

Jak prawidłowo przeprowadzić eksperyment naukowy czyli codzienne dylematy Karola Dociekliwego

Pojęcia takie jak problem badawczy, hipoteza, kontrola pozytywna i negatywna mogą wydawać się uczniom trudne do zrozumienia, zatem warto im pokazać, że każdy z nas, każdego dnia rozwiązuje liczne problemy badawcze, tworzy kontrole i testuje postawione hipotezy, chociażby po to, żeby znaleźć rano skarpetki...

AUTORZY: Wojciech Grajkowski, Anna Karnkowska, Małgorzata Augustyniak, Ewa Bogusz, Hanna Dąbrowska, Agata Dmoch-Hołody, Bożena Woźniak, Agnieszka Zdrojewska.

Scenariusz Szkoły Festiwalu Nauki i Fundacji BioEdukacji powstał w ramach projektu "Biologia XXI wieku - nowe scenariusze lekcyjne i zajęcia w liceach z małych miejscowości" finansowanego ze środków Fundacji PZU, na podstawie umowy nr 28/KE/2005 z dnia 30 czerwca 2005r. Został przetestowany i dopracowany na podstawie dwunastu lekcji testowych z młodzieżą z liceów woj. mazowieckiego.

Scenariusz lekcji jest przeznaczony dla szkół ponadgimnazjalnych (podstawowy i rozszerzony zakres kształcenia). Proponujemy wykorzystać go w początkowych etapach edukacji.

Czas realizacji: jedna jednostka lekcyjna

Niniejszy scenariusz ma na celu zapoznanie uczniów z podstawowymi pojęciami z zakresu metodologii badań naukowych. Myślą przewodnią jest uświadomienie uczniom, że te trochę abstrakcyjne terminy dotyczą czynności i procesów myślowych, które każdy z nas wykonuje wielokrotnie w ciągu dnia. Punktem wyjścia będzie oczywiście wprowadzenie tych pojęć i wyjaśnienie ich znaczenia. Jednak najważniejsze jest, aby uczniowie zrozumieli istotę stawiania problemów badawczych, formułowania hipotez i przeprowadzania eksperymentów, nie tylko naukowych i niekoniecznie z zakresu biologii. Zatem w pierwszej części lekcji proponujemy trening tych umiejętności na przykładach „z życia wziętych”. Podajemy kilkanaście takich przykładów, ale oczywiście można je mnożyć w nieskończoność. W drugiej części lekcji proponujemy przeprowadzenie bardzo znanego eksperymentu, w którym przy pomocy jodyny wykrywamy skrobię zawartą w różnych produktach spożywczych. Eksperyment jest prosty i szybki, ale nieco zmodyfikowaliśmy jego przebieg dodając nowe elementy, które mamy nadzieję, udowodnią uczniom jak ważne są kontrole i uświadomią, że nie zawsze otrzymujemy wynik zgodny z naszymi oczekiwaniami. Mamy nadzieję, że dzięki temu scenariuszowi uczniowie lepiej zrozumieją tak ważne w biologii terminy i procesy myślowe i pomoże im to nie

tylko w pomyślnym zdaniu matury, gdzie na te zagadnienia położony jest duży nacisk, ale także w życiu codziennym.

Cele lekcji:

Wiadomości – uczeń:

- definiuje pojęcia związane z metodologią badań biologicznych
- rozróżnia hipotezę i problem badawczy
- uzasadnia konieczność przeprowadzenia kontroli pozytywnej i negatywnej
- rozróżnia spostrzeżenia od wniosków z przeprowadzonego doświadczenia

Umiejętności – uczeń:

- potrafi prawidłowo zaprojektować doświadczenie
- formułuje problem badawczy i stawia hipotezę
- przedstawia wyniki doświadczenia w formie tabeli
- potrafi zanalizować wyniki doświadczenia i przyjąć bądź obalić postawioną hipotezę

Postawy – uczeń:

- efektywnie współpracuje z zespołem
- bierze udział w podejmowaniu decyzji grupowych

