, społecznej lub komercyjnej za pomocą sztuki i innych form kulturalnych oraz zdolność angażowania się w procesy twórcze, zarówno w sposób indywidualny, jak i zespołowy”.

Niezbędne postawy powiązane z tymi kompetencjami

„Kluczowe znaczenie ma otwartość wobec różnorodności ekspresji kulturalnej i jej poszanowanie, wraz z etycznym i odpowiedzialnym podejściem do własności intelektualnej i kulturowej. Pozytywna postawa obejmuje również ciekawość świata, otwartość na wyobrażanie sobie nowych możliwości oraz gotowość do uczestniczenia w doświadczeniach kulturalnych”.

To tylko dwie z ośmiu opisanych grup kompetencji kluczowych. Przedmiotów przyrodniczych dotyczą także wszystkie pozostałe kompetencje kluczowe. Każdy z przedmiotów jest okazją do kształtowania wszystkich opisanych przez Radę kompetencji kluczowych.

Zastanów się

Przeczytaj opis pozostałych sześciu kompetencji kluczowych w zalecaniach Rady.

Które z kompetencji, poza przyrodniczymi, były kształtowane u Twoich uczniów w tym tygodniu? W jaki sposób?

Czy możesz przywołać przykład działań służących rozwijaniu każdej z kompetencji kluczowych podczas Twoich zajęć z uczniami?

Żeby dowiedzieć się więcej na temat kształtowania kompetencji kluczowych, warto sięgnąć do dodatkowych propozycji:

1. Płusa A., *Kształtowanie kompetencji kluczowych w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych w szkołach ćwiczeń.*
2. Łubocka J., *Kompetencje kluczowe uczniów a umiejętność ich doskonalenia w pracowni przyrodniczej.*

4. TIK dla przyrodnika



Pomocą w odnajdywaniu się w coraz bardziej cyfrowym świecie (nie tylko edukacji) może być model SAMR.

Ten zaproponowany przez Rubeina Puentedurę model to przejrzysty opis „stopni wtajemniczenia”, kolejnych etapów integracji technologii w procesie edukacji. Model SAMR swoją nazwę bierze od pierwszych liter angielskich słów charakteryzujących kolejne poziomy (*substitution, augmentation, modification, redefinition*). Pojęcia te są tłumaczone na język polski jako: „zastąpienie”, „rozszerzenie”, „modyfikacja”, „redefinicja”.

Rys. 4.1 Model SAMR



Źródło: oprac. własne

W tabeli 4.1 zawarto opisy poszczególnych poziomów modelu wraz z przykładami działań odpowiadających każdemu z tych poziomów.

Zastanów się

Pomyśl o swojej pozycji na drabinie modelu SAMR:

- Na którym szczeblu znajdowałaś/znajdowałeś się jeszcze rok temu?
- Gdzie chciałabyś/chciałbyś znaleźć się za rok?
- Czy wyciągniemy rękę do następnego szczebla, czy zechcemy mocniej chwycić się tego, na którym jesteśmy?

Jeśli Twoje działania ogniskowały się głównie wokół zastępowania narzędzi analogowych cyfrowymi (np. rozmowy osobistej komunikacją e-mailową), czyli szczebla S, to może warto sięgnąć po rozwiązania ze szczebla A. Jeśli już na co dzień pewnie trzymałaś/trzymałeś się szczebla A, to może warto pokusić się o spory krok w górę i sięgnięcie do szczebla M. A może stoisz pewnie na szczeblu najwyższym? Twoja pomocna dłoń z pewnością może się przydać wspinającym.

Tabela 4.1. Model SAMR



Poziom	Opis	Przykład działania
R <i>redefinition</i> (redefinicja)	Następuje najgłębsze prze-projektowanie procesu nauczania i uczenia się, technologia umożliwia realizację zadań, których nie można było wcześniej przewidzieć, doświadczenie uczenia się zogniskowane jest bardziej na uczniu niż na nauczycielu. Uczniowie są w centrum zadania bardziej niż nauczyciele i technologia jako taka.	Tworzenie filmiku z pytaniami (np. z wykorzystaniem Edpuzzli).
M <i>modification</i> (modyfikacja)	Takie zastosowania technologii, które pozwalają na dużą zmianę jakościową procesu edukacyjnego, zadanie jest tak zmienione, że bez zastosowania technologii jego wykonanie staje się wręcz niemożliwe.	Wspólne tworzenie prezentacji w dokumentach Google'a, otrzymywanie i zamieszczanie komentarzy.
A <i>augmentation</i> (rozszerzenie)	Zastosowania technologii zwiększające możliwości i funkcjonalności w porównaniu z narzędziami analogowymi.	Zapisanie notatki w edytorze tekstu zamiast w zeszyte – z użyciem narzędzi formatowania, korekty ortografii itd.
S <i>substitution</i> (zastąpienie)	Działania ograniczające się do przeniesienia na poziom cyfrowy aktywności analogowych, bez zmian funkcjonalnych.	Np. zapisanie notatki w edytorze tekstu zamiast w zeszyte.

Czy można przejść w modelu SAMR na wyższy poziom od razu? Autor modelu odpowiada twierdząco.

Zastanów się

Podaj własne przykłady działań odpowiadających poszczególnym poziomom SAMR.

Wybrane narzędzia TIK

Poniżej znajduje się przegląd wybranych narzędzi należących do różnych grup. Przedstawiony zestaw nie wyczerpuje wszystkich typów narzędzi, pakietów, platform. Przytoczono przykłady narzędzi użytecznych dla wszystkich nauczycieli i nauczycielek oraz propozycji specjalnie przygotowanych z myślą o przyrodnikach.

Genial(l)ny początek

www.genial.ly

Platformę do tworzenia interaktywnych i wizualnych treści **Genially wyróżnia się** jako jedno z ciekawszych rozwiązań. Można zaryzykować stwierdzenie, że Genially może być wykorzystane na 1001 sposobów. Dostęp uzyskujemy poprzez stronę www.genially.pl. Genially podobnie jak wiele innych tego typu narzędzi ma opcję bezpłatną i wersję płatne (o bardziej rozbudowanych funkcjach).

Jak wykorzystać Genially w pracy nauczyciela przedmiotów przyrodniczych?

Opcji jest przynajmniej kilka, w zależności od celu, możliwości czasowych i umiejętności osoby korzystającej oraz osobistych preferencji. Można wykonywać rozbudowane wirtualne escape roomy, a także prostsze prezentacje lub obrazki interaktywne, mapy myśli i wiele, wiele innych. Program pozwala na dodawanie dźwięku, udostępnianie swojej pracy do wykorzystania i edycji dla innych osób, a także na wspólną pracę dwóch i więcej użytkowników.

Najprostszym dziełem jest obrazek interaktywny. Możemy zamieścić film, quiz oraz krótkie informacje na tym samym

rysunku interaktywnym. Przykład: interaktywny pantofelek, interaktywności zobaczymy, korzystając z linku <https://view.genially.com/60a3e3ef9fc0de0d9a7d50b2/interactive-image-pantofelek>,

Rys. 4.2. Przykład zastosowania Genially – obrazek interaktywny



Źródło: oprac. własne

Pierwsze genial(l)ne prace możemy wykonać, korzystając z dostępnych szablonów.

Genially pozwala na łączenie efektów pracy z wielu innych aplikacji, jak Wordwall, LearningApps, Edpuzzle itp.

Gry edukacyjne typu escape room kryją się pod zakładką „Gamification”. Znajdziemy tam także wiele przykładów quizów. Poszczególne typy prac w Genially można ze sobą łączyć, np. dodając elementy quizów lub całe quizy do przygotowanego escape roomu.

