

**CENTRUM
NAUKI
KOPERNIK**



Ministerstwo
Edukacji i Nauki

Uczenie metodą badawczą

**Program Nauka
dla Ciebie**



Spis treści

1. Wstęp	3
2. Ciekawość, która napędza	7
3. Nauczanie metodą badawczą krok po kroku	11
4. Jak pokazać, na czym polegają błędy pomiarowe?	19
5. Znaczenie zmiennych na przykładzie doświadczenia „odwrócona szklanka”	21
6. Metoda badawcza w szkole: okiem praktyka	24
7. Metoda badawcza a rozwój kompetencji	29

1. Wstęp

Nie ma chyba nudniejszego tematu na lekcji geografii niż charakterystyka gleb Polski. W świetle zapisów aktualnej podstawy programowej uczeń szkoły podstawowej powinien „wyróżniać najważniejsze cechy gleby brunatnej, bielcowej, czarnoziem, mady i rędziny, wskazując ich rozmieszczenie na mapie Polski oraz oceniając przydatność rolniczą”.

Jako młoda nauczycielka mierzyłam się z tym wyzwaniem już na początku lat 90-tych. Jak widać podstawy gleboznawstwa rolniczego przetrwały liczne reformy systemu edukacji i zmiany programu nauczania. Moja szkoła mieściła się w centrum dużego miasta. Codzienne życie nauczycieli i uczniów toczyło się wśród bloków, na wybetonowanych podwórkach i wyasfaltowanych boiskach. Żaden z rodziców dzieci, jak można się spodziewać, nie był rolnikiem. Zapisałam temat na tablicy. Pomyślałam, że dobrze będzie zacząć od rozmowy, zapytać uczniów o skojarzenia i w ten sposób wprowadzić nowe zagadnienia w odwołaniu do wiedzy i doświadczeń dzieci. Cóż... chłopcy mieli dużo radości, dzieląc się ze mną opowieściami na temat tego, kto i kogo „glebnął”, kiedy sami „przyglebili” lub „glebowali”. Nieśmiało przebiło się skojarzenie z kwiatkami doniczkowymi na parapecie. To nie była dobra lekcja... Wróciliśmy do podręcznika, przenosząc kolory warstw gleb pokazanych na zdjęciach do zeszytu ćwiczeń.

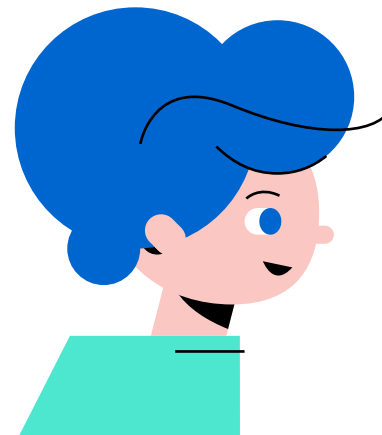
W kolejnych latach podczas wycieczek i zielonych szkół zdarzało nam się wspólnie obserwować przyrodę. Gleby też. Czasem trafiła się jakaś skarpa nad rzeką lub zaprzyjaźniony leśniczy pozwolił nam wykopać (i zakopać) niewielki dołek. Rędziny nie udało nam się napotkać. Nie mieliśmy okazji ocenić doświadczalnie, „jaka jest przydatność rolnicza gleby brunatnej, a jaka bielcowej”. Zapewne wie to tylko dwóch moich absolwentów – jeden założył plantację borówki amerykańskiej, a drugi winnicę.

Wiele zagadnień czy tematów – przypisanych zarówno do lekcji geografii, jak i zajęć z innych przedmiotów – wymaga przyswojenia przez uczniów wiedzy teoretycznej odległej od ich osobistych doświadczeń.

Ten rozdział sprawia, że zwykle nie wzbudzają one ciekawości, a tym samym – nie przyczyniają się do rozwoju trwałych zainteresowań. Zacytowane na wstępie przykładowe treści kształcenia łatwiej jest nauczycielowi wprowadzić tradycyjnymi metodami nauczania, poprzez transfer wiedzy dokonujący się za pośrednictwem tekstu podręcznika czy informacji z internetu. Jednak pozyskana w ten sposób wiedza często zostaje w głowach uczniów tylko do najbliższego sprawdzianu lub egzaminu.

Jak zatem realizować cele kształcenia, jeśli już na poziomie edukacji przedszkolnej wiążą się one m.in. z „tworzeniem warunków pozwalających na bezpieczną, samodzielną eksplorację otaczającej dziecko przyrody”? W jaki sposób uczniowie klas 1–3 mają „kształcić umiejętność samodzielnej eksploracji świata, rozwiązywania problemów i stosowania nabytych umiejętności w nowych sytuacjach życiowych”? Na jakich lekcjach uczeń: „planuje, wykonuje proste obserwacje, doświadczenia i eksperymenty dotyczące obiektów i zjawisk przyrodniczych, tworzy notatki z obserwacji, wyjaśnia istotę obserwowanych zjawisk według procesu przyczynowo-skutkowego i czasowego”?

Gdybym wróciła do pracy w oświacie – czego nie wykluczam – spróbowałabym postawić obok szkoły mały kompostownik. Gotowe laboratorium pozwalające badać życie wielu organizmów i przebieg licznych procesów.



Uczniowie mogliby sami dowiedzieć się, jak powstaje nawóz organiczny i jak jego użycie wpływa na żyzność gleby. Z koleżanką biologką i kolegą chemikiem moglibyśmy razem zaangażować ich w interdyscyplinarny projekt badawczy. W dłuższej perspektywie czasowej uczniowie sami mogliby przejść przez wszystkie etapy procesu badawczego, stosując promowaną przez Centrum Nauki Kopernik metodę badawczą, wzorowaną na metodzie naukowej. Wspomniany kompostownik byłby naszym zapleczem, pełnym materiałów na kolejne lekcje. Także te o glebie.

Postawiłabym w klasie kilka przezroczystych, wysypanych piaskiem lub wyłożonych gałązkami pojemników, do których włożylibyśmy resztki owoców, trochę liści, żdzbła trawy. Uczniowie nie musieliby wychodzić z sali, aby stać się odkrywcami. Moglibyśmy badać zawartość pojemników w czasie, manipulując dostępem światła lub powietrza, zmianą wilgotności czy temperatury otoczenia. Zmieniając za każdym razem tylko jedną zmienną i pamiętając o próbie kontrolnej – bo metoda badawcza to przecież metoda dydaktyczna podporządkowana określonym zasadom. Kilka minut obserwacji czy pomiarów dałoby się wygospodarować na każdej lekcji, z jak wielką – pomyślmy tylko – korzyścią dla uczniów!

Jakie wyzwania czekałyby mnie i moich kolegów? Po pierwsze otwartość na pytania, jakie zrodzą się w głowach dzieci podczas obserwacji (ciekawość, zainteresowanie). To one – nie my – będą badaczami.

Nasi uczniowie mogą potrzebować pomocy w przeformułowaniu pytań, tak aby dało się je zoperacjonalizować, czyli opracować i przeprowadzić doświadczenia lub eksperymenty, w wyniku których znajdą na nie odpowiedzi (etap stawiania pytań badawczych). W toku przygotowań do badania trzeba też zadbać o sprzęt i materiały potrzebne do doświadczeń, a także sprawdzić, czy są one bezpieczne (etap projektowania doświadczenia/eksperymentu). Uczniom przyda się wsparcie podczas doświadczeń, eksperymentowania (facylitacja procesu, tj. działania zwiększające efektywność pracy grupy w realizacji zamierzonych celów). Dobrze jest również razem ustalić optymalny sposób zbierania i porządkowania wyników obserwacji i pomiarów (z myślą o etapie zbierania wyników badania oraz ich przyszłej analizie). Z pewnością warto wszystkim uczestnikom badania – także uczniom mniej aktywnym – dać czas na podzielenie się spostrzeżeniami z obserwacji i wynikami badań (etap prezentacji wyników) oraz na rozmowę (etap dyskusji i podsumowania wyników). Wreszcie czekałoby nas ostatecznie zadanie (etap wyciągania wniosków) – ocena wyników badania, czyli wspólne ustalenie tego, co oznaczają i do czego mogą się nam przydać.