Metody nauczania:

- słowne: pogadanka, elementy dyskusji
- badawcze: własnoręcznie wykonane doświadczenie

Formy pracy:

- grupowa: podział klasy na 7 grup
- zbiorowa

Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze:

- kserokopie kart pracy
- do przeprowadzenia doświadczenia: jodyna, „fatszywa jodyna” – wygazowana cola, 7 zakraplaczy, ziemniak, jabłko, lekko niedojrzały banan, śmietana, śmietana zafatszowana skrobią ziemniaczaną, skrobia ziemniaczana, woda, 21 małych plastikowych naczynek

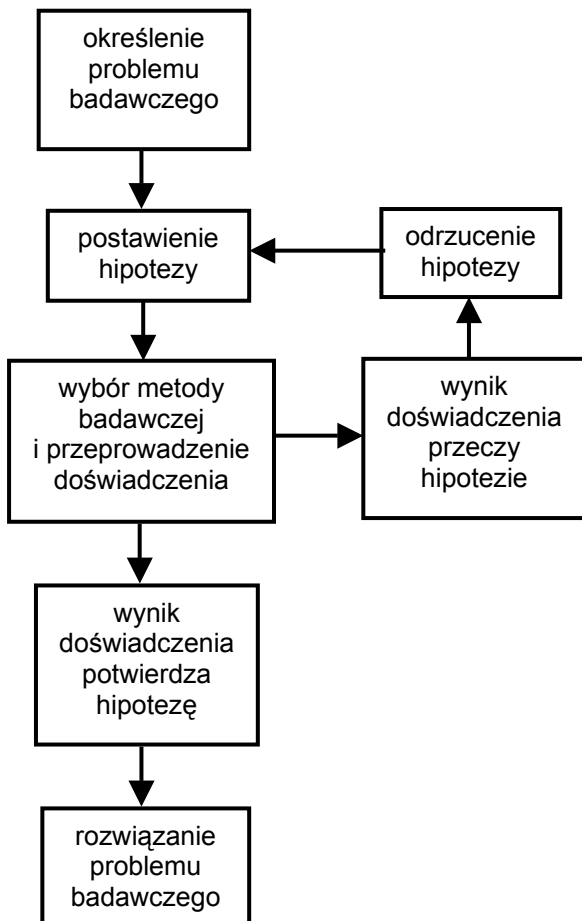
Wprowadzenie do metodologii eksperymentu biologicznego

Definicje:

Problem badawczy - pytanie, na które odpowiedź uzyskujemy w wyniku przeprowadzonego doświadczenia. Celem doświadczenia jest rozwiązanie problemu badawczego.

Hipoteza - przypuszczalna, niekoniecznie prawdziwa, odpowiedź na pytanie stanowiące problem badawczy. Badacz opierając się na wiedzy teoretycznej stawia hipotezę przed przystąpieniem do doświadczenia. Uzyskane wyniki eksperymentu decydują o tym czy hipoteza okazuje się prawdziwa i należy ją przyjąć za rozwiązanie problemu badawczego czy też jest fałszywa i trzeba ją odrzucić.

Kolejne etapy eksperymentu naukowego:



Schemat ten dotyczy przeprowadzania praktycznie wszystkich eksperymentów naukowych, ale również każdy z nas nieświadomie stosuje te same zasady w codziennym życiu.

Przykład:

Karol nie może znaleźć swoich skarpetek. Wie, że są w jednej z 6 szuflad, ale nie pamięta, w której.

Problem badawczy: w której szufladzie są skarpetki?

Hipoteza: w drugiej od góry (Karolowi wydaje się, że tam mogą być)

Eksperyment: Karol otwiera szufladę i sprawdza czy są tam skarpetki

Wynik: skarpetek nie ma

Wniosek: hipoteza okazała się fałszywa (Karol ją obalił)

Następna hipoteza: skarpetki są w trzeciej szufladzie od góry

Tym razem okazuje się, że rzeczywiście tam są, hipoteza zostaje potwierdzona, a problem badawczy rozwiązany.

