



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



FASCYNACJE ZAKŁĘTE W NAUCE I BIZNESIE

W głąb substancji i organizmów

**materiały szkoleniowe na potrzeby
kursu dla nauczycieli – koordynatorów centrów**

Wybór i opracowanie: Piotr Januszek

Ogólnopolski program
podnoszenia poziomu kompetencji kluczowych
w zakresie nauk matematyczno – przyrodniczych
i przedsiębiorczości dla uczniów gimnazjów

www.naukaibiznes.pl

Lider projektu



Partner projektu



FASCYNACJE ZAKŁĘTE
W NAUCE I BIZNESIE





Wiedza potoczna i naukowa

Na podstawie:

<http://www.sciaga.pl/tekst/46301-47->

politologia jest wiedz naukow fragment wyk adu pytania

Czym się charakteryzuje wiedza potoczna i naukowa?

Wiedza potoczna: bezplanowa, chaotyczna, bezkrytyczna

Wiedza naukowa: zdobywana planowo, wiarygodna, kroki uzasadnione, krytyczny pogląd, intersubiektywnie sprawdzalna – jest sprawdzalna poddana kontroli, Wiedza naukowa od wiedzy potocznej różni się tym że jest uzyskiwana metodą naukową.

Jak zbudowana jest wiedza naukowa i potoczna?

Wiedza potoczna:

- × poglądy każdego są subiektywne,
- × nasze poglądy są niespójne,
- × przeciwstawna wartość logiczna,
- × zbitek poglądów,
- × poglądy wyrażamy językiem potocznym, nieprecyzyjnym, nielogicznym, terminy są wieloznaczne

Wiedza naukowa:

- × obiektywna, fakty pozytywne i negatywne,
- × logiczna struktura, spójna,
- × nie może być zdań sprzecznych,
- × nie może być luk (musi wiedzieć wszystko),
- × wyrażana językiem naukowym, różne terminologie ale poprawne sformułowania są logiczne

Czemu służy wiedza naukowa i potoczna?

wiedza potoczna – doraźna korzyść

wiedza naukowa – umiejętność wyjaśniania jakiegoś procesu, wyjaśniania dlaczego

Na podstawie artykułu:

Aleksego Awdiejewa „Wiedza potoczna a inferencja”

www.lingwistyka.uni.wroc.pl/jk/pobierz.php?JK-05/JK05-awdziejew.pdf



Wiedza naukowa

1. Stosuje jednoznacznie określone jednostki (terminy i operatory); niezależnie od kontekstu ich użycia. Tworzy język specjalistyczny, w sposób maksymalnie oczyszczony z wieloznaczności.
2. Dąży do niesprzeczności propozycji w zbiorze reprezentacyjnym.
3. Oddziela warstwę ontologiczną od aksjologicznej.
4. Ma na celu poznawanie (opis i wyjaśnianie) rzeczywistości oraz jej przemiany w skali całego społeczeństwa ludzkiego.

Wiedza potoczna

1. Stosuje jednostki wieloznaczne lub o znaczeniu rozmytym i zależnym od kontekstu użycia.
2. Korzysta z języka naturalnego.
3. Dopuszcza logiczne sprzeczności wewnątrz zbioru reprezentacyjnego.
4. Ma charakter mieszany ontologiczno-aksjologiczny.
5. Ma na celu stworzenie bazy kognitywnej niezbędnej i wystarczającej do działania w skali jednostki.

Na podstawie:

[http://www.sciaga.pl/tekst/34247-35-pedagogika og I na wyk ady](http://www.sciaga.pl/tekst/34247-35-pedagogika%20i%20na%20wyk%20ady)

Związki między wiedzą potoczną a naukową:

wiedza potoczna:

- × nieostrość i niedokładność terminów,
- × język potoczny jest wieloznaczny,
- × twierdzenia i sądy nie stanowią spójnego systemu, mogą być oparte o autorytet osobisty

wiedza naukowa:

- × rozwija nasze potoczne wyobrażenie o świecie,
- × cechuje się jednoznacznością terminów,
- × język jest ścisły,
- × twierdzenia muszą być sprawdzalne, powinny stanowić spójny system, powinny być logicznie racjonalne, powinny być źródłem nowej wiedzy,
- × wiedza naukowa nie jest dogmatyczna, teorie i systemy się zmieniają, różne teorie mogą być zastępowane przez inne, lepsze

Wybór i opracowanie: P. Januszek



PYTANIA

Struktura

W pytaniu wyróżniamy dwa człony:

- 1) partykuła pytajna (niewiadoma pytania),
- 2) osnowa pytania (datum quaestionis).