Czy tak czasochłonny proces da się przeprowadzić w czasie jednej lekcji? Zwykle – nie. Ale mamy dość czasu – jedną klasę uczymy minimum rok – by poszczególne elementy metody badawczej wprowadzać i trenować przy omawianiu różnych tematów i zagadnień.

Zapraszam do lektury broszury, a przede wszystkim do przetestowania zajęć z wykorzystaniem metody badawczej w praktyce. Życzę Państwu wielu odkryć i satysfakcji z pracy nową metodą!

Anna Dziama

Zastępca dyrektora
programowego ds. edukacji
Pracownia Edukacji
Centrum Nauki Kopernik



2. Ciekawość, która napędza

Czy lubisz się uczyć?

Od kilku lat zadaję to pytanie różnym osobom: dzieciom (własnym i cudzym), znajomym, naszym zwiedzającym. Często nie uzyskuję jasnej odpowiedzi, bo każdy inaczej rozumie uczenie się.

Niestety, część osób kojarzy uczenie się z nudą, unieruchomieniem w jednym miejscu i pozycji (ławka szkolna, biurko), ślęczeniem i zasypianiem nad książkami czy komputerem. Uczenie się to według nich wbijanie do głowy informacji, wiedzy. Tymczasem wytworzony przez ewolucję mózg człowieka wykształcił inne sposoby niż czytanie i uczenie się na pamięć. Wytworzony przez ewolucję mózg człowieka wykształcił inne sposoby uczenia się niż czytanie i uczenie się na pamięć. Dlatego protestuję, kiedy sztywne zasady edukacji zaczynają dominować w poznawaniu świata.

Centrum Nauki Kopernik powstało z myślą o tym, żeby dzielić się innymi metodami nauczania niż klasyczne „siedzenie w ławce z ćwiczeniami”. Metody aktywizujące czynią uczenie bardziej znośnym. Jedną z nich jest nauczanie metodą badawczą.

O co w tym wszystkim chodzi?

Wiedza, którą dysponuje dziś ludzkość jest przeogromna, niemierzalna. Proces uczenia się, przyswajania wiedzy jest więc długi i trudny, a zakres tematów i pojęć musi być ograniczony. Nie ma już ludzi, którzy wszystko wiedzą... a może nigdy ich nie było? Profesje oznaczają rosnącą specjalizację, a praca często przebiega w interdyscyplinarnych zespołach.

Skąd się ta cała wiedza wzięła? Cóż, z natury jesteśmy ciekawi! To dzięki ciekawości nasi przodkowie eksplorowali środowisko, obserwowali otoczenie, łączyli przyczyny ze skutkami, a wnioski umieli wykorzystać do stopniowego opanowania kolejnych terenów.

Te cechy człowieka stoją za wielkim sukcesem ewolucyjnym naszego gatunku. I przejawiają się od narodzin (a może i wcześniej?). Niemowlaki same z siebie, z instynktownym zachowaniem pewnych zasad, prowadzą swoje własne „badania” rzeczywistości. Uczą się błyskawicznie i prą do przodu. Obserwowanie tego, jak natura zaopatrzyła nas w naturalny pociąg do odkrywania świata jest fascynujące, niejednokrotnie wzbudza w nas, już uformowanych dorosłych, zazdrość.

Ludzie od zawsze mieli potrzebę poznania tego, jak działa świat. Stąd wzięta się nauka i wiedza, którą dziś musimy w trudzie i znoju wkładać sobie do głowy. Naukowcy ustalili w pewnym momencie metody, które pozwalają uzyskane informacje uznać za fakty. Jest nią także metoda naukowa, z której czerpie opisana w niniejszej broszurze metoda badawcza.

Nie sposób w szkole nauczać wyłącznie metodą odkrywania tego, co jest już odkryte. Ani to słuszne, ani możliwe. Bo proces budowania wiedzy na podstawie badań jest długi, żmudny i kosztowny (ludzie, narzędzia, materiały), a analiza wyników wymaga wiedzy, znajomości matematyki i statystyki. W końcu to, czym dysponuje ludzkość w XXI wieku to efekt tysięcy lat doświadczeń i dociekań.

Zatem... po co?

W badaniu otaczającego nas świata jest wiele elementów, które kształtują postawy i wyrabiają umiejętności bardzo ważne w życiu każdego człowieka. Nie daje ich uczenie się „tradycyjne”. Metoda badawcza uczy jak radzić sobie z wyzwaniami w zmieniającym się świecie, szukać odpowiedzi na własne pytania, logicznie myśleć, korzystać z wiarygodnych źródeł i uważnie obserwować. Pokazuje też, że nie wszystko wiadomo. I że nie ma takich ludzi, którzy wszystko wiedzą. Można jednak dojść do celu współpracując z innymi, rozdzielając zadania zgodnie z cechami i preferencjami.

Piękno tej metody (jak i metody naukowej) polega na uruchomieniu stanu emocjonalnego, który pojawia się wraz z ciekawością. Ciekawość generuje zaangażowanie, a zaangażowanie często pozwala na osiągnięcie stanu, w którym traci się poczucie czasu i nie czuje się trudności, ani fizycznych,



ani psychicznych (z jęz. ang *flow*). W tym stanie nawet małe dzieci potrafią robić rzeczy, które nie są przypisywane ich etapowi rozwojowemu.

Siedmiolatek, który po godzinie zajęć prowadzonych przez dorosłego idzie na tąkę i przynosi kolejne obiekty, które chce obejrzeć...? Muszę go wyganiać z sali po kolejnej godzinie... Ośmiolatka, która prawie mdleje na początku sekcji ryby (śmierdzi, bleeee, ohyda), a potem siedzi przy stole „sekcyjnym” przez ponad godzinę, komentując na koniec, że „takie to było ciekawe, że prawie zapomniałam, że mi niedobrze”. Grupa dwunastolatków, którzy na widok próbki z jeziorka krzyczą z ekscytacji, bo zobaczyli rozwielitki, które później cierpliwie przenoszą pipetkami do małych pojemników... I zadziwiająco cierpliwie uczą się jak operować mikroskopem, bo koniecznie chcą zobaczyć, jak wyglądają te maleńkie zwierzęta w powiększeniu.

Żeby osiągnąć taki efekt, jest konieczne - moim zdaniem - znalezienie pytania badawczego, na które prowadzący, nauczyciel, dorosły NIE ZNA odpowiedzi. Lub przynajmniej myśli, że wie, ale nie jest pewny. Bo na prawdziwe pytania nie znamy odpowiedzi. Inaczej są to pytania, które jedynie mają na celu sprawdzenie cudzej wiedzy. Przy okazji nauczyciel nie będzie się nudził i sam włączy się we wspólne odkrywanie.

Skąd wziąć takie pytania? Tu zalecam drobiazgowo obserwacje tego, co nas otacza.

Za oknem, obok którego, stoi moje biurko, jest żwirek scalony żywicą. Siła natury sprawia, że co pewien czas na tym zupełnie niegościnnym podłożu kietkują rośliny. Jakie to rośliny? Czy są równomiernie ułożone? Jak to się dzieje, że mogą w tak niegościnnym miejscu rosnąć, a nawet się rozmnażać?