Jeśli chcemy sięgnąć po bardziej zaawansowane opcje, warto skorzystać np. z narzędzi S'cape.

Przy korzystaniu z Genially pomocne mogą być tutoriale zamieszczone na kanałach na platformie YouTube, serwisy społecznościowe, w tym prężnie działająca oficjalna grupa Genially na Facebooku. Wśród stron, które warto dodać do ulubionych, jest blog prowadzony przez ambasadorkę Genially w Polsce Agnieszkę Halicką: www.edutriki.pl.

Przy okazji wirtualnych escape roomów warto przywołać pojęcie grywalizacji (gamifikacji) jako jednej z wyjątkowych metod w edukacji. Niektórzy autorzy posuwają się nawet dalej w dostrzeganiu związków między edukacją a grą. W pracy *Grywalizacja. Jak zastoso*

wać mechanizmy gier w działaniach marketingowych (Tkaczyk 2016) pojawia się teza, że szkoła, w rozumieniu systemu edukacji, jest grą: „Czy uczniowie grają, bo lubią? Nie każdy. Ale ten przymus można nazwać elementem innej gry – życia w społeczeństwie – w którą gramy każdego dnia. Dobrowolnie rzecz jasna. Jeśli komuś przestają odpowiadać zasady, ma kilka wyjść. Głośna Sala samobójców pokazuje te zasady czarno na białym. Czytasz to, więc gramy dalej...”. Grywalizacja sprowadza się do zmiany zachowania ludzi poprzez zastosowanie mechanizmów znanych z gier (Tkaczyk 2016). W sieci dostępnych jest wiele przykładów zastosowania grywalizacji w edukacji na różnych etapach kształcenia (od edukacji wczesnoszkolnej po przykłady zgrywalizowanych przedmiotów na studiach wyższych). Wiele przykładów na swojej stronie WWW udostępnia Joanna Mytnik: <https://www.joannamytnik.com/grywalizacja>. Osoby zainteresowane zastosowaniem grywalizacji w szkole mogą skorzystać z szeregu publikacji, np. *Gamifikacja – innowacyjne metody nauczania. Na lekcjach można grać!* (Woźniak et al. 2015), zawierającej teksty w języku polskim i niemieckim, czy artykułu *Innowacje w edukacji – grywalizacja w procesie dydaktycznym* (Trzcionka 2018), dostępnym w formie elektronicznej. Po tej grywalizacyjnej dygresji wracamy do narzędzi TIK.

Edpuzzle

<https://edpuzzle.com>

Dzięki Edpuzzlom możemy stworzyć dla uczniów materiały filmowe opatrzone pytaniami, Można wykorzystać filmy np. znajdujące się w serwisie YouTube. Program umożliwia dodawanie pytań (bez możliwości ich pominięcia przez uczniów). W wersji bezpłatnej liczba przygotowanych prac jest ograniczona. Mamy możliwość edytowania przygotowanych wcześniej prac, po wyczerpaniu limitu możemy je usunąć, wówczas zyskujemy możliwość przygotowanie kolejnej pracy.

Metimeter (www.mentimeter.com) i **AnswerGarden** (<https://www.answergarden.ch>) to z kolei narzędzia pozwalające na szybkie zbieranie opinii, skojarzeń. Minimeter jest nieco bardziej rozbudowanym narzędziem, pozwala np. na tworzenie różnych wersji ankiet online w wielu opcjach graficznych.

Padlet

www.padlet.com

Użyteczne narzędzie do gromadzenia materiałów, linków, nagrań i udostępniania ich w prosty sposób. Korzystając z niego, można także zapisywać komentarze pod zamieszczonymi materiałami itd. Poniżej znajduje się widok przykładowego padletu z zamieszczonymi materiałami.

Rys. 4.3. Padlet – przykładowe zastosowanie



Źródło: praca własna, wykorzystano program Padlet

Zebrane na padlecie materiały mogą okazać się użyteczne dla czytających to opracowanie, dostęp do zasobów uzyskujemy, korzystając z kodu QR (w aktualnym ustawieniu odwiedzający mogą jedynie czytać, nie mogą zamieszczać swoich wpisów).



Podobnym, chociaż bardziej rozbudowanym narzędziem jest <https://wakelet.com>

Phyphoks

<https://phyphox.org>

To aplikacja zamieniająca zwykły smartfon w urządzenie pomiarowe i minilaboratorium. Opis możliwości jej wykorzystania znajduje się w publikacji *Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnej w edukacji fizycznej* (Greczyło 2017).

Nauczycielom przedmiotów przyrodniczych służą także platformy edukacyjne, poniżej kilka przykładów. Platformy powstały w ramach toczących się bądź już zakończonych projektów, ich zasoby pozostają do wykorzystania.

Nauczyciele oraz uczniowie mogą skorzystać z personalizacji materiałów, dodając do nich np. swoje wirtualne awatary – **Bitmoji**: <https://www.bitmoji.com>. Najlepiej wykorzystywać je łącznie z przeglądarką Chrome w komputerze (pozwala to na zainstalowanie dodatku).

Świat cyfrowy to już nie tylko płaski obraz na ekranie. Świat realny, także ten edukacyjny, coraz częściej przenika się ze światem wirtualnym, możemy to dostrzec dzięki technologiom wiratowanej rzeczywistości, rozszerzonej i mieszanej.

Mapy cyfrowe

Podstawa programowa z geografii dla szkoły podstawowej wskazuje w wymaganiach i ogólnych, i w szczegółowych na umiejętność stosowania map cyfrowych. Do tego celu może służyć szereg narzędzi:

Google Earth: www.google.com/intl/pl/earth,

NatGeo Mapmaker Interactive mapmaker:

<https://mapmaker.nationalgeographic.org>,

Geoportal: www.mapy.geoportal.gov.pl,

Eurostat Portal. Country Profiles: <https://ec.europa.eu/eurostat/help>,

NID Portal Mapowy: <https://mapy.zabytek.gov.pl/nid>,

Eurostat Portal. Statistical Atlas. Eurostat regional yearbook 2020:

<http://ec.europa.eu/eurostat/statistical-atlas/gis/viewer>,

GDI (EuroGeoSurveys' European Geological Data Infrastructure):

<http://www.europe-geology.eu/map%20viewer>,

Open Street Map: www.openstreetmap.org

Marine Traffic: <https://www.marinetraffic.com>,
<https://mapy.zabytek.gov.pl/nid>.

Szczegółowy wykaz wraz z omówieniem zastosowania powyższych aplikacji znajduje się w artykule *Możliwości wykorzystania map cyfrowych w nauce geografii w nawiązaniu do nowej podstawy programowej* (Pokojski, Słomska-Przech 2019).

Przeglądarka zdjęć satelitarnych EO Browser

<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>

Dzięki temu narzędziu uzyskujemy dostęp do zdjęć wykonanych przez różne satelity. Wyszukiwarka umożliwia także porównywanie zdjęć ze sobą w czasie, śledzenie zmian np. w linii brzegowej, stosowanie map o różnym zabarwieniu (np. widoczne na zdjęciu zabarwienie pozwala wyraźnie pokazać rzeki, jeziora). Warto odkryć możliwości tej przeglądarki.