Rodzaje pytań

Wszystkie pytania dzielimy na dwie grupy:

1) niewiedztwórcze (nie na serio)

- a) żartobliwe,
- b) retoryczne - gdy pytający nie oczekuje odpowiedzi,
- c) dydaktyczne - gdy pytający jedynie sprawdza posiadaną wiedzę;

2) wiedztwórcze (na serio) - przyczyniają się do doskonalenia i przyrostu wiedzy:

a) ze względu na **cel**:

- × teoretyczne (*jak jest*),
- × praktyczne (*jak postępować, jak działać*);

b) ze względu na **budowę**:

- × rozstrzygnięcia - partykułą pytajną jest czy:
 - 1° dychotomiczne (*tak/nie*),
 - 2° wieloczłonowe;
- × dopełnienia:
 - 1° proste (*kto, co, kiedy*),
 - 2° problemowe (*podanie racji*):
 - ♦ przyczynowe (*dlaczego*),
 - ♦ teleologiczne (*po co, w jakim celu*),
 - 3° narracyjne (*jak było, w jaki sposób, jak to się stało*);

c) ze względu na **charakter odpowiedzi**:

- × zamknięte (*wymagają krótkiej odpowiedzi, np. tak/nie*);
- × otwarte (*skłaniają do udzielenia obszernej odpowiedzi, np. dlaczego coś zaszło*);



d) ze względu na **intencję pytającego i sposób zadania pytania**:

- × podchwytliwe - pytający zmierza do uzyskania odpowiedzi, w której odpowiadający zgodzi się uznać coś, co chciałby ukryć, pominąć lub do czego nie chciałby się przyznać, np. pytanie w sprawie o ustalenie ojcostwa i zasądzenie alimentów: *czy zdecydowałby się pan płacić alimenty w wysokości 1 % swoich zarobków?*
- × sugestywne - sformułowanie pytania sugeruje lub narzuca odpowiedź, np. postawienie przez egzaminatora pytania w taki sposób żeby miał pewność, że protegowany student odpowie.

Warunki dobrze postawionego pytania

- 1) pytanie musi być sformułowane **poprawnie** w danym języku tzn. gramatycznie, sensownie, precyzyjnie i jednoznacznie;
- 2) pytanie powinno być **trafne** i słuszne - w założeniach pytania nie kryje się fałsz i nie prowadzi ono do sprzeczności, np. *„czy przestał pan już znęcać się nad swoją żoną?”*;
- 3) pytanie jest **zasadne**, gdy zachodzi uzasadniona wątpliwość (racja postawienia pytania) oraz można na nie udzielić odpowiedzi;
- 4) pytanie jest **rozstrzygalne**, gdy dysponujemy efektywną metodą rozstrzygnięcia (udzielenia odpowiedzi) w zbiorze odpowiedzi właściwych i jedna z nich jest prawdziwa.

Problem - jest taki typ pytania, które jest dobrze postawione i osadzone w kontekście dotychczasowej wiedzy a odpowiedź na nie wymaga rozumowania (*problem* - z greckiego, *kwestia* - z łaciny, *zagadnienie* - po polsku; wszystkich tych trzech terminów można używać zamiennie).



Niektóre pytania domagają się uchylenia *założenia* pytania ze względu na jego fałszywość. Stawiając pytanie zakłada się, że coś miało miejsce. Owo przeświadczenie, któremu pytający daje wyraz stawiając na serio dane pytanie nazywamy *założeniem tego pytania* (może ono być zgodne lub niezgodne z rzeczywistością).

Pytanie, które opiera się na fałszywym założeniu nazywamy *pytaniem niewłaściwie postawionym*, wtedy indagowany (adresat pytania) nie powinien udzielać odpowiedzi zgodnie z oczekiwaniami pytającego (wyznaczonymi przez budowę pytania, założenie, kontekst itp.) lecz znieść fałszywe - w tym przypadku - założenie pytania.

Rodzaje odpowiedzi

1) odpowiedź właściwa/niewłaściwa:

- a) właściwa odpowiedź na dane pytanie dopełnienia - jest to każde zdanie, które powstało przez uzupełnienie osnowy pytania jakimś wyrazem należącym do zakresu niewiadomej pytania. W przypadku pytania rozstrzygnięcia polega ona na potwierdzeniu bądź zaprzeczeniu (zwana jest również ścisłą lub bezpośrednią),
- b) niewłaściwa - taka w której niewiadomą pytania zastąpiono wyrażeniem nie należącym do zakresu niewiadomej pytania;

2) odpowiedź całkowita/częściowa:

- a) całkowita - jest to taka odpowiedź na pytanie, która stanowi odpowiedź właściwą; odpowiedź taka może być całkowita wprost albo taka, która nie jest odpowiedzią właściwą, ale z której odpowiedź właściwa wynika;
- częściowa - nie kieruje nas na odpowiedź właściwą, niemniej pozwala wykluczyć pewne odpowiedzi właściwe.