Po drodze do pracy mijam na rowerze rząd drzew tego samego gatunku i mniej więcej tego samego rozmiaru. Jedno z nich na jesieni długo zostaje zielone, podczas gdy inne mienią się żółciami i czerwieniami. Czy to drzewo jest inne?

Jeśli już znajdziemy jakiś temat (ogólny), warto z dziećmi zrobić „wizję lokalną”, pokazać to coś, co nas intryguje. A może dzieci same mają takie obserwacje? Pozwólmy im obejrzeć, eksplorować, tak długo jak tego potrzebują. Pytania nasuwają się dopiero po sprawdzeniu, z czym mamy do czynienia, obejrzeniu, dotknięciu, doświadczeniu.

I wtedy (druga żelazna zasada) można już zapytać co dzieci, uczniowie chcieliby zbadać, jakie IM przychodzą do głowy pytania. To jest ten moment, kiedy nauczyciel zmienia swoją rolę. Asystuje, podąża za ciekawością swoich podopiecznych. To daje im poczucie sprawczości, napędza je. Przy okazji poznają też granice poznania, granice metody, bo bardzo rzadko dysponując ograniczonymi narzędziami i czasem można odpowiedzieć na pytanie „dlaczego?” coś się dzieje. Najczęściej można jednak zbadać choćby to, od czego dane zjawisko zależy. A czasem warto dać swobodę zrobienia czegoś, czego my, dorośli, sami byśmy nie zrobili. Bo fantazja dzieci w dzisiejszym świecie jest czymś, z czego my, dorośli powinniśmy czerpać. Zbyt szybko cała nasza wiedza i doświadczenie się dewaluuje. Tak, to oznacza, że czasem na koniec bardzo naukowych zajęć możemy pozwolić i dzieciom i sobie na zrobienie wielkiej mikstury. Bo może stanie się coś wspaniałego?

dr Marta Fikus-Kryńska

Dział Wystaw
Centrum Nauki Kopernik

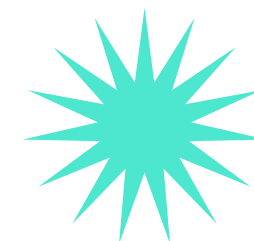


3. Nauczanie metodą badawczą krok po kroku

Nauczanie metodą badawczą, które staje się coraz bardziej popularne we współczesnej dydaktyce, inspirowane jest metodą naukową. Tym ostatnim mianem określa się szczegółową procedurę, która umożliwi eksperymentalne badanie zjawisk uzyskiwanie w określonych warunkach powtarzalnych wyników doświadczeń. Każdy naukowiec na świecie, postępując tą metodą, powinien móc – przy zachowaniu takich samych warunków – powtórzyć dane doświadczenie i uzyskać taki sam wynik. Metoda badawcza stosowana w szkolnej edukacji wykorzystuje główne założenia metody naukowej: przekazuje uczniom wiedzę o tym, jak eksperymentować, żeby poznawać świat. Wyposaża ich w metodę, dzięki której w przyszłości będą potrafili odpowiadać na pytania i rozwiązywać problemy.

Ciekawość i zadziwienie

Motywacją do zagłębienia się w odkrywanie zjawisk jest ciekawość lub zadziwienie. Ooo! Coś zachowuje się inaczej niż przypuszczaliśmy! Coś wygląda inaczej niż się spodziewaliśmy! Pierwszym etapem nauczania metodą badawczą jest pobudzenie ciekawości uczniów – doprowadzenie ich do stanu, w którym rodzą się pytania. Może to być bardzo krótka demonstracja, pokazanie okazji, zwrócenie uwagi na element, który wymyka się naszej dotychczasowej wiedzy. Podstawą pracy nauczania metodą badawczą jest twórcze „nie wiem”.





W metodzie badawczej motorem działania jest ciekawość. Poprawne wykonanie cyklu eksperymentalnego pozwoli tę ciekawość zaspokoić, w postaci wyników i wniosków, jednocześnie wzbudzając kolejne pytania. W ten sposób cykl może powtarzać się wielokrotnie¹

Temat, punkt wyjścia

W metodzie badawczej najpierw formułowane są ogólne pytania lub hipotezy. Na przykład „Czym żywią się rośliny?“, „Czy czerwone rośliny prowadzą fotosyntezę?“ Pokazują ogólny kierunek eksperymentów. Są one na tyle szerokie, że w kolejnym kroku należy doprecyzować co można zbadać w warunkach szkolnych. Dzięki kolejnym już szczegółowym pytaniom oraz prawidłowo zaprojektowanym doświadczeniom uczniowie mają szansę przynajmniej częściowo zaspokoić ciekawość badawczą. Uczniowie dowiadują się w ten sposób, że eksperymentowanie ma prowadzić do rozwiązania jakiegoś problemu, uzyskania odpowiedzi na zadane pytanie lub wykazania fałszywości (falsyfikacji) sformułowanej uprzednio hipotezy.

Pytanie badawcze

W dalszym etapie musimy sprawdzić, którą z hipotez możemy sprawdzić eksperymentalnie i, co najważniejsze, jak to zrobić. Pytanie badawcze to pytanie na które można odpowiedzieć przeprowadzając eksperyment. Musi być proste. Dlatego zwykle żeby odpowiedzieć na ogólne pytanie trzeba wykonać serię eksperymentów, z których każdy odpowiada na inne szczegółowe pytanie badawcze. Uczniowie zdobywają doświadczenie, że sposobem przejścia od „nie wiem” do „już wiem!” może być prawidłowo przeprowadzony pod względem metodologicznym eksperyment.

- Czy roślina potrzebuje do wzrostu światła?
- czy roślina potrzebuje do wzrostu wody?
- Czy roślina potrzebuje do wzrostu gleby?

Hipoteza

Aby spróbować odpowiedzieć na ogólne pytanie, stawiamy zwykle hipotezy, które wynikają z tego, co wiemy na temat świata. Na przykład: „Rośliny odżywiają się czymś, co jest w glebie” (hipoteza 1) lub „Rośliny odżywiają się światłem” (hipoteza 2). Encyklopedia PWN wyjaśnia, że „hipoteza [gr. *hypóthesis* – założenie] to zdanie przyjęte, jako założenie w celu wyjaśnienia jakiegoś zjawiska i wymagające sprawdzenia¹. Można ją opisać jako „zdanie, które podlega konfirmacji lub falsyfikacji. Stwierdza spodziewaną relację między jakimiś zjawiskami, stanowi propozycję twierdzenia naukowego, które zakłada możliwą lub oczekiwaną w danym kontekście sytuacyjnym naturę związku². Formułując hipotezę, zakładamy pewien wynik, który nie został jeszcze zweryfikowany. W zależności od wyniku doświadczenia możemy zatem hipotezę potwierdzić lub obalić.

¹Źródło: <https://encyklopedia.pwn.pl> [dostęp 17.09.2021].

²Źródło: <https://wikipedia.pl> [dostęp 17.09.2021]

Eksperymentowanie

To kulminacyjny i zwykle najbardziej oczekiwany moment pracy metodą badawczą. Eksperymentowanie pozwala uczniom osobiście doświadczyć tego, czym jest naukowe poznanie i na czym polega prowadzenie badań naukowych. Przeprowadzając eksperyment pod okiem nauczyciela, przekonują się, że ustalona kolejność działań ma sens, i poznają znaczenie pojęć takich jak zmienne, kontrola i błąd pomiaru.

Zmienne

Zmienne to wszystkie elementy i czynniki, które potencjalnie mogą mieć wpływ na wynik eksperymentu lub doświadczenia. Do zmiennych zaliczamy m.in. warunki otoczenia takie jak temperatura czy ciśnienie, ale także rodzaj używanego sprzętu (np. materiał, z jakiego został wykonany), dokładność narzędzi pomiarowych, jakość odczytników, „ręka” eksperymentatora i wiele innych. Dla początkujących eksperymentatorów nie jest oczywiste, że w pojedynczym, prawidłowo przeprowadzonym eksperymencie można zmieniać tylko jeden czynnik (zmienną).