Fot. 4.4. Przykładowa mapa satelitarna



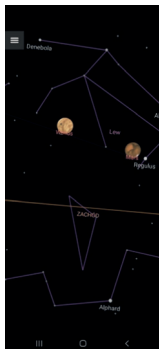
Źródło: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>

Loss of the Night

Bezpłatna aplikacja, dzięki której odzyskamy ciała niebieskie na niebie i będziemy mogli ocenić stopień zanieczyszczenia świetlnego nieba (problem ten narasta i ma swoje duże przyrodnicze implikacje). Zdjęcia przedstawiają widok działającej aplikacji w trybie dziennym (po lewej) oraz w trybie nocnym (po prawej), strzałka określa kierunek poszukiwania danego ciała niebieskiego. Aplikację można bezpłatnie ściągnąć ze sklepu Google Play oraz AppStore. O aplikacji i powiązanym z nią projekcie można przeczytać na [stronie http://www.space-awareness.org/pl/games/loss-night](http://www.space-awareness.org/pl/games/loss-night).

Loss of the Night jest częścią większego projektu Space Awareness (<http://www.space-awareness.org/pl/games>).

Fot. 4.5a. Aplikacja Loss of the Night w działaniu



Fot. 4.5b. Aplikacja Loss of the Night w działaniu



Źródło: oprac. własne

Kolejna aplikacja poświęcona niebu nad nami to **Heavens Above**

Pod tą nazwą znajdziemy stronę WWW w języku polskim oraz aplikację do zainstalowania na telefonie Heavens-Above: <https://www.heavens-above.com>.

Następna grupa aplikacji to te umożliwiające rozpoznawanie organi-

zmów, np. ptaków i roślin, można z nich korzystać na telefonach oraz na komputerach. Dwie z nich są efektem zastosowania sztucznych sieci neuronowych.

BirdNET

<https://birdnet.cornell.edu>

Aplikacja służy do rozpoznawania gatunków ptaków na podstawie ich głosów (podaje rezultat z określeniem prawdopodobieństwa identyfikacji danego gatunku).

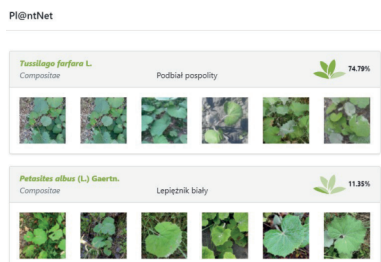
Pl@ntNET – umożliwia identyfikację 20 000 gatunków roślin. Program można także wykorzystywać na komputerze, rozpoznaje rośliny na podstawie zdjęć

<https://identify.plantnet.org/pl>

A tak wygląda efekt działania Pl@ntNET, zaimportowane zdjęcie rośliny zostało zidentyfikowane jako fotografia podbiału pospolitego (74,79%), w dalszej kolejności wymieniane są inne gatunki, o mniejszym prawdopodobieństwie zgodności.

Poniżej oryginalne zdjęcie wykonane na Orłowskim Klifie.

Fot. 4.3. Pl@ntNet – przykład identyfikacji rośliny na podstawie zdjęcia



Źródło: oprac. własne z wykorzystaniem aplikacji Pl@ntNet

Fot. 4.4. Fotografia podbiātu pospolitego



Źródło: oprac. własne

Zintegrowana Platforma Edukacyjna (<https://zpe.gov.pl>) zawiera zasoby portalu Scholaris oraz e-podręczniki.

Eduscience (<https://www.eduscience.pl>). Na platformie możemy znaleźć artykuły poświęcone STEM, materiały interaktywne, blogi naukowców, informacje o konferencjach itp.

Scientix <http://www.scientix.eu/home> (dostępna polska wersja językowa strony). Strona związana jest z międzynarodowym projektem Scientix, zawiera bogaty zbiór materiałów m.in. poświęconych STEM, w tym repozytorium zasobów wyposażone w wyszukiwarkę, dzięki której możemy odszukać materiał zgodnie z wybranym kryterium (przedmiot, wiek dzieci, język publikacji).

Innego typu zasobem jest **Baza Dobrych Praktyk i Narzędzi Dydaktycznych** (<http://www.bnd.ibe.edu.pl/>).

Baza zawiera zbiór ciekawych zadań z różnych przedmiotów, w tym przyrodniczych. W bazie znajdziemy zadania wraz z ich omówieniem, często są to zadania o zbadanej trudności. Pierwotnie zostały stworzone z myślą o uczniach gimnazjum, ale wiele z nich (jeśli nie wszystkie) można wykorzystać także w szkole podstawowej. Sprzyjają one rozwijaniu umiejętności złożonych uczniów, często prezentują nietypowe ujęcia zagadnień. Baza zawiera wyszukiwarkę pozwalającą łatwo odnaleźć interesujące nas zadanie.

Bazą, dzięki której możemy przeszukiwać ogromną liczbę tekstów

wystąpień konferencyjnych, są **Otwarte Zasoby Polskiego Towarzystwa Diagnostyki Edukacyjnej**. W bazie zebrano teksty wystąpień i artykułów od roku 1993. Dzięki wygodnej wyszukiwarce możemy odnaleźć np. teksty interesujących nas autorów lub wybraną tematykę. Po wpisaniu w wyszukiwarce w miejscu na tytuł „fizyka:” uzyskujemy dostęp do ciekawego artykułu *Dwie perspektywy – jedna droga. Fizyka w tekstach literackich* (Jakubowicz et al.). Aby uzyskać dostęp do bazy, wystarczy wejść na stronę www.ptde.org.

Fot. 4.5. Otwarta baza tekstów PTDE



Chmury wyrazów

Chmury stworzone z wyrazów możemy wykorzystać do uatrakcyjnienia zajęć, ale także jako formę prezentacji graficznej skojarzeń uczniów z pojęciem. Do tworzenia chmur możemy wykorzystać różne aplikacje, niektóre nie wymagają logowania się i zakładania konta, do takich należy np. **Word Art** (<https://wordart.com>).

Poniższe chmury wyrazów powstały przez zaimportowanie treści podstaw programowych przyrody i chemii. Różnice w wielkości między wyrazami wynikają z częstości pojawiania się danych słów w tekście (pominięto spójniki, przyimki itd.) Dostępne są różne czcionki, kształty, kolory. Warto zauważyć, że nie wszystkie czcionki obsługują polskie znaki (polskie znaki obsługują czcionki Amatic, Chopin Script, Chrysanthi i inne).

Rys. 4.4. Chmury słów



Rys. 4.4b. Chmury słów



Źródło: oprac. własne

<https://www.remove.bg>

Do użytecznych programów należy aplikacja pozwalająca na usuwanie tła ze zdjęć. Nie wymaga ona nawet instalowania na komputerze, modyfikacja zdjęcia odbywa się online. Taka możliwość jest użyteczna np. w pracy programem Genially.

Fot. 4.6a. Zdjęcie przed edycją



Źródło: Pixabay.com

Fot. 4.6b. Zdjęcie po edycji



Źródło: praca własna przy wykorzystaniu zdjęcia pozyskanego z pixabay.com

Kody QR (ang. Quick Response Code)

Dzięki nim można zakodować tekst, ciąg cyfr (np. numer telefonu), link dynamiczny, czyli możliwa jest zmiana docelowego miejsca, do którego prowadzi kod, bez zmiany samego kodu. Nie można w ten sposób natomiast zapisać obrazu, ale link do obrazu już możemy zakodować.

Kody QR znalazły swoje zastosowanie np. w oznaczeniu ścieżek dydaktycznych, zabytków itd. Możemy je także wykorzystywać z powodzeniem w tworzeniu pokoi zagadek, gier terenowych.

Do skorzystania z kodu potrzebny jest odpowiedni czytnik. Jeśli nasze urządzenie mobilne go nie ma, do wyboru mamy dużo bezpłatnych aplikacji, np. **Skanner Kodów QR i Kreskowych**. Kod QR to nie zawsze pola w kształcie prostokątów, mogą pojawiać się także kropki.