Do rozwiązania przez uczniów:

Karol musi skontaktować się z dziadkiem. Dziadek, jako człowiek starej daty nie ma telefonu komórkowego, ale można zadzwonić do niego do domu lub do pracy. Na pewno jest w tej chwili w jednym z tych dwóch miejsc, ale Karol nie wie, w którym. Sformułuj problem badawczy i postaw hipotezę, którą Karol przetestuje.

Komentarz:

Należy zwrócić uwagę na to, że niezależnie od tego, jaką hipotezę postawiono i pod który telefon zadzwoni Karol, to i tak dowie się, gdzie jest dziadek. Jest to zatem przykład na to, że postawienie nawet fałszywej hipotezy doprowadza nas do rozwiązania problemu badawczego, chociaż może to kosztować więcej czasu (sprawdzanie kolejnych szuflad) lub pieniędzy (wykonywanie kolejnych telefonów).

Do rozwiązania przez uczniów:

Karol znalazł na strychu starą lampę bez żarówki. Chce sprawdzić, czy lampa jest sprawna. Sformułuj problem badawczy, postaw hipotezę, zaproponuj, jak można ją przetestować.

Komentarz:

Oczywiście testowanie hipotezy polegać będzie na wkręceniu żarówki i podłączeniu lampy do prądu. Przyjmijmy, że po włączeniu lampa nie świeci. Czy na tej podstawie możemy uznać, że lampa jest zepsuta? A jeśli to żarówka jest przepalona? Albo może gniazdko, do którego podłączyliśmy lampę jest uszkodzone? Należy zatem sprawdzić czy żarówka i gniazdko są sprawne, najprościej poprzez wkręcenie żarówki do lampy, o której wiemy na pewno, że działa, a następnie podłączenie jej do naszego gniazdko. W ten sposób doświadczenie zostaje wzbogacone o **kontrolę pozytywną**.

Definicja: Kontrola pozytywna – doświadczenie pomocnicze, które przeprowadza się w identyczny sposób jak doświadczenie właściwe, ale na obiekcie kontrolnym – takim, o którym wiemy, że pozwoli nam zaobserwować określony efekt, będący przedmiotem badania.

W opisanym powyżej doświadczeniu obiektem kontrolnym jest lampa, co do której Karol ma pewność,

że jest sprawna i powinien móc zaobserwować „efekt będący przedmiotem badania” czyli świecenie. Zastosowanie kontroli pozytywnej pozwala wykryć ewentualne błędy w procedurze doświadczalnej (przepalona żarówka, zepsute gniazdko), które mogłyby wprowadzić badacza w błąd co do prawdziwości postawionej hipotezy (Karol mógłby niesłusznie uznać, że znaleziona na strychu lampa jest zepsuta).

Do rozwiązania przez uczniów:

Karol będzie wiercił otwór w ścianie, żeby powiesić obraz. Najpierw jednak chce się przekonać czy w tym miejscu nie biegną żadne przewody ani rury. W tym celu pożyczycy od kolegi wykrywacz metali. Jak powinno wyglądać doświadczenie przeprowadzone przez Karola?

Komentarz:

Żeby obalić lub potwierdzić postawioną hipotezę („w tym miejscu w ścianie nie ma przewodów ani rur”) Karol musi sprawdzić to miejsce wykrywaczem metali. Nie ma jednak oczywiście gwarancji, że wykrywacz jest na tyle czuły, że zasygnalizuje obecność cienkiego przewodu lub rury ukrytej głębiej w murze. W związku z tym Karol musi przeprowadzić kontrolę pozytywną, czyli sprawdzić wykrywaczem te miejsca w ścianie, gdzie na pewno znajdują się przewody lub rury np. w pobliżu gniazdek elektrycznych czy kranów.