Jeśli chcemy w sposób rzetelny przeprowadzić pomiar zapylenia PM10 w naszej okolicy, musimy uwzględnić zmienne pogodowe i otoczenia. Inny wynik otrzymamy jesienią o poranku, kiedy wilgotność powietrza jest wysoka, a inny w godzinach popołudniowych w słoneczny dzień. Wykonując taki pomiar w mieście, odmienny wynik uzyskamy w niedzielę, kiedy ruch uliczny jest niewielki, a inny – w tygodniu, w godzinach szczytu.

Próba kontrolna

Próby kontrolne to równoległe przeprowadzone eksperymenty, które pokazują, że eksperyment został prawidłowo zaprojektowany i wykonany. Są konieczne do wyciągnięcia wniosków, są punktem odniesienia. Przykładowo, jeśli uczniowie chcą sprawdzić, jak fasola rośnie w glebie o wysokim zasoleniu (próba badawcza), muszą też hodować fasolę w glebie o niskim poziomie zasolenia (próba kontrolna). Obydwie próby muszą różnić się tylko zasoleniem gleby. Pozostałe warunki – wilgotność, temperatura, rodzaj podłoża, doniczka itp. – muszą pozostać takie same. Tylko wtedy bowiem możemy porównać obydwie hodowle i wysnuć miarodajne wnioski.

Obserwacje w trakcie doświadczenia

Prowadzenie obserwacji podczas eksperymentowania polega na uważnym przyglądaniu się temu, jak przebiega i co wskazują narzędzia pomiarowe. Dzięki obserwacjom uczniowie odnotowują rejestrowane przez ich zmysły fakty (Co widać? Co słychać? Jaki dany substancja wydaje zapach?).

Podczas krótkiego doświadczenia wykonywanego na lekcji można skupić się na obserwacji tylko jednego elementu. Na przykład w doświadczeniu z użyciem pryzmatu – na obserwacji światła; uczniowie opisują to, co widzą: jednolite światło białe na początku doświadczenia oraz kolory tęczy ułożone w określonej kolejności po przejściu światła przez pryzmat. Natomiast w projekcie badawczym mającym na celu ustalenie, w jaki sposób uzyskać najlepsze plony fasoli, obserwacji poddać można wiele elementów, np. tempo wzrostu, zmiany koloru rośliny czy masę plonu. Pomocne może okazać się zadanie uczniom pytań ułatwiających prowadzenie obserwacji.

Przykładowe pytania pomocnicze

- Jak wygląda fasola hodowana w glebie o silnym zasoleniu, a jak ta rosnąca w glebie o niskim zasoleniu (wysokość rośliny, kształt i kolor liści, bujność rośliny itp.)?
- Jaką wartość natężenia w obwodzie z wodą z kranu wskazuje multimetr?
- Jaki jest kolor czystego wywaru z czerwonej kapusty, a jaki – tego samego wywaru po dodaniu soku z cytryny?

Analiza wyników

Kiedy doświadczenia (najczęściej te najprostsze) wykonuje się jednokrotnie, bez przeprowadzenia powtórzeń, analiza wyników na ogół sprowadza się do zwykłego podsumowania obserwacji. Jednak w modelowej pracy metodą badawczą postępować powinniśmy tak, jak robią to w swojej pracy naukowcy. W świecie nauki niezwykle rzadko zdarza się, by badacze wnioskowali na podstawie przeprowadzonego jeden raz doświadczenia. Na ogół to samo doświadczenie powtarza się wielokrotnie, dokładnie w ten sam sposób, by upewnić się, że obserwowany efekt nie był dziełem przypadku (w naszym doświadczeniu z fasolą mogłoby to być np. omyłkowe użycie cukru zamiast soli czy oddziaływanie warunków pozostających poza naszą kontrolą – np. choroba grzybicza próbki kontrolnej powodująca zahamowanie wzrostu i zniekształcenie liści).

Aby w warunkach szkolnych uzyskać powtórzenie doświadczenia, a co za tym idzie – warunki do analizy jego wyników, najlepiej podzielić klasę na grupy, które przeprowadzą to doświadczenie równocześnie. Kiedy już wszystkie zespoły zakończą pracę i zapiszą swoje obserwacje, mogą wspólnie przystąpić do zbiorczej analizy wyników, tzn. porównania wyników uzyskanych dla prób kontrolnych oraz badawczych. Podczas analizy badają, czy wystąpiły różnice między próbami poszczególnych grup, czy też za każdym razem powtarzał się ten sam wynik. Jeśli stwierdzą, że jakiś wynik jest niespójny z pozostałymi, powinni zastanowić się, co mogło na to wpłynąć. Warto też by przeanalizowali, co w obserwowanym eksperymencie było przyczyną, a co skutkiem?

Na tym etapie uczniowie dowiadują się, na czym polega rzetelne opracowanie wyników, uczą się oceniać ich wiarygodność i określać występujące zależności. Analiza wyników to dla uczniów świetny trening logicznego myślenia, dyskusowania i współpracy.

Błędy pomiarowe

To kolejny, nieoczywisty dla początkujących eksperymentatorów czynnik w badaniach. Błędem pomiaru nazywamy odstępstwo wyniku jednostkowego pomiaru od wartości prawdziwej, której wielkości na ogół nie znamy. Nie należy takiego błędu rozumieć jako powstałego wyłącznie w wyniku pomyłki. To raczej nieodłączny element procesu pomiarowego. Jest bezpośrednio związany z metodą pomiaru. Wykonując pomiary nawet tym samym przyrządem, otrzymamy często różne wyniki.

Odstępstwa od wyników są bardzo ciekawym wypadkiem do omówienia. Wnikliwa analiza skąd się wzięły pozwala dostrzec ważne dla eksperymentu czynniki. Co ciekawe, wiele błędów doprowadziło do ważnych odkryć naukowych...

Wnioskowanie

Po dokonaniu obserwacji i przanalizowaniu wyników można przystąpić do wyciągania wniosków. Na tym etapie uczniowie zastanawiają się, czy podsumowanie wszystkich przeprowadzonych prób ujawniło istnienie jakiejś prawdziwości. Wnioskowanie to interpretacja wyników badania, próba ich uogólnienia, w celu sformułowania odpowiedzi na pytanie badawcze. To tu wspomniana na początku ciekawość zostaje (przynajmniej częściowo) zaspokojona.

Przy wyciąganiu wniosków należy zachować pewną powściągliwość. Nie jest uprawnione dokonywanie zbyt daleko idących uogólnień. Na przykład w przypadku doświadczenia z fasolą uczniowie nie powinni dojść do wniosku, że zaobserwowane efekty odnoszą się do roślin ogółem (chyba, że obok fasoli przetestują wiele innych gatunków i otrzymają podobne wyniki). Na tym etapie pojawiają się nowe pytania i hipotezy, w ten sposób cykl badawczy można powtarzać.

Nauczanie metodą badawczą w szkole

Kiedy uczniowie mają okazję uczyć się, stosując metodę badawczą, wiele zyskują. Po pierwsze osobiście eksperymentując, samodzielnie zdobywają informacje o otaczającym świecie (np. o tym, że dwutlenek węgla zakwasa wodę), co wzmacnia ich poczucie sprawczości i rozbudza naukową ciekawość. Po drugie przyswajają sobie sprawdzoną w świecie nauki – i co najważniejsze, skuteczną – metodę dochodzenia do wiedzy. Uczą się stawiania pytań, które poddają się operacjonalizacji, planowania badań, dobierania narzędzi umożliwiających przeprowadzenie doświadczeń (np. zebranie dwutlenku węgla i połączenie go z wodą), dokonywania obserwacji i wnioskowania. To jedna z kluczowych kompetencji naszych czasów i jednocześnie kapitał, z którego będą mogli korzystać już zawsze, we wszystkich dziedzinach życia.