Samo wygenerowanie kodu również nie nastręcza trudności, jednym z programów, który możemy w tym celu wykorzystać, jest np. **QR Code Monkey**: <https://www.qrcode-monkey.com> – dzięki niemu możemy wtóżyć kolorowe kody QR.

A jeśli chcemy podnieść poprzeczkę i stworzyć kod, który jest zadaniem do uzupełnienia, możemy skorzystać ze strony **Mal-den-Code.de** (<https://mal-den-code.de>) – stworzymy kody, które możemy wykorzystać jako element zagadki. Po rozwiązaniu zagadki uczeń otrzymuje informację o tym, które z pól należy zamalować, aby uzyskać działający kod.

Strona jest dostępna w niemieckiej i francuskiej wersji językowej. Jeśli chcemy zdać się na pomoc automatycznego tłumacza, wystarczy kliknąć na tekście prawym klawiszem myszki i wybrać opcję tłumaczenia na język polski (opcja działa w przeglądarkach Chrome i Microsoft Edge).

Klikając prawym klawiszem myszki, możemy także uzyskać dostęp do opcji generowania kodu QR związanego z daną stroną.

Poniżej kod QR prowadzący do strony, na której zamieszczono artykuł *Z(a)maluj sobie kod* (Florkiewicz-Borkowska 2016). Artykuł wyjaśnia kluczowe niemieckie zwroty.



Technologia AR (augmented reality) - obserwujemy świat realny, na który nałożone są obiekty z cyfrowego świata. Wygenerowane komputerowo umożliwiają interakcję. Najczęściej w praktyce potrzebujemy wówczas urządzenia mobilnego z kamerą, odpowiedniej aplikacji oraz wydrukowanego szablonu (np. w postaci kostki, jak kostka Merge). Zastosowanie rzeczywistości rozszerzonej w książkach umożliwia dodanie przestrzennych obiektów do ilustracji, objaśnień, modeli i ułatwia zrozumienie treści np. uczniom o specjalnych potrzebach edukacyjnych.

AR to także programy jak **Quiver**. Jak wiele tego typu propozycji, oferuje on część funkcji bezpłatnie, a część już za opłatą. W bezpłatnej puli mamy do dyspozycji szablony do samodzielnego kolorowania, dzięki nim możemy np. zamienić mapę świata (osobiście pokolorowaną) w kulę ziemską zawieszoną w kosmosie. Co ciekawe, kolory, które nadaliśmy kontynentom i oceanom, pozostaną takie, jak sami wybraliśmy. Możemy pokusić się o nieco nietypowe zabarwienie, np. oceanów na czerwono czy bieguna południowego na granatowo. Do wyboru otrzymujemy różne opcje widoku kuli ziemskiej: zachmurzenie, dzień, noc itd. Dostępne są także inne szablony, np. mocno uproszczone szablony budowy komórki zwierzęcej i roślinnej, także do samodzielnego pokolorowania. Dodatkowo można sprawdzić swoją znajomość nazw elementów komórki (nazwy w języku angielskim).

Mamy możliwość wykonywania zdjęć naszych dzieł oraz nagrania filmików. Poniżej zamieszczono zdjęcia powstałe przy wykorzystaniu aplikacji Quiver oraz kolorowanek przygotowanych na potrzeby tego opracowania.

Fot. 4.7a. Przykładowe zastosowania aplikacji Quiver



Fot. 4.7b. Przykładowe zastosowania aplikacji Quiver



Źródło: oprac. własne z wykorzystaniem programu
Quiver

Kostka Merge

Dzięki posiadanej kostce wraz z zainstalowanymi na telefonie aplikacjami możemy np. obserwować ludzkie ciało lub przestrzeń kosmiczną. Żeby zostać posiadaczem takiej kostki, wystarczy wyszukać jej szablon w zasobach internetowych, wpisując np. frazę „Merge Cube pdf” – wówczas odszukamy szablon do samodzielnego wydruku i sklejenia (np. https://docs.wixstatic.com/ugd/879cdc_2146ac3eac0045dcb440d715042de3bd.pdf). Osoby, które wolą pominąć ten etap, mogą kupić gotową kostkę. Wśród propozycji komercyjnych nie brakuje aplikacji współpracujących z kostką Merge.

Dostępne są także inne aplikacje, np. polegające na oglądaniu wnętrza ludzkiego ciała czy też kosmosu. Wymienimy jeszcze jedną, bezpłatną aplikację AR do zainstalowania na smartfonie: **WWF Free Rivers**. Dzięki niej możemy obserwować wpływ budowy tamy na rzekę i środowisko wzdłuż jej biegu.

Więcej o tej aplikacji możemy przeczytać na stronie WWF (wersja anglojęzyczna): <https://www.worldwildlife.org/pages/explore-wwf-free-rivers-a-new-augmented-reality-app>.

Zastanów się

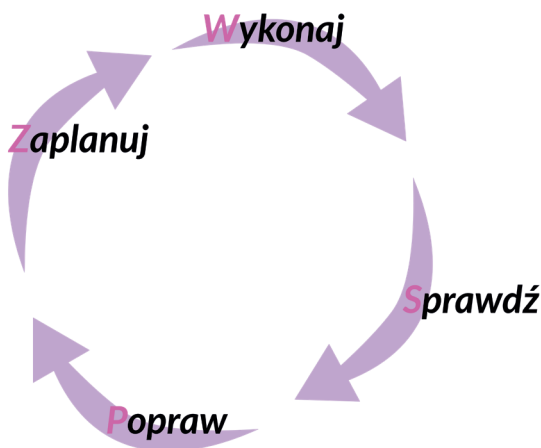
Które ze wspomnianych narzędzi może pomóc Tobie i Twoim uczniom wspiać się na najwyższy poziom drabiny SAMR?

5. Planowanie jako początek i koniec



Dlaczego o planowaniu mówimy na końcu? Spójrzmy na poniższy schemat.

Rys. 5.1. Planowanie w cyklu Deminga



Źródło: na podstawie grafiki autorstwa
Lukas3~commonswiki dostępnej na https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PDCA_Cycle-PL.svg na licencji CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)

Planowanie dotyczy działań w dłuższej perspektywie czasowej, np. roku szkolnego, cyklu edukacyjnego. Planujemy swoje działania także w znacznie krótszej perspektywie – cyklu lekcji i pojedynczych zajęć.

Do planowania działań niezbędne są informacje np. płynące z efektów naszych poprzednich działań.

W pracy nauczyciela przedmiotów przyrodniczych – refleksyjnego praktyka na etapie planowania pojawiają się pytania:

Co jest ważne w planowaniu? Jakich informacji potrzebuję? Jak je zdobędę? Jakie czynniki muszę uwzględnić, planując moje działania? Jakie przyjmę kryteria sukcesu? Szereg pytań może być dość długi.

Planowanie może dotyczyć całego cyklu edukacyjnego, kiedy np. zdecydujemy się na stworzenie własnego programu nauczania czy też modyfikację już istniejącego. Planowanie może dotyczyć także krótszej perspektywy: cyklu lekcji, projektu obejmującego wycinek roku szkolnego, a wreszcie pojedynczej jednostki lekcyjnej. Planowanie oczywiście nie odbywa się w próżni, podstawowymi ramami tego działania są przepisy prawne dotyczące m.in. aktualnej podstawy programowej, ramowych planów nauczania, oceniania i klasyfikacji itd. W procesie planowania konieczne jest także uwzględnienie zapisów prawa wewnętrznego w szkole: statutu szkoły, Wewnątrzszkolnego Systemu Oceniania czy wreszcie Przedmiotowego Systemu Oceniania. Jak mądrze panować swoją pracą? Jak towarzyszyć uczniom w ich uczeniu się? Pomoc w odpowiedzi na te pytania niosą dydaktyki szczegółowe przedmiotów przyrodniczych. Dorobek tych dziedzin jest ogromny, spojrzenia na nauczanie i uczenie się zmieniało się przez lata, ale inspirację możemy czerpać nawet z najwcześniejszych spojrzeń na dydaktykę. A sięgać możemy naprawdę daleko. Pojęcie „dydaktyka” wiąże się z osobą Amosa Komeńskiego, użyte zostało przez niego w roku 1657 w dziele *Didactica magna*, czyli *Wielka dydaktyka*.