Do rozwiązania przez uczniów:

Karol kupił pojemnik do próżniowego przechowywania żywności, który według sprzedawcy pozwala przedłużyć okres przydatności do spożycia znajdujących się w nim produktów. Karol postanowił sprawdzić czy to prawda, innymi słowami: chciał przetestować hipotezę postawioną przez sprzedawcę. W tym celu zamknął w pojemniku różne produkty spożywcze, a kiedy otworzył go po pięciu dniach, okazało się, że wszystko nadal nadaje się do jedzenia. Uznał zatem, że hipoteza okazała się prawdziwa. Czy postąpił słusznie?

Komentarz:

Karol powinien dokładnie takie same produkty spożywcze umieścić również w jakimś zwyczajnym pojemniku. Być może wybrana przez niego żywność nadaje się do jedzenia po pięciu dniach, nawet jeśli jest przechowywana w tradycyjny sposób. Innymi słowami: Karol powinien wprowadzić **kontrolę negatywną**.

Definicja:

Kontrola negatywna – doświadczenie pomocnicze, przeprowadzone w identyczny sposób jak doświadczenie właściwe, ale pozbawione tego czynnika, który naszym zdaniem wpływa na badany efekt.

W opisanym powyżej przykładzie Karol bada wpływ opakowania próżniowego na świeżość żywności, zatem to opakowanie jest jedynym elementem, którym

doświadczenie kontrolne może różnić się od doświadczenia właściwego. Oznacza to m.in., że w obu pojemnikach muszą być przechowywane takie same produkty spożywcze i oba muszą na równie długi czas zostać umieszczone w takiej samej temperaturze. Prawidłowo przeprowadzona kontrola negatywna pozwala na zaobserwowanie wpływu tylko jednego, badanego czynnika, z pominięciem wszystkich innych (np. temperatura, rodzaj żywności).

Do rozwiązania przez uczniów:

Karol kupił środek odstraszający komary i postanowił go wypróbować. Okazja nadarzyła się kilka dni później, kiedy razem z piątką przyjaciół biwakował nad jeziorem. Jaki eksperyment powinien przeprowadzić Karol?

Komentarz:

Karol musi podzielić przyjaciół na dwie trzyosobowe grupy: badaną, czyli tę, która użyje środka odstraszającego komary oraz grupę kontrolną, która go nie zastosuje. Następnie należy porównać liczbę ukąszeń przez komary w obu grupach. Gdyby wszyscy obecni użyli preparatu, zabrakłoby kontroli negatywnej i uzyskane wyniki niczego nie powiedziałyby o skuteczności środka (nie można wykluczyć też ewentualności, że nad jeziorem w ogóle nie ma komarów).

Przykłady dodatkowe (do wykorzystania na lekcji lub jako praca domowa):

Przykład 1.

Każdej zimy Karol wyklada do karmnika przed domem słoninę dla sikorek. W tym roku chce jednak sprawdzić czy sikorki nadal będą przylatywać, jeśli zamiast tego wyłoży siemię lniane. Zaprojektuj doświadczenie, jakie powinien przeprowadzić Karol, aby się o tym przekonać. Jedyne efekty, który Karol może obserwować to obecność bądź brak sikorek, nie jest natomiast w stanie ocenić ile pokarmu zjadły, ponieważ do karmnika przylatują również inne głodne ptaki.

Komentarz:

W tym wypadku Karol musi zastosować zarówno kontrolę pozytywną jak i negatywną. Pierwszego dnia powinien wyłożyć do karmnika słoninę, aby przekonać się czy sikorki w ogóle są w okolicy (kontrola pozytywna). Drugiego dnia powinien pozostawić karmnik pusty, aby wykluczyć możliwość, że ptaki przylatują do niego z przyzwyczajenia, niezależnie od tego czy danego dnia znajduje się tam pokarm czy nie (kontrola negatywna). Wreszcie trzeciego dnia powinien wyłożyć siemię lniane, aby potwierdzić lub obalić postawioną hipotezę.

Przykład 2.