Te dwie korzyści pokazują zatem zasadnicze cele wprowadzania tej metody do dydaktyki. Po trzecie zyskują poczucie realności zjawisk i procesów, które zwykle poznają tylko teoretycznie, za pośrednictwem podręczników i książek. Po czwarte, zdobywają głębsze zrozumienie tego, jak powstaje wiedza naukowa, która nie tylko trafia później do podręczników szkolnych, ale także znajduje liczne zastosowania w różnych dziedzinach ludzkiego życia.

Metodę badawczą lub jej elementy można wykorzystywać w szkole w formie uproszczonej (krótkie doświadczenie wykonane razem z uczniami na jednej lekcji) bądź bardziej złożonej (zaprojektowany i przeprowadzony wspólnie z uczniami projekt badawczy trwający wiele dni lub tygodni). Zachęcamy – warto!

Magdalena Aszer

Pracownia Edukacji
Centrum Nauki Kopernik



4. Jak pokazać, na czym polegają błędy pomiarowe?

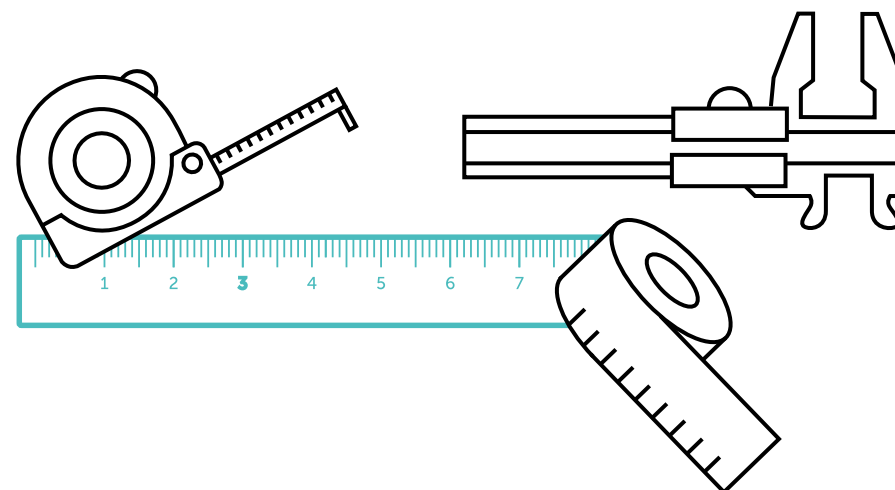
Pytanie

Jak dokładnie zmierzyć szkolną ławkę?

Materiały

- ławka szkolna/stół
- centymetr krawiecki
- linijka szkolna
- metrówka
- suwmiarka
- inne narzędzia pomiarowe

To pozornie proste zadanie: dokładnie zmierzyć szkolną ławkę. No to – spróbujmy! Pokażmy uczniom, na czym polega wyzwanie dokładnego pomiaru i błędu, który wiąże się z niedoskonałością narzędzi!



Przebieg pracy

1. Dzielimy uczniów na 4-osobowe grupy. Każda grupa ma za zadanie dokładnie zmierzyć szkolną ławkę.
2. Każda grupa może wybrać narzędzia pomiarowe z tych umieszczonych na ławce.
3. Uczniowie wykonują pomiary długości tej samej ławki przy użyciu wybranego narzędzia.
4. Uzyskane wyniki pomiarów notują i porównują między sobą.
5. Co się zdarzyło? Czy uzyskane długości są takie same czy różne?
6. Na wybranym narzędziu pomiarowym odnajdujemy – o ile to możliwe – oznaczenie informujące o klasie dokładności (jest to rzymska cyfra umieszczona zwykle na początku miarki).

Dzięki temu doświadczeniu uczniowie przekonają się, że mimo wykonania skrupulatnych pomiarów mogą wystąpić różnice w wynikach. Analizując sposób przeprowadzenia pomiarów oraz specyfikę użytego narzędzia będą też w stanie podać prawdopodobne przyczyny wystąpienia różnic pomiarowych.

Potencjalne błędy pomiarowe wynikać mogą z:

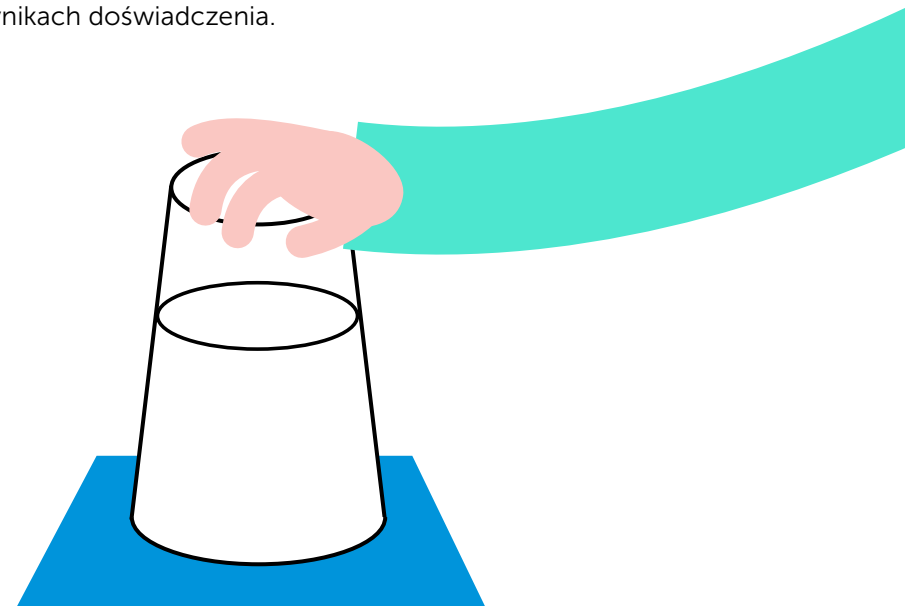
- dokładności podziałki, czyli klasy dokładności narzędzia pomiarowego;
- narzędzie pomiarowe (np. linijkę 20 cm musimy przełożyć kilka razy, aby zmierzyć ławkę, a miarką 3 m zmierzymy ją za jednym razem);
- dokładności eksperymentatora bądź techniki pomiaru (np. niezamierzone przemieszczenie się narzędzia pomiarowego przy niezbyt mocnym dociśnięciu miarki do powierzchni ławki, zaokrąglenie długości na skraju ławki, błędny odczyt wartości na miarce itp.);
- badanego obiektu (ławka może być nierówna) ;
- umiejętności obsługi narzędzia (np. jak przyłożyć miarkę w miejscu, które uznajemy za „0”).

5. Znaczenie zmiennych na przykładzie doświadczenia „odwrócona szklanka”.

Materiały

- szklanka
- kartonowa płytka o boku nieco dłuższym niż średnica szklanki
- woda
- miska lub zlew

To bardzo znane doświadczenie, które pokazuje jak różnica ciśnień może zatrzymać wodę w odwróconej do góry nogami szklance. Pokazywane na warsztatach budzi zdumienie i zachwyty. Nam posłuży do wprowadzenia pojęcia zmiennych, tj. czynników zmieniających warunki – i ich roli w przebiegu i wynikach doświadczenia.



Jak przebiega doświadczenie?

1. Napętniamy do połowy szklankę wodą.
2. Nakrywamy szklankę płytką, np. z kartonu.
3. Dociskając płytkę do szklanki, odwracamy ją do góry dnem. Wykonujemy tę czynność nisko nad miską.
4. Ostrożnie puszczaamy płytkę.