Z dawnych pomysłów warto przypomnieć np. podręcznik funkcjonujący w okresie międzywojennym, który zakładał dostosowanie programu nauczania przyrody do pór roku (Gayówna 1937) (Paśko 2015).

W planowaniu krótkoterminowym przydatne są **scenariusze zajęć**. Pomagają ustrukturyzować działanie, wykorzystać efektywnie czas, a także dzielić się pomysłami z innymi nauczycielami. Scenariusz zajęć, podobnie jak scenariusz sztuki teatralnej, pozwala dostrzec wszyst-

kie elementy układanki, jaką są udane i efektywne zajęcia. Nadrzędną rolę odgrywają cele, które chcemy osiągnąć, realizujemy je w dostępnych nam ramach. Nadrzędność celu nad metodami i środkami dydaktycznymi wydaje się oczywista. Jednak łatwo o niej zapomnieć w natłoku atrakcyjnych narzędzi, nowych, świeżo poznanych form pracy i metod. Scenariusz zajęć jest wpisaniem sposobu realizacji celu w dostępne ramy. Czym są scenariusze zajęć, jak je tworzyć i wiele innych pytań wraz z próbami odpowiedzi znajdują się w publikacji, która powstała już dość dawno (w roku 2003), autorstwa Małgorzaty Taraszkiewicz i Mariusza Malinowskiego *Planowanie scenariuszy lekcji i materiałów dydaktycznych*. Poniżej znajduje się jedno z zasadniczych pytań dotyczących scenariuszy wraz z odpowiedzią.

Jak najkrócej opisać niezbędne elementy scenariusza?

„scenariusz winien mieć zawsze mocno wyeksponowane dwa elementy:

- 1) to jakimi metodami przeprowadzić efektywnie i skutecznie lekcję;
- 2) oraz jak podać, przekazać wiedzę i umiejętności jak również zainspirować badania, poszukiwanie i trenowanie wiedzy i umiejętności” (Taraszkiewicz, Malinowski 2003).

Scenariusz niejedno ma imię.

Zastanów się

Przyjrzyj się dwóm poniższym przykładom scenariuszy o odmiennej strukturze

Przykład nr 1

- Zapoznaj się ze strukturą wybranego scenariusza zajęć ze zbioru w publikacji *Laboratorium edukacji ekologicznej. Jak tworzywa sztuczne zmieniły nasze życie?*
- Czy dostrzegasz konieczność modyfikacji układu scenariusza? Czy zawiera wszystkie niezbędne Twoim zdaniem elementy? Jeśli tak, to jakie zmiany należałoby zastosować?

Publikacja jest dostępna w formie elektronicznej na stronie Centrum Edukacji Nauczycieli w Gdańsku oraz na stronie Komunalnego Związku Gmin Doliny „Redy i Chylonki”:

<https://www.cen.gda.pl/download/2019-10/2145.pdf>,
<https://kzg.pl/tworzenie-projektu-badawczego>.

Przykład nr 2

- Zapoznaj się ze scenariuszem zajęć *Temat: Budowa i funkcje serca ssaka na przykładzie świni*.

Scenariusz pochodzi ze zbioru: *Baza Dobrych Praktyk w tym Baza Narzędzi Dydaktycznych*, dostępny jest tutaj: http://www.bnd.ibe.edu.pl/files/upload/konspekt%20sekcja%20serca%20gimnazjum_eb70.pdf

- Jako oceniasz użyteczność schematu scenariusza?

Scenariusze zajęć występują w różnych, niejednokrotnie bardzo różniących się formach. Nie ma jednego słusznego i obowiązującego schematu. Warto przyrzeć się kilku wzorom i wybierać ten najodpowiedniejszy dla celu, któremu ma służyć.

Wymienione przykłady nie reprezentują oczywiście wszystkich możliwych modeli. Więcej informacji na temat modeli scenariuszy zajęć znajdziemy w publikacji *Planowanie scenariuszy lekcji i materiałów dydaktycznych* (Taraszkiewicz, Malinowski 2003).

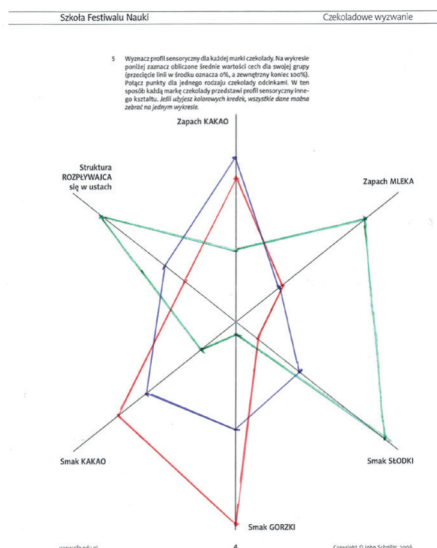
Planując lekcje lub inne zajęcia, wielokrotnie sięgamy do materiałów przygotowanych wcześniej przez inne osoby (kart pracy, pomysłów na doświadczenia), gotowych protokołów doświadczeń. Warto je krytycznie analizować, dostosowywać do potrzeb zadania i swoich umiejętności, preferencji itd.

Cennym zbiorem są scenariusze z przygotowaną obudową dydaktyczną zgromadzone na stronie www.biocen.edu.pl. Znajdziemy tam sprawdzony przepis na izolację DNA z roślin (niezawodna izolacja DNA z cebuli), a także szereg innych. Jednym z nich jest nietypowa propozycja analizy sensorycznej „Czekoladowe wyzwanie”. Przetłumaczony na język polski opis działania znajdziemy tutaj: <https://biocen.edu.pl/wp-content/uploads/2018/08/czekoladowe-wyzwanie-scenariusz-volvox.pdf>.

Zastanów się i działaj

1. Zapoznaj się z opisem analizy sensorycznej dla czekolady: „Czekoladowe wyzwanie”.
2. Zastanów się, w jaki sposób możesz zmodyfikować doświadczenie, zastępując czekoladę jabłkami (wykorzystaj trzy różne odmiany).
3. Które z zapisów musisz zmienić? Jakie cechy weźmiesz pod uwagę?
4. Wykonaj opisane w scenariuszu czynności z wykorzystaniem jabłek.
5. Jakie efekty udało Ci się uzyskać?
6. Czy zmodyfikowanie ćwiczenia nastręczyło Ci trudności? Jeśli tak, to jakich?
7. Jeśli zdecydujesz się najpierw na „próbę generalną” i wykonasz samodzielnie „próbę czekoladową”, możesz porównać uzyskany rezultat z profilem sensorycznym dla trzech rodzajów czekolady (mleczna, 50% miazgi kakaowej oraz czekolada gorzka – 90% zawartości kakao). Czy wyznaczony przez Ciebie profil sensoryczny wygląda podobnie do przedstawionego na rys. 5.2?