Źródło:

Hajduk Z.: **Ogólna metodologia nauk**. Skrypt dla studiujących kierunki przyrodnicze oraz filozofię przyrody. Redakcja Wydawnictw KUL, Lublin 2000.



OBSERWACJA I EKSPERYMENT

(Tadeusz Kotarbiński)

Omawiając sposoby zdobywania danych doświadczenia, należy się zorientować w różnicach między postrzeganiem, obserwacją a eksperymentem. Obserwowanie jest to postrzeganie planowe. Gdy zauważyłem coś niechcący, postrzegłem tylko; gdy wypatrywałem, by zauważyć, zaobserwowałem. „Obserwacja” — to tyle, co: „obserwowanie”. Czasami jednak słowa tego używa się wymiennie ze zwrotem „sąd spostrzegawczy”. Często też używa się słowa, „obserwacja” zamiennie ze zwrotem „fakt zaobserwowany”.

„Eksperyment” w obecnej polskiej terminologii metodologicznej — to tyle, co:

**„zabieg polegający na wywołaniu czegoś w takich właśnie,
a nie innych warunkach, po to, by można było
zaobserwować, czy w tych warunkach towarzyszy temu
czemuś coś takiego a takiego”.**

Zwracało się uwagę, że ziarnka piasku, rozsypane równomiernie na płytce drgającej akustycznie, gromadziły się w punktach największego jej ruchu, że natomiast ziarnka likopodium gromadziły się przeciwnie — w miejscach najslabszego ruchu. I otóż Faradayowi przyszło na myśl zbadać, czy te nie będą się zachowywały podobnie jak tamte w środowisku wolnym od ruchu powietrza. Poddał tedy płytkę, posypaną tym proszkiem, drganiu akustycznemu pod kloszem, z którego powietrze wypompowano i okazało się, że istotnie ziarnka likopodium również zbierają się w tych warunkach w miejscach najsilniejszego drgania. Włączamy tu i takie przypadki, kiedy się wywołuje w danych warunkach cały ciąg zdarzeń i obserwuje się ciąg ich następników, oto np. - że weźmiemy przykład z techniki życia codziennego - bada eksperymentalnie urządzenie wanny ten, kto nie znając przeznaczenia poszczególnych kurków kolejno zakręca i odkręca to jeden, to drugi, obserwując, kiedy potem zaczyna wyciekać woda zimna i woda gorąca, i z którego kranu. Częstokroć jednak przez eksperyment rozumie się wszelkie wytworzenie „sztucznych” warunków obserwacji lub takie wytworzenie „sztucznych” warunków obserwacji wraz z samą odpowiednią obserwacją. Wedle tego rozumienia eksperymentem będzie, np. rozbicie łupiny orzecha w celu zobaczenia, jaki ma kształt jądro, lub nastawienie lornetki odpowiednio do odległości i siły wzroku patrzącego, w celu dokładniejszego przyjrzenia się mimice aktorów. Jednakże, według podanego na początku rozumienia, nie będą to, oczywista, eksperymenty, podobnie jak nie będzie eksperymentowaniem dokonywanie obserwacji astronomicznych, chociaż czynimy je w warunkach nader „sztucznych”. Złudne jest i chwiejne, często również spotykane, odróżnianie eksperymentu od obserwacji w ten sposób, że się przeciwstawia obserwację

podnoszenia poziomu kompetencji kluczowych
w zakresie nauk matematyczno – przyrodniczych
i przedsiębiorczości dla uczniów gimnazjów



„czynną”, czyli eksperyment, obserwacji „biernej”, czyli obserwacji po prostu. Otóż jeżeli charakter czynny eksperymentu ma polegać na wywoływaniu elementu badanej zależności, to takie rozumienie prowadziłyby do naszej definicji. Jeżeli natomiast ten charakter czynny ma być pojęty jakoś szerzej, to trudno ustalić na tej podstawie wyraźną granicę między eksperymentem a obserwacją. Wszak obserwując, zawsze jakoś skupiamy uwagę, utrzymujemy nastawienie ciała, a częstokroć wykonywamy też rozmaite czynności nad narzędziami lub nawet nad obserwowaną rzeczą, by się jej lepiej przypatrzeć.