Pytanie badawcze: Co stanie się z wodą w nakrytej kartonową płytką szklance po odwróceniu szklanki do góry dnem?

5. Co się dzieje? Sprawdźcie sami!

Uzyskujemy efekt zachwytu i zadziwienia – pobudzoną ciekawość uczniów wykorzystamy do pokazania im roli zmiennych. W doświadczeniu tym mamy cztery zmienne: naczynie, wodę, płytkę i sposób wykonania¹. Poprośmy – bez określania parametrów zmiennych (tj. bez określania, jaka szklanka, jaka płytka, ile wody) – kilku uczniów o jego przeprowadzenie. Nie mówmy, ile mają wlać wody do szklanki. Niech po prostu powtórzą doświadczenie. Prawdopodobnie wyleje się sporo wody! Możemy też postawić wyzwanie: przeprowadzić doświadczenie dla jak największej ilości wody w szklance. Jak wpływa jej ilość na przebieg eksperymentu? Czy ma znaczenie wielkość kartonowej płytki? Dla uzyskania powtarzalnych wyników kluczowa jest powtarzalność zmiennych w doświadczeniu, czyli w tym przypadku użycie takiego samego naczynia, tej samej objętości wody, takiej samej płytki. „Odwrócona szklanka” to idealny wstęp do rozmowy z uczniami o znaczeniu warunków doświadczenia dla jego wyników.

¹ Gdybyśmy chcieli przeprowadzić poważne badanie naukowe, powinniśmy uwzględnić także warunki środowiskowe, takie jak np. temperatura otoczenia. W badaniu szkolnym można je pominąć.

Zmienne wpływające na przebieg doświadczenia „Odwrócona szklanka”

Naczynie

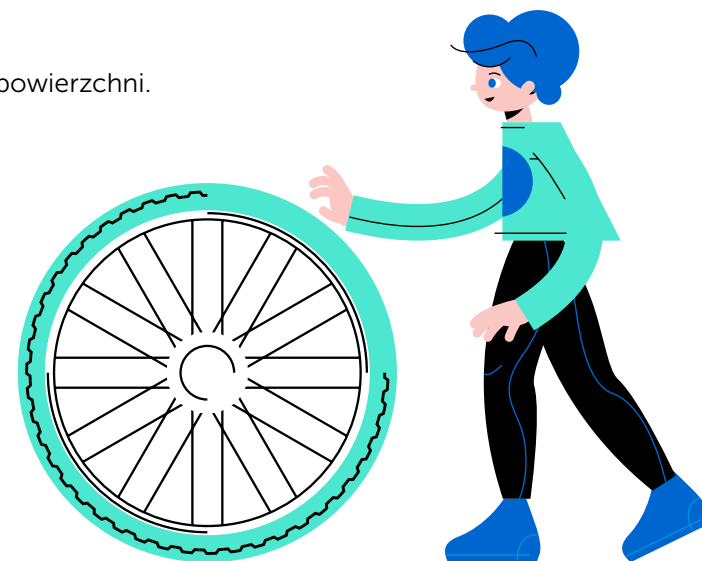
- Materiał, z którego jest wykonane (szkło, plastik, papier)
- Średnica wylotu
- Grubość krawędzi
- Objętość
- Czystość (obecność/brak zanieczyszczeń)

Ciecz

- Temperatura
- Skład chemiczny
- Objętość

Płytką

- Materiał, z którego jest wykonana (papier, drewno, plastik)
- Powierzchnia
- Masa
- Grubość
- Wilgotność powierzchni.

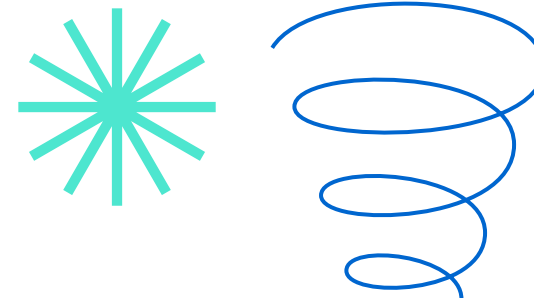


6. Metoda badawcza w szkole: okiem praktyka

Jestem nauczycielką i metodykiem. Wprowadzam uczniów w świat nauki, realizując zajęcia z wykorzystaniem metody badawczej. Początkiem, który się sprawdza są warsztaty „Nauka w puszcze”. Na czym polegają? Przygotowuję kilka jednakowych puszek po kawie, w których ukrywam różne przedmioty, np. torebkę z herbatą, gumkę do ścierania, ryż, szpilki, mąkę, magnes na gumce. Przed przekazaniem uczniom puszek, szczelnie je zamykam i dodatkowo zabezpieczam przed otwarciem. Następnie dzielę uczniów na grupy i proszę, aby każdy zespół – bez otwierania puszek – spróbował odkryć, co się w niej znajduje. Uczniowie stawiają hipotezy „co jest w środku”, a następnie weryfikują je poprzez działanie. Mogą potrząsać puszkami, toczyć je po ziemi, nastuchiwać, ale nie wolno im ich otworzyć. Pomysły wspólnie zbieramy, zapisujemy i porównujemy między grupami. W przypadku zespołów, których wyniki bardzo się różnią, uczniowie mogą powtórzyć badanie i zweryfikować swoje stanowisko. Ponieważ nie otwieramy puszek nawet po zakończeniu zajęć, ciekawość uczniów nie zostaje w pełni zaspokojona – nie dowiadują się na 100%, co zostało w nich ukryte. Podobnie jest w nauce: naukowcy często zbliżają się do odkrycia pełnego spektrum mechanizmów stojących za konkretnym zjawiskiem, ale często nie mają pewności, co do ostatecznej odpowiedzi.

Staram się tak planować zajęcia, aby uczniowie mogli sami prowadzić w ich ramach różne projekty badawcze: stawiać pytania i hipotezy, weryfikować je poprzez obserwacje i doświadczenia, a na koniec wyciągać wnioski. Z myślą o moich uczniach wyszukuję też konkursy i projekty zewnętrzne, które dają możliwość samodzielnej realizacji konkretnego celu od początku do końca.

Tak było z projektem badawczym „Oko w oko z rozwielitką”, opracowanym przez Centrum Nauki Kopernik dla Klubów Młodego Odkrywcy (KMO) z Mazowsza. Projekt stawiał sobie za cel zapoznanie uczestników z pracą



badacza i zainspirowanie ich do naukowego poznawania otaczającego świata poprzez trening stosowania metody badawczej. Dowiedziałam się o nim, przeglądając stronę internetową KMO, i zachęcona przez koordynatorkę, postanowiłam wziąć w nim udział, choć o rozwielitkach i ich życiu sama nie wiedziałam zbyt wiele. Był koniec stycznia 2021 roku, czyli mieliśmy już za sobą ponad trzy miesiące zdalnej nauki. Projekt także realizowany miał być zdalnie. Uznałam, że to idealna szansa, aby zmotywować moich uczniów-klubowiczów do działania.

Jak wskazuje nazwa wspomnianego projektu, obiektem naszych badań były rozwielitki – małe, widoczne gołym okiem skorupiaki o prawie przezroczystych pancerzach, które w naturze żyją w stawach i kałużach, żywią się glonami i zawiesiną organiczną odfiltrowywaną z wody. Centrum Nauki Kopernik zaopatrzyło kluby we wszystkie potrzebne materiały do realizacji tych badań: stoje, pipety, sitka, termometry, szalki Petriego, suche drożdże i przede wszystkim żywe rozwielitki.