Rys. 5.2. Profile sensoryczne wykonane dla 3 rodzajów czekolady



Źródło: archiwum własne, wzór karty pracy: <https://biocen.edu.pl/wp-content/uploads/2018/08/czekoladowe-wyzwanie-scenariusz-volvox.pdf>

Uczniowie o specjalnych potrzebach edukacyjnych

Planowanie to także czas zastanowienia się nad uwzględnieniem potrzeb uczniów o specjalnych potrzebach edukacyjnych. Ta szeroka grupa obejmuje uczniów zarówno uzdolnionych, jak i z trudnościami w uczeniu się, dysfunkcjami i niepełnosprawnościami, uczniów cudzoziemskich. Z tej różnorodnej grupy uczniów wyłania się jedna, szczególnie. Grupa nazwana uczniami „podwójnie wyjątkowymi”.

Jaki uczeń znajdzie się w tej grupie? „Uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi, np. z trudnościami w uczeniu się wynikającymi np. z dysfunkcji analizatorów, dysleksji, dysgrafii, dysortografii, dyskalkulii) lub np. uczeń z niepełnosprawnością, który jednocześnie przejawia uzdolnienia” (Foryś 2018). Jest to grupa niejednorodna i można w niej wyróżnić uczniów:

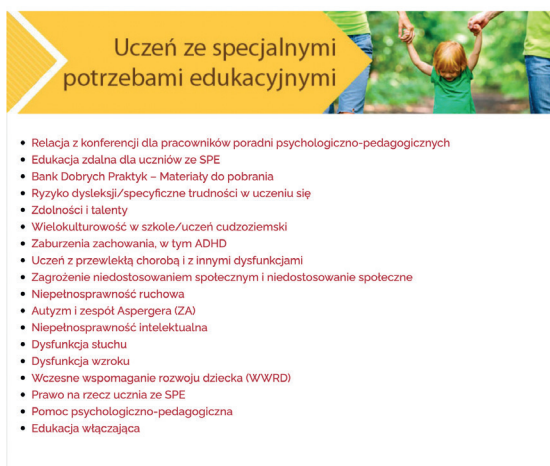
- z ukrytymi deficytami, „które nie przeszkadzają w identyfikacji ich jako uzdolnionych”, jednak powodują pewne trudności w szkole, a luka między oczekiwaniami a rzeczywistymi osiągnięciami szkolnymi tych uczniów jest często duża;
- z trudnościami w uczeniu się tak silnymi, że zostały zidentyfikowane, „maskując” jednocześnie posiadane przez nich uzdolnienia. Uczniowie ci są zauważani przede wszystkim jako uczniowie z problemami, a nie uzdolnieni;
- z „nakładającymi się” na siebie deficytami i uzdolnieniami, przez co uczniowie ci są postrzegani jako przeciętni, niekwalifikowani ani jako uzdolnieni, ani jako mający specyficzne deficyty.

Jakie są konsekwencje braku identyfikacji deficytów ucznia zdolnego i pracy nad nimi? Prowadzi to do syndromu nieadekwatnych osiągnięć szkolnych (SNOS). Uczeń zdolny nie wykorzystuje swojego potencjału (zdolności) i osiąga wyniki poniżej swoich możliwości i oczekiwań otoczenia (Foryś 2018). Szersze omówienia tego zagadnienia można przeczytać np. w artykułach konferencyjnych Polskiego Towarzystwa Diagnostyki Edukacyjnej (Foryś 2016, 2018): http://www.ptde.org/pluginfile.php/1087/mod_page/content/6/Archiwum/XXII_KDE/pdf/Forys.pdf, http://www.ptde.org/pluginfile.php/1378/mod_page/content/13/PTDE_2018_189.pdf.

Edukacja włączająca oraz praca z uczniami o specjalnych potrzebach edukacyjnych jest tematem opracowań szczegółowych i materiałów

udostępnionych na stronie Ośrodka Rozwoju Edukacji (<https://www.ore.edu.pl/category/ksztalcenie-i-wychowanie/uczen-ze-specjalnymi-potrzebami-edukacyjnymi>).

Fot. 5.1. Zasoby Ośrodka Rozwoju Edukacji



Źródło: <https://www.ore.edu.pl/category/ksztalcenie-i-wychowanie/uczen-ze-specjalnymi-potrzebami-edukacyjnymi>

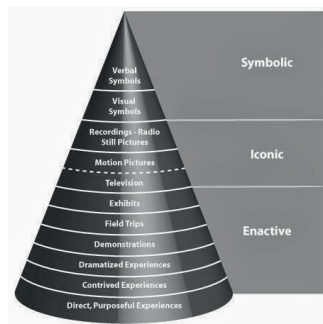
W poszukiwaniu rozwiązań użytecznych dla uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi możemy sięgnąć po specjalne przygotowane „nakładki” dotyczące wybranych tematów lekcji. Obejmują one także przedmioty przyrodnicze w szkole podstawowej, znajdziemy je na stronie Ośrodka Rozwoju Edukacji w zakładce poświęconej tworzeniu programów nauczania (<https://www.ore.edu.pl/2020/04/koncepcja-nakladek-uwzgledniajacych-specjalne-potrzeby-edukacyjne>). Zgromadzone materiały zawierają wskazania do dostosowań do możliwości dziecka: zadań, sposobu ich realizacji, sposobu motywowania i oceniania oraz sposobu komunikacji.

Rafy i miny, czyli w krainie edukacyjnych jednorożców

Planując działania, chcemy je jak najlepiej dostosować do potrzeb odbiorców, poszukujemy informacji w różnych źródłach, rozwiązań,

doskonalimy się. Przy tej okazji możemy natknąć się na najróżniejsze idee, pomysły, wśród wielu podejść o sprawdzonej skuteczności znajdziemy także takie bardziej przypominające mityczne jednorożce. Jakie są jednorożce? Nikt ich nie widział, ale każdy potrafi je opisać – atrakcyjne, chociaż brak dowodów na ich występowanie. Jako przykład można przytoczyć przypadek tzw. stożka Dale’a. Wpisanie frazy „stożek Dale’a” lub „piramida uczenia się” w wyszukiwarce skutkuje wieloma schematami, na których różnym formom przekazu/działania przypisano wartości procentowe zapamiętanych treści. Modele te różnią się od siebie, jednak łączy je jedno: brak naukowych podstaw dla przedstawianych wartości procentowych. Oryginalny model przygotowany przez Dale’a w wydaniu z 1969 r. wyglądał następująco:

Rys. 5.3. Oryginalny schemat zaproponowany przez Dale’a



Źródło: Dale 1969

Stożek pozbawiony wartości procentowych! Próba odszukania momentu, w którym do stożka dołączone zostały wartości procentowe, przypomina zagadkę detektywistyczną (Garstka 2016). Grafiki dostępne w zasobach internetowych są bardzo różnorodne. Możemy znaleźć informację, że po 2 tygodniach pamiętamy 10% z tego, co czytaliśmy, 20% z tego, co słyszeliśmy, 30% z tego, co widzieliśmy, 50% z tego, co łącznie słyszeliśmy i widzieliśmy, 70% z tego, co mówiliśmy, a 90% z tego, co łącznie robiliśmy i mówiliśmy.

Podobnych przykładów istnieje więcej. Warto im się krytycznie przyglądać i **pytać o dowody**. Dużo kontrowersji narosło wokół tzw. indywidualnych stylów uczenia się (Garstka 2016) czy też „inteligencji wielorakich” (ibidem). Gardner uwzględnił aż 10 rodzajów inteligencji

cji, w tym odrębną, specjalnie dla przyrodników – inteligencję przyrodniczą (natalistyczną), opisaną jako zdolność klasyfikacji organizmów żywych jako członków różnych grup, rozpoznawania wzorów w przyrodzie; przykładowe zawody, w których wykorzystywany miałby być ten rodzaj inteligencji, to biolodzy, przyrodnicy, ewolucjoniści.