Niektórzy tak szeroko pojmują eksperyment, iż obejmują tym terminem nawet tzw. eksperyment myślowy, kiedy to uprzytamnia się sobie tylko, co by było przy zmianie pewnych okoliczności. Oto np. Galileusz uprzytamnia sobie na niby, iż dane zwierzę nabiera coraz większych rozmiarów, zachowując kształt taki sam, i zauważa, że ciśnienie ciała na kości wzrastałoby wtedy, prowadząc wreszcie do załamania się struktury kostnej (stąd wniosek, że budowa zwierzęcia musi być różna przy różnych rozmiarach). Jasne jest, że takie biegi myśli nie są eksperymentami, w naszym rozumieniu tego słowa, gdyż nie wywołujemy tu nic naprawdę i nie obserwujemy, co potem naprawdę nastąpi, tylko snujemy domysły. Że zaś i to nazywają niektórzy eksperymentowaniem, tłumaczy się tym zapewne, iż uważają za znamienne przy eksperymentowaniu wprowadzanie zmian w czymś jednym i badanie zmian towarzyszących temu w czymś innym lub w tym samym przedmiocie pod innym względem. I tu wszak - wprowadzanie w myśli tylko - wprowadza się takie zmiany i bada, co im towarzyszy.

Robiąc eksperyment, w naszym rozumieniu, miewa się zazwyczaj jeden z dwu celów. Idzie nam często o poparcie tezy, że między A a B zachodzi taka a taka zależność (i w tym celu chcemy stwierdzić, jakie wartości czynnika B wystąpią przy danych wartościach czynnika A w określonych warunkach). Eksperyment przemawiający za taką a taką zależnością nazwiemy pozytywnym. W innych atoli przypadkach idzie nam o to, by poprzeć tezę, że takiej a takiej zależności między A a B nie ma. Do tego wystarczy otrzymać w określonych warunkach daną wartość czynnika A bez towarzystwa tej a tej właśnie wartości czynnika B . Eksperyment świadczący przeciw takiej a takiej zależności nazwiemy negatywnym. Ogrzewając sztabę metalową i obserwując jej wydłużanie się towarzyszące temu ogrzewaniu, robimy eksperyment pozytywny. Kładąc tę sztabę, z zachowaniem stałej temperatury, raz w kierunku igły magnesowej, to znowu w kierunku poprzecznym, i obserwując brak zmian w długości sztaby, robimy eksperyment negatywny. Pocierając bursztyn o sukno, zbliżając bursztyn potarty do kawałka papieru i obserwując, że papier przyskakuje do bursztynu, robimy eksperyment pozytywny. Natomiast pocierając kawałek drewna o sukno, zbliżając ten kawałek do kawałka papieru i obserwując, że papier pozostaje w spoczynku, robimy eksperyment negatywny. Do takich negatywnych eksperymentów zaliczyć wypada również próbowanie urządzeń technicznych, jak zresztą w ogóle tzw. próby możliwości tego a tego. Idzie tu bowiem zawsze o to, by wywołać w danych warunkach coś



bez czegoś innego, zwykle — bez czegoś niepożądanego, np. żarzenie się bez topienia (w żarówkach), płomień bez zapalania się gazów palnych w bliskim otoczeniu (lampka górnicza Davy'ego), mydło bez odoru itp.

Eksperyment pozytywny nigdy nie uzasadnia badanej zależności w sposób niezbity, stanowczy, ostateczny. Widać to z analizy uzasadniania indukcyjnego, w którym dane eksperymentów pozytywnych na równi z danymi zwykłych, nieeksperymentalnych obserwacji oraz danymi przypadkowych postrzeżeń służą jako pozytywne dane indukcji.

Nie idzie za tym to, jakoby wszelki rezultat pozytywnego eksperymentu był jednakowo doniosły dla uzasadnienia takiej a takiej zależności w drodze indukcji. Kanony Milla etc. usiłują właśnie wprowadzić tutaj wskazania dotyczące umiejętnego doboru nie byle jakich danych. Nazywa się je często kanonami eksperymentu. Niesłusznie, jeżeli się przez to rozumie, jakoby można było do nich się stosować wyłącznie w drodze eksperymentu, a nie np. w drodze obserwacji zwykłej. Że pianie jest związane z naturą kogucią, można uzasadnić nader mocno, czy to wedle kanonu zgodności, czy wedle kanonu różnicy, obserwując i porównując koguty piejące i przedmioty nie będące kogutami, nie piejące bez uciekania się do jakiegokolwiek eksperymentu. Jednakże słusznie nazywa się kanony Millowskie kanonami eksperymentu, jeżeli się chce przez to dać do zrozumienia, iż wybór danych eksperymentu można z pożytkiem wyznaczać wedle tych kanonów. Zauważono przy tym, że nie wszystkie schematy równie łatwo nadają się do przewodzenia eksperymentowi. Oto mianowicie, przede wszystkim, schemat jedynej różnicy bardziej się nadaje do tej roli niż schemat jedynej zgodności. Łatwiej bowiem, dobierając nową obserwację do danej, wszystkie spośród miarodajnych okoliczności zostawić po dawnemu, a jedną tylko zmienić (np. potrzebę tylko bursztyn o sukno), niż jedną tylko zostawić po dawnemu, a zmienić wszystkie inne (np. zmienić tryb życia pacjenta, miejsce jego pobytu, rozkład snu, metodę gimnastyki etc., etc., a zostawić tylko tę samą dietę pokarmową, gdy się chce zbadać, od czego zależą częste u niego bóle głowy). Ta osobliwa przydatność kanonu jedynej różnicy dla celów eksperymentu sprawiła, że widziano w nim nieraz niesłusznie kanon jedynej metody eksperymentalnej, co harmonizuje z wyznawanym często a zbyt ciasnym (wedle naszego mniemania), ujmowaniem istoty eksperymentu jako wprowadzania lub usuwania określonego wybranego czynnika.