Firma farmaceutyczna testuje nowy środek łagodzący objawy uczulenia na kocią sierść. Na badania zgłosiło się 38 ochotników, twierdzących, że cierpi na tę przypadłość. Jak powinien zostać przeprowadzony eksperyment?

Komentarz:

Najpierw należy przeprowadzić kontrolę pozytywną, aby przekonać się czy wszyscy ochotnicy rzeczywiście mają alergię na kocią sierść. Zwykle robi się to poprzez zastrzyk z preparatu zawierającego określone alergeny, można jednak przyjąć metodę polegającą na zamknięciu ochotników na kilka godzin w jednym pomieszczeniu z kotami. Aby uzyskać kontrolę negatywną, trzeba podzielić ochotników na dwie równoliczne grupy i jednej podać testowany środek a drugiej tzw. placebo, czyli substancję obojętną dla organizmu. Zastosowanie placebo jest niezbędne, ponieważ ludzie niejednokrotnie po podaniu leku ulegają sugestii do tego stopnia, że odczuwają osłabienie objawów chorobowych. Oczywiście obie grupy muszą zostać poddane działaniu alergenu w identycznych okolicznościach (np. dwa identyczne pokoje z równą liczbą kotów). Porównanie objawów uczulenia u osób poddanych działaniu preparatu i osób z grupy kontrolnej powinno pozwolić na ocenę skuteczności leku.

Doświadczenie do przeprowadzenia na lekcji:

Wykrywanie skrobi w produktach spożywczych przy pomocy jodyny

Czas trwania eksperymentu: 15 minut

Przed lekcją należy przygotować:

- zawiesinę skrobi (poprzez nasypanie 3 łyżek mąki ziemniaczanej do szklanki zimnej wody) i rozlać niewielką objętość dla każdej grupy
- „fałszywą śmietanę” dodając do normalnej śmietany odrobinę mąki ziemniaczanej i dokładne jej wymieszanie
- „fałszywą jodynę”, np. poprzez odgazowanie coli, (można wykorzystać dowolny inny produkt o podobnym do jodyny kolorze i niezbyt mocnym zapachu).

Klasę należy podzielić na grupy, maksymalnie czteroosobowe, wtedy każda osoba w zespole ma konkretne zadania do wykonania. Podajemy propozycję podziału na 7 grup (Tab.1). Jako kontrolę pozytywną stosujemy barwienie zawiesiny skrobi, a jako negatywną – wody.

Przebieg eksperymentu:

Każda grupa uczniów otrzymuje zestaw trzech naczynek zawierających kolejno próbki: 1. czystą wodę; 2. zawiesinę skrobi; 3. jedną z próbek oznaczonych A-G.

Uczniowie wkrapiają kilka kropel jodyny do każdego z trzech naczynek i po upływie 1 min obserwują barwę próbki, notując zauważone zmiany.

Po przeprowadzeniu przez uczniów eksperymentu, na tablicy powinna powstać tabela zbiorcza (Tab. 2.), w której znajdują się wszystkie wyniki.

Tab.1 Podział klasy na grupy

Grupa	Próba badana	Odczynnik do wykrywania skrobi	Cel
A	ziemniak	jodyna	uzyskanie spodziewanego wyniku pozytywnego
B	ziemniak	fałszywy odczynnik do wykrywania skrobi	uzyskanie niespodziewanego wyniku negatywnego - udowodnienie roli kontroli
C	kawałek jabłka	jodyna	uzyskanie spodziewanego wyniku negatywnego
D	lekko niedojrzały banan	jodyna	uzyskanie niespodziewanego, lub spodziewanego wyniku pozytywnego, być może obalenie hipotezy
E	śmietana	jodyna	uzyskanie spodziewanego wyniku negatywnego
F	śmietana z dodatkiem mąki ziemniaczanej	jodyna	uzyskanie niespodziewanego wyniku pozytywnego, hipoteza nie zawsze musi być prawdziwa
G	białe pieczywo	jodyna	uzyskanie spodziewanego wyniku pozytywnego