To oczywiście nie wszystkie przykłady „edukacyjnych jednorożców”, okazji do ćwiczeń z krytycznego myślenia nie zabraknie. Więcej na ten temat można przeczytać np. w książce *Psychopedagogiczne mity. Jak zachować naukowy sceptycyzm w edukacji i wychowaniu* (Garstka 2016).

I to już ostatnia strona *Kalejdoskopu przyrodniczego*, a tak wiele pozostało jeszcze do powiedzenia, opisania...

Droga Czytelniczko, Drogi Czytelniku, w finale raz jeszcze zapraszam Cię do refleksji.

Zastanów się i zaplanuj

Na kartach *Kalejdoskopu*... pojawiło się wiele odniesień i odesłań do lektury.

Z których propozycji zechcesz skorzystać?

Po którą publikację sięgniesz w pierwszej kolejności?

W tym tygodniu.....

W tym miesiącu.....

W tym roku szkolnym.....

Bibliografia



Baza Dobrych Praktyk w tym Narzędzi Dydaktycznych
www.bnd.ibe.edu.pl (dostęp: 10.08.2021)

Bernard P. et al. (2013) *Podstawy metodologii IBSE. Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy i umiejętności badawcze uczniów, część 1*, Uniwersytet Jagielloński

Błasiak W. (2011), *Rozważania o nauczaniu przyrody*, Kraków.
<https://rep.up.krakow.pl/xmlui/bitstream/handle/11716/615/PM583--Rozwazania-o-nauczaniu-przyrody--Blasiak.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Błaszczak K. et al. (2018), *Scenariusze lekcji przedmiotów przyrodniczych w ośmioletniej szkole podstawowej*, Warszawa, ORE

Burak K. (2017), *Aktywność badawcza uczniów w edukacji geograficznej w szkole Podstawowej*, Warszawa, ORE,
<http://www.bc.ore.edu.pl/Content/926/Scenariusze+lekcji+przedmiot%C3%B3w+przyrodniczych+w+o%C5%9Bmioletniej+szkole+podstawowej.pdf> (dostęp: 30.07.2021)

Burewicz A. et al. (1993), *Dydaktyka chemii*, Poznań, UAM

Schollar J. (2006), *Czekoladowe wyzwanie*, BioCEN,
<https://biocen.edu.pl/wp-content/uploads/2018/08/czekoladowe-wyzwanie-scenariusz-volvox.pdf> (dostęp: 1.08.2021)

Chołuj A. (red.) *Eksperymentowanie jest fajne, czyli jak zrobić z kuchni domowe laboratorium*, BioCentrum Edukacji Naukowej

Dale E. (1969), *Audio-visual methods in teaching-Third edition*, New York

Dobrowolska M. (2018), *Wykorzystanie TIK w nauczaniu i uczeniu się uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi*, Warszawa, ORE,
<https://www.ore.edu.pl/2019/05/wykorzystanie-tik-w-nauczaniu-i-uczeniu-sie-uczniow-ze-specjalnymi-potrzebami-edukacyjnymi> (dostęp: 30.07.2021)

Drzewiecki P., *Edukacja Pomorska, Centrum Edukacji Nauczycieli*,
<https://www.cen.gda.pl/publikacje/edukacja-pomorska>
(dostęp: 1.08.2021)

Dylak S. (red.) (2013), *Strategia kształcenie wyprzedzającego*, Poznań,
https://edustore.eu/download/Strategia_Kształcenia_Wyprzedzajacego.pdf

Fogt A. (2017), *Aktywność badawcza uczniów edukacji fizycznej w szkole podstawowej*, Warszawa, ORE

Greczyło T. (2017), *Wykorzystanie technologii informacyjno- komunikacyjnych w edukacji fizycznej. Zastosowanie aplikacji mobilnych*, Warszawa, ORE

Gutowski J. et al. (2004) *Drugie życie drzewa*, Warszawa-Hajnówka, WWF,
<https://www.wwf.pl/sites/default/files/2017-07/Drugie%20%C5%BCycie%20drzewa.pdf> (dostęp: 10.07.2021)

Garstka T. (2016) *Psychopedagogiczne mity. Jak zachować naukowy sceptycyzm w edukacji i wychowaniu*, Warszawa, Wolters Kluwer.

Galska-Krajewska A., Siporska A., Szelańska W. (2015), „Nowości” dydaktyczne – z wiekowym rodowodem, w: Nodzyńska M., Kopek-Putała W. (red.), *Co w dydaktykach nauk przyrodniczych ocalić od zapomnienia?*, Kraków, Uniwersytet Pedagogiczny

Hattie J. (2015), *Widoczne uczenie się dla nauczycieli*, Warszawa, Centrum Edukacji Obywatelskiej

Hazelkorn E. (red.) (2015), *Raport Unii Europejskiej ds. Edukacji*, Bruksela, http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26893-EN-N.pdf

Jak prawidłowo przeprowadzić eksperyment naukowy? Czyli codzienne dylematy Karola Dociekliwego,
<http://docplayer.pl/5181698-Jak-prawidlowo-przeprowadzic-eksperyment-naukowy-czyli-codzienne-dylematy-karola-dociekliwego.html> (dostęp: 1.08. 2021)

Jak organizować edukację uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi? Przewodnik (2010), Ministerstwo Edukacji Narodowej, <http://www.oke.krakow.pl/inf/filedata/files/Jak%20organiza-wa%E6%20edukacj%EA.pdf> (dostęp: 1.08.2021)

Krzeczkowska, M., *Czy reklama kłamie?*, w: *Rezultaty Projektu Establish*, https://zdch.uj.edu.pl/documents/87419401/94513464/17_Czy_reklama_klamie.pdf (dostęp: 10.08.2021)

Laboratorium edukacji ekologicznej. Jak tworzywa sztuczne zmieniły nasze życie? (2019), praca zbiorowa, Gdynia, Komunalny Związek Gmin „Dolina Redy i Chylonki”, <https://www.cen.gda.pl/download/2019-10/2145.pdf> (dostęp: 5.07.2021)

Łubocka J., *Kompetencje kluczowe uczniów a umiejętność ich doskonalenia w pracowni przyrodniczej*.

Mazur, P., Solecka, B. (2020), *Koncepcja nakładek uwzględniających specjalne potrzeby edukacyjne (SPE) w programach nauczania oraz scenariuszach zajęć/lekcji w ramach projektu Tworzenie programów nauczania oraz scenariuszy lekcji i zajęć wchodzących w skład zestawów narzędzi edukacyjnych wspierających proces kształcenia ogólnego w zakresie kompetencji kluczowych uczniów niezbędnych do poruszania się na rynku pracy*, Ośrodek Rozwoju Edukacji, <https://www.ore.edu.pl/2020/04/koncepcja-nakladek-uwzgledniajacych-specjalne-potrzeby-edukacyjne> (dostęp: 10.08.2021)

Ostrowska B., Spalik K. (red.) (2010), *Umiejętności złożone w nauczaniu historii i przedmiotów przyrodniczych – pomiar, zadania testowe z komentarzami*, Warszawa, IFiS PAN, <http://eduentuzjasci.pl/icils2014/25-informacje/wydarzenia/549-umiejtnosci-zlozone-w-nauczaniu-historii-i-predmiotow-przyrodniczych.html> (dostęp: 10.08.2021)

Paśko W., Nodzyńska M., Kopek-Putała W. (red.) (2015), *Co w dydaktykach nauk przyrodniczych ocalić od zapomnienia?* Uniwersytet Pedagogiczny

Płusa A. (2018) *Kształtowanie kompetencji kluczowych w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych w szkołach ćwiczeń*, Warszawa.