Natomiast eksperyment negatywny rozstrzyga kwestię, obalając hipotezę upatrzonej zależności lub okazując możliwość czegoś zamierzonego bez czegoś innego, czego się pragnie uniknąć. Stąd paradoksalne powiedzenie, iż udany jest tylko eksperyment o wyniku ujemnym. Z pozoru chce się tu powiedzieć coś niesłusznego, że mianowicie tylko wtedy eksperyment się powiódł, gdy się nie powiódł: naprawdę jednak idzie o myśl słuszną, tę mianowicie, że rozstrzygające znaczenie dla postawionej kwestii może mieć tylko eksperyment negatywny.



Zamiast „eksperyment” mówi się często „doświadczenie” w zwrotach, takich jak: „robić doświadczenie chemiczne”, „mieć wykład, poparty doświadczeniami pokazowymi” itp. Słowo „doświadczenie” jest tutaj odpowiednikiem łacińskiego: *experimentum*, niemieckiego: *Versuch*. Kiedy indziej jednak gra ono rolę odpowiednika łacińskiego: *experientia*, niemieckiego: *Erfahrung*, znacząc tyle, co: „ogół tego, co doświadczone”, czyli „ogół postrzeżonych faktów”. Stąd też dwuznaczność terminu „nauka doświadczalna”: raz bowiem znaczy on tyle, co: „nauka eksperymentalna”, czyli posługująca się m.in. eksperymentem, kiedy indziej znowu tyle, co: „nauka postrzeżeniowa”, czyli odwołująca się przy uzasadnianiu swych twierdzeń m.in. do sądów spostrzegawczych. Dla uniknięcia tej dwuznaczności Twardowski proponuje zarzucić termin „nauka doświadczalna” i mówić, odpowiednio do intencji, bądź „nauka eksperymentalna”, bądź „nauka empiryczna”.

Na tych uwagach kończymy roztrząsania dotyczące metody indukcyjnej.

Źródło:

Kotarbiński T.: Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauk. PWN. Warszawa 1986.



Obserwacja i eksperyment w ujęciu Zygmunta Hajduka

Obserwacja

Jest to planowe i systematyczne postrzeganie zdarzenia lub obiektu, które jest odpowiedzią na jakieś pytanie. Postrzeganie to może mieć charakter:

- a) jakościowy (czy jest i jakie jest?),
- b) ilościowy (liczenie i pomiar przedmiotów).

Liczenie - dodawanie przedmiotów pod jakimś względem do siebie podobnych;

Pomiar - pokazanie ile razy wielkość mierzona jest większa lub mniejsza od jednostki miary. Jednostki te mogą być podstawowe lub pochodne, np. układ CGS (centymetr, gram, sekunda). Przy dokonywaniu pomiaru należy unikać błędów systematycznych (uwarunkowanych stałymi okolicznościami, np. stosowanymi przyrządami) jak i przypadkowych (pochodzących ze zmiennych, nieznanymi źródłami; tendencja do kasowania się).

Pomiary nigdy nie są całkowicie dokładne; błąd możemy zmniejszyć przez:

- a) usuwanie błędów systematycznych;
- b) doskonalenie metod i przyrządów pomiaru;
- c) wykonywanie odpowiednio licznych pomiarów;
- d) stosowanie różnych sposobów pomiaru.

Odróżnia się obserwację:

- bezpośrednią,
- pośrednią (pośrednictwo instrumentów i aparatury).

Główne cechy obserwacji to:

- obiektywność,
- precyzja.

Czasem wyrazu «obserwacja» używa się na oznaczenie sądu spostrzeżeniowego, który jest wynikiem procesu obserwacji. W tym przypadku pojęcie to rozumiane jest jako wynik czynności a nie jako czynność.