Realizacja projektu badawczego w czasie

I. Zbieranie informacji, prowadzenie hodowli głównej, obserwacja rozwielitek w środowisku wyjściowym

Luty–marzec: 4 tygodnie

Na tym etapie projektu ważny był częsty indywidualny kontakt z uczniami. Mieli wiele pytań i problemów, które trzeba było przedyskutować (np. dlaczego niektórym zespołom rozwielitki umarły, opadły na dno; dlaczego

w stoju pojawiły się inne obiekty niż rozwielitki, itp.). Zależało mi na tym, by w razie problemów uczniowie czuli, że zawsze mogą zwrócić się do mnie z pytaniem lub prośbą o radę.

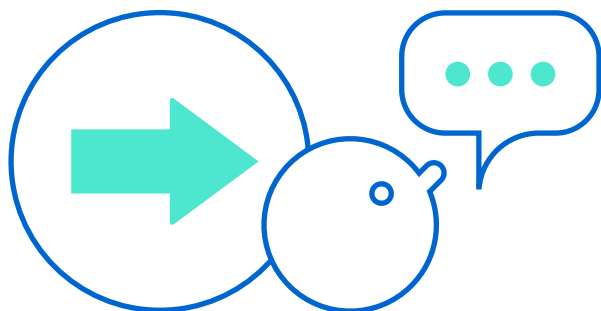
Na początku uczniowie otrzymali podstawowe informacje o obiekcie badań (rozwielitkach):

- do jakiej grupy organizmów należą,
- jak się rozmnażają,
- czym się odżywiają,
- jak je hodować (rodzaj wody, konieczność regularnej wymiany wody, sposób przenoszenia rozwielitek, karmienie).

Do komunikacji i zbierania w jednym miejscu wszystkich związanych z badaniem informacji posłużyła nam platforma Teams, na której założyliśmy specjalną grupę.

Prowadząc obserwacje rozwielitek w środowisku wyjściowym uczniowie oglądali je gołym okiem, przez lupę oraz pod mikroskopem. Ich pierwsze obserwacje były następujące:

- rozwielitki gromadzą się w stoju od strony światła,
- lepiej ich nie dokarmić, niż je przekarmić,
- zachowanie rozwielitek podczas karmienia,
- dorosłe osobniki gromadzą w ciele jajeczka.



Dbając o skorupiaki i ucząc się odpowiedzialności za ich prawidłowy rozwój, młodzi badacze zdążyli przywiązać się do obiektu swoich badań, co wpłynęło na późniejszy wybór problemów badawczych.

II. Projektowanie i rozpoczęcie badań, stawianie pytań badawczych i hipotez

Marzec–kwiecień

Po okresie wstępnej obserwacji pojawiło się wiele pomysłów na pytania badawcze. W celu ich zebrania przeprowadziliśmy na platformie Teams burzę mózgów. Ostatecznie wspólnie zdecydowaliśmy ograniczyć się do dwóch pytań. Poważne traktowanie uczniów – jako partnerów badań – wyraźnie wzmacniało ich motywację.

Uczniowie do zbadania wybrali czynniki, co do których spodziewali się, że polepszą żywotność rozwielitek i nie spowodują ich nagłej śmierci. Aby mieć pewność, że wszyscy rozumiemy to samo pod słowem „żywotność”, wspólnie zdefiniowaliśmy to pojęcie.

Wybrane pytania badawcze:

- Jak światło wpływa na żywotność rozwielitek?
- Jak zmiana pokarmu wpływa na żywotność rozwielitek?

III. Realizacja badań i obserwacje prowadzone przez kluby, odławianie osobników do osobnych zbiorników i prowadzenie doświadczeń

Kwiecień–maj

Na tym etapie trudne dla uczniów okazało się konsekwentne trzymanie się schematu pracy i systematyczne liczenie rozwielitek. W trakcie realizacji tego etapu badania ponownie otwarte zostały szkoły. Uczniowie przyznawali później, że łatwiej im było zajmować się hodowlą, gdy uczyli się zdalnie w domu. Po powrocie do nauki stacjonarnej w szkole zapominali czasem po lekcjach zajrzeć do hodowli albo nie znajdowali czasu na regularne prowadzenie obserwacji i odnotowywanie zmian.

Prowadzenie obserwacji polegało tym razem na sprawdzaniu:

- czy rozwielitki się rozmnażają (czy przybywa ich w stoju),
- czy są ruchliwsze.

Część uczniów napotkała w tym punkcie badania problem metodologiczny: nie była w stanie ręcznie policzyć rozwielitek, bo było ich za dużo. Inni zauważyli natomiast, że kiedy rozwielitek jest za mało – giną. Na tym etapie zmodyfikowane zostały także warunki badania (np. zakryty dotąd pudłem stój oblepiony został gliną).

IV. Podsumowanie projektu

Maj–czerwiec

W trakcie projektu uczniowie przeszli po kolei przez wszystkie etapy metody badawczej: prowadzili obserwacje, zadawali pytania, stawiali hipotezy, projektowali i prowadzili doświadczenia, zbierali i analizowali dane, prezentowali i omawiali wyniki z rówieśnikami, wspólnie wyciągali wnioski z badania. Dzięki temu rozwinęli kompetencje nie tylko badawcze, ale i społeczne. W dochodzeniu do wiedzy i rozwiązywaniu problemów równie ważna jest bowiem komunikacja z innymi, porównywanie uzyskanych wyników, a także dzielenie się trudnościami, pomysłami i wiedzą.

Badanie żywotności, rozmnażania i zachowania rozwielitek było dla uczniów ciekawym i wciągającym doświadczeniem. Codzienny kontakt z tymi małąskimi skorupiakami pozwolił im zaobserwować i docenić różnorodność organizmów żywych, nawet tak niepozornych jak rozwielitki.

Małgorzata Sadowska

nauczycielka biologii w Niepublicznej Szkole Podstawowej nr 1 im. Krzysztofa Kolumba w Żyrardowie oraz pasjonatka nauczania przez odkrywanie.



7. Metoda badawcza, a rozwój kompetencji

Pożytek ze znajomości metody badawczej odczułam kilka lat po zakończeniu szkoły, w aptece. Miałam kupić ciśnieniomierz. Sprzedawczyni podała mi kilka urządzeń w podobnej cenie i o podobnym mechanizmie działania. Które wybrać?

– Ja korzystam z tego – szepnęła mi do ucha pani z kolejki – to dobra marka.

Nagle przypomniało mi się, w jaki sposób na zajęciach w laboratorium testowaliśmy jakość wag i rozmawialiśmy o rzetelności i błędach pomiaru. Zmierzyłam ciśnienie każdym urządzeniem po kolei. Podczas pomiarów okazało się, że niemal każde pokazuje inną wartość! Zaczęłam więc mierzyć ciśnienie jeszcze raz, każdym urządzeniem dwa razy. Notowałam wyniki i „do finatu” wybrałam ciśnieniomierz, które przy dwóch próbach pokazywały najbardziej zbliżone wyniki pomiaru. Wytypowałam do „finatu” dwa, o najbardziej podobnych wynikach. Z tych dwóch kupiłam ten, który był wygodniejszy w obsłudze. Wybór okazał się trafny. Ciśnieniomierz pokazuje niemal te same wyniki, co urządzenie w przychodni. Nie jest to model, który polecała mi pani z kolejki.

Wyzwanie, przed jakim stoi dziś edukacja, polega na tym, żeby zapoznać uczniów z istniejącą wiedzą, ale również przygotować ich do rozwiązywania problemów i udzielania odpowiedzi na pytania nieporuszane w szkole. W jaki sposób znaleźć źródło awarii, gdy w domu wyłącza się prąd? Jak porównać podobne urządzenia elektroniczne? Jak wytłumaczyć sceptykom sens noszenia maseczki ochronnej podczas epidemii w miejscach, gdzie gromadzi się wielu ludzi?