Pokojski W., Słomska-Przech (2019), *Możliwości wykorzystania map cyfrowych w nauce geografii w nawiązaniu do nowej podstawy programowej*, „Edukacja Biologiczna i Środowiskowa”, nr 1(70) <http://ebis.ibe.edu.pl/numery/2019-1/ebis-2019-1-3.pdf> (dostęp: 1–5.08.2021)

Potyrała K. et al. (2015), *Metoda naukowa i wyjaśnianie świata*, w: *Program innowacyjnego nauczania przyrody dla szkół ponadgimnazjalnych z obudową dydaktyczną*, t. 2, Kraków, Uniwersytet Jagielloński, <https://ruj.uj.edu.pl/xmlui/handle/item/21513> (dostęp: 10.07.2021)

Poziomek, U., Ostrowska, E. (2014), *Przedmioty przyrodnicze poza szkołą, czyli jak świadomie korzystać z oferty przyrodniczej edukacji pozaformalnej. Poradnik dla nauczycieli*. Warszawa, IBE, <http://produkty.ibe.edu.pl/docs/inne/ibe-poradnik-przedmioty-przyrodnicze-pozaszkola.pdf> (dostęp: 5.08.2021)

Poziomek U., Studzińska M. (red.) (2013), *Dobre praktyki w przyrodniczej edukacji pozaformalnej. Badanie oferty zajęć przyrodniczych*, Warszawa, IBE, <http://eduentuzjasci.pl/badania/110-badanie/556-dobre-praktyki-w-przyrodniczej-edukacji-pozaformalnej-badania-oferty-zajec-przyrodniczych.html> (dostęp: 10.07.2021)

Rocard M. (2007), Raport Komisji Unii Europejskiej ds. Edukacji, „Science Education NoW: A New Pedagogy for the Future of Europe”, Bruksela, <https://www.eesc.europa.eu/en/documents/rocard-report-science-education-now-new-pedagogy-future-europe>

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 28 stycznia 2020 r. w sprawie kart daktyloskopijnych (Dz.U. 2020, poz. 173)

Sawicki M. (1981), *Metodologiczne podstawy nauczania przyrodoznawstwa*, Wrocław, Ossolineum

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. 2017, poz. 356, <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20170000356> (dostęp: 26.07.2021)

Schwab E. (1880), *Kilka uwag o zakładaniu ogrodów szkolnych*, „Bartnik Postępowy”, nr 8–11, Lwów,
<https://rcin.org.pl/dlibra/publication/143676/edition/116958?language=pl> (dostęp: 10.07.2021)

Schute V. (2008), *Focus on formative feedback*, „Review of Educational Research”, nr 78

Sendecka Z. (2017a), propozycja zajęć: „ocena jakości wody” w: *Kształcenie w klasach IV–VIII szkoły podstawowej a instytucje popularyzujące naukę*, Warszawa, ORE

Sendecka Z. (2017b), *Aktywność badawcza uczniów w edukacji chemicznej w szkole podstawowej*, Warszawa, ORE

Skirmuntt G. (2018), *Nauczanie przez eksperymentowanie – metoda eksperymentu w praktyce szkolnej*, Warszawa, ORE

Sokołowska D., *Ewolucyjny proces implementacji IBSE w szkołach*,
https://ruj.uj.edu.pl/xmlui/bitstream/handle/item/30836/sokolowska_ewolucyjny_proces_implementacji_ibse_w_szkolach_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y (dostęp: 14.02.2021)

Sokołowska D., *Podstawy IBSE*, <http://www.ack.fais.uj.edu.pl/documents/97137412/c08fb2f1-d5c9-4067-accef41c810673e3>
(dostęp: 14.02.2021)

Sterna D. (2014), *Uczę (się) w szkole*, Centrum Edukacji Obywatelskiej,
https://ceo.org.pl/sites/default/files/ucze-sie-w-szkole_danuta_sterna.pdf, (dostęp: 26.07.2021)

Szedzianis E. (2017a), *Aktywność badawcza uczniów w edukacji biologicznej w szkole podstawowej*, Warszawa, ORE

Szedzianis E. (2017b), *Kształcenie myślenia naukowego uczniów w edukacji przyrodniczej w klasach IV–VIII szkoły podstawowej*, Warszawa, ORE

Szedzianis E. (2017c) *Jak skutecznie wyznaczać kierunki świata bez kompasu?, Realizacja projektów uczniowskich w ramach edukacji przyrodniczej w klasach IV–VII szkoły podstawowej, zestaw 6, zeszyt 1, Planujemy i realizujemy projekt*, Warszawa, ORE,
http://www.bc.ore.edu.pl/Content/1054/PRZYR_6_1.pdf
(dostęp: 10.08.2021)

Szedzianis E. (2017d) *Ocena wspierająca aktywność badawczą uczniów w edukacji przyrodniczej w klasach IV–VIII szkoły podstawowej*, Warszawa, ORE

Świderek M. (red.) (2008), *Szkolne ogrody – zielone pracownie. Publikacja pokonkursowa*, Łódź, Źródła,
<http://www.ogrody.edu.pl/index.php?strona=poradnik01>

Taraszkiewicz M., Malinowski M. (2003), *Planowanie scenariuszy lekcji i materiałów dydaktycznych*, Warszawa,
<https://bg.uni.opole.pl/wp-content/uploads/ed-psl.pdf>

Tkaczyk P. (2016), *Jak zastosować mechanizmy gier w działaniach marketingowych*

Trzcionka M. (2018), *Innowacje w edukacji – grywalizacja w procesie dydaktycznym*, „Państwo i Społeczeństwo”, nr 1,
https://repozytorium.ka.edu.pl/bitstream/handle/11315/20397/TRZCIONKA_Innowacje_w_edukacji_grywalizacja_w_procesie_dydaktycznym_2018.pdf?sequence=5&isAllowed=y
(dostęp: 3.08.2021)

Twardowska A. et al. (2011), *Dlaczego warto zamykać zadania? XVII Konferencja Diagnostyki Edukacyjnej*, Kraków, PTDE,
http://www.ptde.org/file.php/1/Archiwum/XVII_KDE/pedeefy/Twardowska,%20Grajkowski,%20Chrzanowski,%20Ostrowska,%20Spalik.pdf (dostęp: 10.08.2021)

Wohlleben P. (2016) *Sekretne życie drzew*, Kraków, Otwarte

Zalecenie Rady z dnia 22 maja 2018 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie, Dz.U. UE C z dnia 4 czerwca 2018 r., [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=en](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=en) (dostęp: 10.08.2021)

Zaś-Januszkiewicz E., *Zegary kwiatowe*, blog *Zadziwiająca przyroda*, <https://www.eduscience.pl/blogi/zadziwiaj%c4%85ca-przyroda/wpis/247> (dostęp: 3.08.2021)

Zimbardo, Jihnnso, McCann (2017), *Psychologia: kluczowe koncepcje*, Warszawa, PWN

Zintegrowana Strategia Umiejętności 2030. Część ogólna (2019), Ministerstwo Edukacji Narodowej, <https://efs.mein.gov.pl/wp-content/uploads/2019/08/Zintegrowana-Strategia-Umiej%C4%99tno%C5%9Bci-2030-cz%C4%99%C5%9B%C4%87-og%C3%B3lna.pdf> (dostęp: 10.08.2021)