Eksperyment

Najkrócej mówiąc jest to obserwacja czynna (sprowokowana). Obserwacja następuje po czynnościach przygotowawczych. Najpierw wywołujemy zdarzenie, potem następuje przebieg i obserwacja. Inaczej mówiąc, eksperyment to dowolne wywołanie zjawiska w określonych warunkach dla dokonania obserwacji. Od obserwacji zaś różni się tym, że bada się zjawiska, na których



powstanie i przebieg się wpływa. Dlatego nie można używać zamiennie terminów obserwacja i eksperyment. W eksperymencie należy dokładnie sprecyzować pytanie, na które szuka się odpowiedzi.

Na rzecz eksperymentu przemawia możliwość uzyskania odpowiedzi na dokładnie sformułowane pytanie. Słabą zaś jego stroną jest „deformowanie” rzeczywistości poprzez ingerencję obserwatora. Dlatego wyniki mogą być mało miarodajne.

Idea eksperymentu jako kryterium rozstrzygającego pojawiła się dopiero u Galileusza i Newtona (tzw. eksperyment krzyżowy - dwie różne hipotezy mające się tak do siebie, że gdy jedna z nich zostaje potwierdzona przez eksperyment, to druga jest obalona). Teorię eksperymentu budowali m. in. J.S. Mill, W. Whewell, J. Herschel, a pełny i klasyczny wykład przedstawił Claude Bernard (pojawia się już u niego koncepcja falsyfikacji).

Eksperymentowanie wiąże się nierozłącznie z wykorzystywaniem metod statystyki matematycznej, na co zwrócono uwagę począwszy od lat 20-tych XX wieku.

Wyróżnia się następujące typy eksperymentu:

- 1) myślowy - nie dokonuje się tu żadnych manipulacji fizycznych (np. rozważa się jeden, wyizolowany elektron przebiegający przez, komorę Wilsona); ogólniej, sytuacja, która może mieć miejsce, jeśli zostanie zrealizowany proponowany scenariusz zdarzeń (nauki pozaprzyrodnicze, np. lingwistyka);
- 2) laboratoryjny (czysty, kontrolowany) – tu, w przeciwieństwie do poprzedniego, cały przebieg eksperymentu jest kontrolowany przez eksperymentatora;
- 3) naturalny - zbliżony do warunków naturalnych, bez wpływu (lub z częściowym wpływem) na zmiany okoliczności, które są możliwie najmniej modyfikowane;
- 4) przybliżony - nieco kontrolowana obserwacja;
- 5) krzyżowy (*experimentum crucis*) - eksperyment rozstrzygający; występuje w przypadku dwóch wzajemnie wykluczających się hipotez. Gdy wynik eksperymentu potwierdza jedną z hipotez, to obala drugą. Był on krytykowany w tym znaczeniu, że jest on nie do przeprowadzenia w sensie ścisłym (nie można wyizolować z kontekstu jedynie dwóch hipotez opozycyjnych).

Kroki eksperymentowania:

- a) postawienie pytania,
- b) wysunięcie odpowiedzi tymczasowej (hipotezy) i wykonanie odpowiednich czynności,
- c) otrzymane wyniki interpretuje się w świetle pytania wyjściowego i hipotezy.



Eksperyment traktowany jako środek rozstrzygnięcia między hipotezami, pełniący rolę kryterium rozstrzygnięcia między hipotezami, występuje w dziejach dość późno. Nie ma go jeszcze u F. Bacona. Idee te wydają się występować w XVII wieku (Galileusz, Newton). U Descartesa podkreśla się rozstrzygającą, rolę eksperymentu, służy do rozstrzygnięcia hipotez. Od XIX wieku eksperyment stosowany jest już w sposób świadomy.

Podaje się ponadto inne rodzaje eksperymentów:

- * odkrywczym,
- * dydaktycznym, tzw. demonstracje,
- * testującym (rozstrzygającym pozytywnie lub negatywnie).

Ze względu na etapy badania wyróżnia się eksperymenty:

- * orientacyjne (prób i błędów),
- * główne (rozstrzygające hipotezę),
- * kontrolne w stosunku do głównego.

Termin „eksperyment” może też być użyty na oznaczenie doświadczalnego poparcia jakiegoś uogólnienia (nie jest to potwierdzenie niezawodne) – eksperyment pozytywny, lub na oznaczenie obalenia jakiejś hipotezy – eksperyment negatywny.

Przy eksperymentowaniu liczy się pomysłowość, inwencja, praktyka badacza, przydatność techniczna, należy jednak przestrzegać pewnych reguł. Niektóre z nich podał już F. Bacon (tzw. tabele i schematy), w XIX wieku W. Whewell i J. Herschel, a najbardziej znane reguły podał J.S. Mill (pięć kanonów indukcji eliminacyjnej: jedynej zgodności, jedynej różnicy, zgodności i różnicy, zmian towarzyszących, reszt).