Metoda badawcza wspiera uczniów w konstruowaniu wiedzy i rozumieniu zjawisk w oparciu o samodzielnie przeprowadzony proces badawczy, tj. samodzielne uzyskanie danych i ich analizę.

Metoda ta – a także wszystkie metody pochodne, w tym nauczanie przez dociekanie, nauczanie przez eksperymentowanie, nauczanie przez stawianie pytań – stosowana w szkołach i w edukacji nieformalnej została zaczerpnięta ze świata nauki. **Okazało się bowiem, że uczniowie znacznie lepiej radzą sobie ze stosowaniem wiedzy, gdy zdobywają ją w taki sposób, w jaki robią to badacze.**

Czyli - jak? Po pierwsze, zaczynając od określenia tego, czego nie wiedzą i czego chcą się dowiedzieć. Po drugie, stosując metodę badawczą – wzorowaną na metodzie naukowej właśnie, która pozwala osiągać powtarzalne dla tych samych warunków odpowiedzi (wyniki badań).

Skoro metoda ta tak świetnie sprawdza się w nauczaniu – dlaczego tak rzadko wykorzystuje się ją na lekcjach? Przyczyn jest wiele: od ograniczonych możliwości czasowych poprzez skromne wyposażenie (a często po prostu brak) szkolnych pracowni aż po wątpliwości, czy pasuje ona do celów, jakie wyznacza sobie szkoła? Nie ma przecież testów ósmoklasisty z ciekawości, eksperymentowania ani egzaminów wstępnych z rozwiązywania problemów. Istnieje jednak cała przyszłość, w której uczniowie muszą sobie poradzić!

Tradycyjna edukacja w szkole to proces poznawania przez uczniów tego, co już wiadomo o świecie. Podręczniki, zeszyty ćwiczeń i umieszczone w nich zadania mają zwykle na celu przekazanie uczniom sformułowanych przez naukowców teorii, definicji, wzorów i potwierdzonych naukowo faktów. Szkoła służy więc społecznemu rozpowszechnianiu i utrwalaniu tej wiedzy. Tymczasem nauka – rozumiana jako rozwój wiedzy naukowej – polega na odkrywaniu i eksploracji nieznanego. Mówiąc potocznie, nauka pojawia się tam, gdzie wiedzy jeszcze nie ma. Praca naukowców to formułowanie nowych pytań, rozwijanie nowych teorii, kwestionowanie dotychczasowych ustaleń i proponowanie następnych. Takie są też założenia metody badawczej: postaw pytanie, na które nie znasz odpowiedzi, i poszukaj rozwiązania, stosując określone zasady pracy. Uczeń oglądający film lub wykonywany przez nauczyciela pokaz, albo uczeń czytający opis np. fotosyntezy czy układu sił w podręczniku postawiony jest w zupełnie innej sytuacji poznawczej niż uczeń, który mając grudkę drożdży piekarskich, ma za zadanie

sprawdzić, czy są one żywe. W pierwszej sytuacji młody człowiek uczy się przede wszystkim tego, że istnieje wiedza – zawarta w podręczniku, głowie nauczyciela, internecie – a jego zadaniem jest ją przyswoić. W drugiej uczy się, że istnieje metoda, umożliwiająca mu – dzięki wykorzystaniu tego, co już wie – odkrycie tego, czego jeszcze nie wie, tj. znalezienie odpowiedzi na pytanie, czy zwarta, beżowa grudka żyje. Metoda badawcza przygotowuje więc uczniów do przyszłości, w której nie ma klucza do testów z prawidłowymi lub błędnymi odpowiedziami. Jest za to mnóstwo zaskakujących pytań oraz wymagających rozwiązania problemów i wyzwań. Szkolny trening w dochodzeniu do wiedzy i rozumienia zjawisk w oparciu o samodzielnie przeprowadzony proces badawczy wspiera uczniów w rozwoju szeregu przydatnych kompetencji. Nauczanie metodą badawczą to jednocześnie szkolenie z:

- **krytycznego myślenia, czyli kompetencji, która pozwala ocenić m.in. jakość i wiarygodność informacji** (czyjej opinii, jakim źródłem danych ufać?) – uczniowie uczą się formułowania pytań, analizy informacji, oceny wiarygodności ich źródeł, porównywania danych, wyciągania wniosków;



- **uczenia się, czyli kompetencji samodzielnego konstruowania wiedzy i rozwoju** – uczniowie ćwiczą różne sposoby uzyskiwania informacji i danych, testują i wybierają najlepsze dla siebie techniki wspierające zapamiętywanie i porządkowanie informacji, uczą się, na czym polega wykorzystywanie już posiadanej wiedzy do tworzenia nowej, planowania czasu, radzenia sobie z niepewnością i poczuciem własnej niewiedzy, orientacji wobec nowych zadań, inaczej postawionych problemów w oparciu o posiadane doświadczenie i kompetencje;
- **kompetencji społecznych, czyli konstruktywnej współpracy z innymi ludźmi** – uczniowie doświadczają współpracy w grupie, dzięki czemu uczą się m.in. wyrażania własnych opinii i propozycji oraz odnoszenia się z szacunkiem do propozycji innych osób, wykorzystywania różnych kompetencji koleżanek i kolegów, dzielenia się zadaniami i odpowiedzialnością, wiedzą i umiejętnościami.

Na koniec warto wspomnieć o innej jeszcze korzyści z pracy metodą badawczą. Być może jednej z najważniejszych w czasach, w których od tego, jak traktujemy wiedzę naukową, zależy – jak w przypadku pandemii – stan całego społeczeństwa. Poznając sposoby, w jaki uzyskuje się naukowe odpowiedzi na pytania, uczniowie dowiadują się, jak powstaje wiedza naukowa. Rozumieją zatem, że do odpowiedzi naukowo prawdziwych dochodzi się, wychodząc od pytań i niepewności, ale stosując ściśle określone procedury badawcze. Nie każda wiedza powstaje w ten sposób. Uczniowie dostają szansę zrozumienia, jak powstaje wiedza. Zrozumienie istoty metody badawczej wzmacnia racjonalne podstawy ich zaufania do naukowców i oferowanych przez nich rozwiązań.

Eksperymentując zdobędą osobiste doświadczenie tego, że nie zawsze daje się uzyskać odpowiedzi na wszystkie pytania i często pozostaje obszar niepoznany, który nie musi obalać uzyskanej wiedzy. Nauka to przecież także świadomość granic ludzkiej wiedzy.

dr Ilona Iłowiecka-Tańska

Pracownia Przewrotu Kopernikańskiego
Ilona.tanska@kopernik.org.pl



Redakcja merytoryczna: **Ilona Iłowiecka-Tańska, Marta Fikus-Kryńska**

Autorzy: **Magdalena Aszer, Anna Dziama, Marta Fikus-Kryńska, Ilona Iłowiecka-Tańska, Małgorzata Sadowska**

Współpraca: **Anna Strzeszewska-Potyrała**

Redakcja językowa: **Natalia Krasicka**

Projekt graficzny: **Centrum Nauki Kopernik**

Koordinacja procesu wydawniczego: **Anna Dąbrowska**

Fotografie: **Piotr Molędzki, Waldemar Kompała**

Publikacja finansowana jest w ramach wspólnego Programu Ministra Edukacji i Nauki oraz Centrum Nauki Kopernik pod nazwą „Nauka dla Ciebie”, który finansowany jest w ramach dotacji Ministra Edukacji i Nauki na podstawie umowy z dnia 6 marca 2020 r. Nr 1/CNK-NAUKO-BUS/2020. W ramach Programu „Nauka dla Ciebie” realizowane są działania „Naukobus” i „Planetobus” oraz zajęcia online.