Tab.2 Tabela zbiorcza z wynikami z wszystkich grup

Grupa	Próba badana	Postawiona hipoteza	Wynik	Kontrola pozytywna	Kontrola negatywna
A	ziemniak		+	+	-
B	ziemniak		-	-	-
C	jabłko		-	+	-
D	banan		+	+	-
E	śmietana		-	+	-
F	śmietana		+	+	-
G	białe pieczywo		+	+	-

Omówienie wyników

Podczas omawiania wyników przedstawiciele wszystkich grup prezentują sformułowane przez siebie problemy badawcze i postawione hipotezy oraz interpretują wyniki eksperymentu, potwierdzając bądź obalając hipotezę. Należy raz jeszcze podkreślić, że bez względu na to, czy postawiona hipoteza była prawdziwa czy fałszywa, prawidłowo przeprowadzony eksperyment pozwala znaleźć rozwiązanie problemu badawczego. Trzeba mieć jednak świadomość, co tak naprawdę jest

przedmiotem badania, np. grupa wykrywająca skrobię w śmietanie zafalszowanej mąką nie powinna wyciągać wniosku „śmietana zawiera skrobię”, lecz „badana próbka zawiera skrobię”. Szczególną uwagę należy zwrócić na wyniki doświadczenia przeprowadzonego przez grupę używającą wygazowanej coli zamiast jodiny, ponieważ przykład ten w prosty sposób ilustruje ważną rolę doświadczeń kontrolnych.

Na zakończenie lekcji uczniowie odpowiadają na pytania zamieszczone w KARTACH PRACY.

* w miejscu kropek, w kartach przeznaczonych dla uczniów, nauczyciel powinien umieścić oznaczenie literowe grupy i nazwę produktu, tak jak podano to w tab. 2.

Imiona i nazwiska członków grupy

.....

.....

KARTA PRACY

grupa.....*

Celem doświadczenia jest wykrycie za pomocą jodiny skrobi w różnych produktach spożywczych. Zmiana barwy odczynnika z brązowej na granatową świadczy o obecności skrobi w badanej próbce.

Na stole znajduje się:

roztwór skrobi ziemniaczanej; woda; odczynnik wykrywający skrobię;*

Przed przystąpieniem do doświadczenia:

1. Sformułujcie problem badawczy planowanego doświadczenia:

2. Postawcie hipotezę badawczą:

3. Określcie kontrolę pozytywną, negatywną i próbę badaną w tym doświadczeniu:

Próba badana	Kontrola pozytywna	Kontrola negatywna

Próba (nazwa produktu)	Barwa (brązowy/granatowy)	Obecność skrobi
Próba badana:		
Kontrola pozytywna:		
Kontrola negatywna:		

Wykonajcie doświadczenie:

1. Nalejcie kilka kropli odczynnika do wody, do zawiesiny skrobi ziemniaczanej i na badaną próbkę.
2. Po upływie 1 min. zaobserwujcie barwę próbki.
3. Otrzymane wyniki umieśćcie w poniższej tabelce.

Analiza wyników doświadczenia:

1. Zapiszcie spostrzeżenia z wykonanego doświadczenia:

2. Sformułujcie wnioski wynikające z doświadczenia:

3. Wypełnijcie ze wszystkimi grupami tabelę zbiorczą przygotowaną przez nauczyciela na tablicy.

Grupa	Próba badana	Postawiona hipoteza	Wynik w próbie	Kontrola pozytywna	Kontrola negatywna
A	ziemniak				
B	ziemniak				
C	jabłko				
D	banan				
E	śmietana				
F	śmietana				
G	białe pieczywo				

4. Po omówieniu tabeli zbiorczej odpowiedzcie na następujące pytania:

a. Czy we wszystkich grupach hipoteza znalazła potwierdzenie? Jeśli nie to dlaczego?

b. Czemu służy kontrola pozytywna?

c. Czemu służy kontrola negatywna?

d. Które spośród przebadanych na lekcji próbek zawierały skrobię, a które nie? Czy było to zgodne z Twoimi oczekiwaniami?