Źródło:

Hajduk Z.: **Ogólna metodologia nauk**. Skrypt dla studiujących kierunki przyrodnicze oraz filozofię przyrody. Redakcja Wydawnictw KUL, Lublin 2000.



Obserwacja i doświadczenie

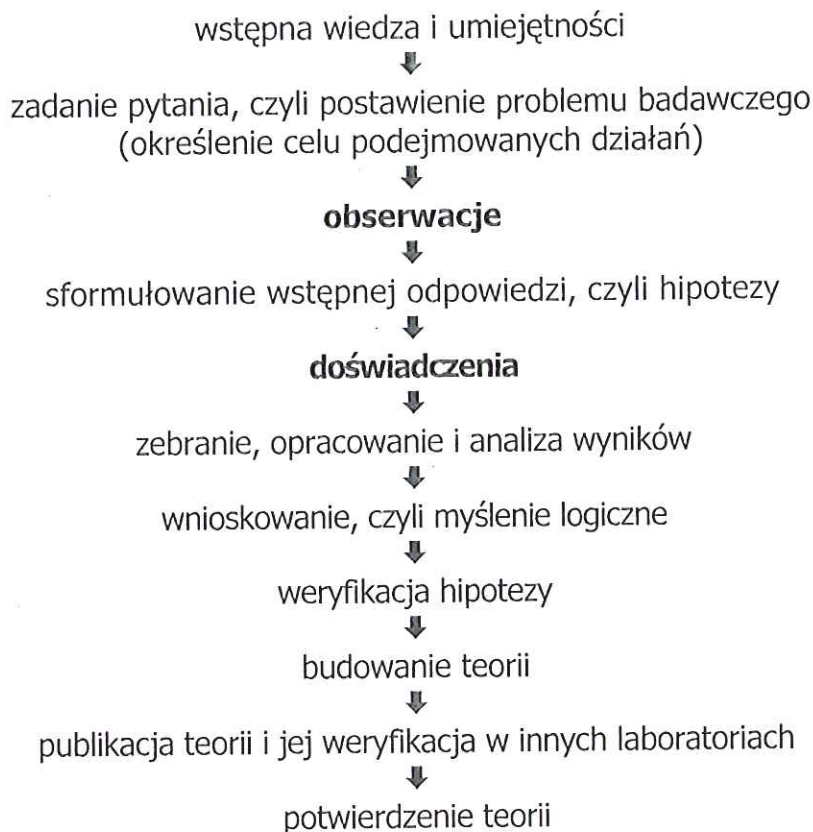
Zadając pytania i szukając na nie odpowiedzi, biolog posługuje się dwiema podstawowymi metodami pracy - obserwacją i doświadczeniem.

Obserwacja jest celowym i zaplanowanym działaniem, zmierzającym do zdobycia szczegółowych informacji o obiekcie. Biolog uzyskuje te informacje, posługując się narządami zmysłów, a także specjalistycznymi przyrządami, np. mikroskopem, binokulem czy lornetką. Organizmy obserwuje się z reguły w ich naturalnym środowisku, nie ingerując w ich zachowanie. Obserwacja powinna dotyczyć określonego obiektu i mieć sprecyzowane cel, czas (częstotliwość), miejsce oraz sposób dokumentacji (dokumentacja fotograficzna, filmowa, opisowa, dźwiękowa itp.).

Doświadczenie (eksperyment) to celowa, świadoma zmiana jednego z czynników mających wpływ na właściwości badanego obiektu. Z reguły doświadczenie przeprowadzane jest w warunkach sztucznych, laboratoryjnych, kontrolowanych i możliwych do wielokrotnego odtworzenia. Częścią doświadczenia jest obserwacja.

Zarówno w doświadczeniu, jak i w obserwacji należy określić cel, czyli problem badawczy. Jest to najczęściej pytanie, na które biolog - obserwując lub przeprowadzając doświadczenie - chce uzyskać odpowiedź.

Hipoteza to wstępna, przypuszczalna odpowiedź na pytanie zawarte w problemie badawczym, która jest weryfikowana (to znaczy przyjęta lub odrzucona) metodą obserwacji lub doświadczenia. Poniżej przedstawiono schemat postępowania, realizowany w metodzie empirycznej.



Poprawnie przeprowadzane doświadczenie wymaga udziału w nim dwóch grup badanego obiektu - **próby doświadczalnej** i **próby kontrolnej**. Obiekty w próbie doświadczalnej są poddawane zmianie określonego czynnika, czyli podlegają doświadczeniu. Obiekty w próbie kontrolnej traktowane są identycznie jak te w próbie doświadczalnej, z wyjątkiem zmian badanego czynnika. Próba kontrolna eliminuje wpływ innych czynników niż badany na wynik doświadczenia. Zwiększa zatem wiarygodność wyników.

Źródło: Pyłka-Gutowska E., Jastrzębska E., Poziomek U.: Biologia. Zakres rozszerzony. Część 1. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum. MAC EDUKACJA Kielce 2007.



Problemy a hipotezy

Problem badawczy to pytanie o naturę badanego zjawiska, o istotę związków między zdarzeniami lub istotami i cechami procesów, cechami zjawiska, to mówiąc inaczej uświadomienie sobie trudności z wyjaśnieniem i zrozumieniem określonego fragmentu rzeczywistości, to mówiąc jeszcze inaczej deklaracja o naszej niewiedzy zawarta w gramatycznej formie pytania.

J. Sztumski biorąc za kryterium przedmiot, zakres i rolę, jaką pełnią problemy, wyróżnia problemy:

- × teoretyczne i praktyczne,
- × ogólne i szczegółowe,
- × podstawowe i cząstkowe.

Istnieje wiele innych klasyfikacji problemów badawczych. Użyteczność jednak tych klasyfikacji jest wątpliwa. Klasyfikacja J. Sztumskiego ma ten walor, że uświadamia badaczowi potrzebę ogarnięcia pytaniem badawczym całości zagadnień określonych tematem pracy, zawarcia w tym pytaniu generalnego celu badań oraz rozczłonkowanie owego głównego pytania badawczego na maksymalną liczbę pytań szczegółowych, które wyczerpią zakres pytania głównego i nie będą się krzyżować treścią i zakresem znaczeń.

Formułowanie problemów badawczych

Jest to z pozoru prosty zabieg werbalny, polegający na precyzyjnym rozbiciu tematu na pytania, problemy. Zabieg ten musi jednak spełniać kilka warunków, jeśli chcemy, aby był prawidłowy.

1. Otóż sformułowane problemy muszą wyczerpywać zakres naszej niewiedzy, zawarty w temacie badań. Tak więc problemy w sposób znacznie bardziej precyzyjny określają zakres naszych wątpliwości, tym samym określają teren badawczych poszukiwań.
2. Drugim warunkiem poprawności sformułowanych przez nas problemów, jest konieczność zawarcia w nich wszystkich generalnych zależności między zmiennymi. Dzięki temu dość ściśle będziemy mieć wyznaczony zakres badanych zjawisk.

Na marginesie tego postulatu należy przypomnieć trafne propozycje H. Muszyńskiego wedle którego problemy dotyczą dwu kategorii faktów:

- a) własności „przedmiotów”,
- b) relacji łączących zmienne.



Pierwsze wywodzą się z pytań rozstrzygnięć, a odpowiedzi na nie jest definitywne i jednoznaczne „tak”, „nie”, „jest tak i tak” itp. Drugie wywodzą się z pytań dopełnień i odpowiedzi na nie są złożone, wielowarstwowe, uwarunkowane. Np. ad 1) „Jakie są przyczyny niepowodzeń szkolnych”, ad 2) „Jaki jest wpływ dezorganizacji rodziny na aspiracje oświatowe młodzieży”.

3. Trzecim warunkiem poprawności problemu badawczego jest jego rozstrzygalność empiryczna oraz wartość praktyczna. W fazie koncepcji nie można niestety zdobyć całkowitej pewności, czy problem posiada te dwa istotne walory. Musimy zaufać naszej wiedzy i intuicji badawczej.

Problem badawczy, czy raczej zespół problemów badawczych wyznacza dalszy proces myślowy w fazie koncepcji. Stanowią podstawę tworzenia hipotez, bo często zabieg budowania hipotez polega na zmianie gramatycznej formy problemu, ze zdania pytającego na twierdzące lub przeczące.

Formułowanie problemów badawczych jest więc ze wszech miar ważnym zabiegiem, wymagającym poważnego namysłu i pewnego zasobu wiedzy. Bo choć problemy badawcze określają zakres naszej niewiedzy, to aby wykonać to trafnie, trzeba sporo wiedzieć o przedmiocie naszych badań. Najlepszym źródłem takiej wiedzy jest literatura przedmiotu.

Rozstrzygnięcie problemu badawczego może mieć dwojakie Konsekwencje. Po pierwsze może przynieść określone korzyści praktyczne, po wtóre może doprowadzić do ważnych ustaleń naukowo-poznawczych. Oczywiście skutki te nie wykluczają się wzajemnie.

Formułowanie hipotez

„Hipotezą nazywa się wszelkie twierdzenia częściowo tylko uzasadnione, przeto także wszelki domysł, za pomocą którego tłumaczymy dane faktyczne, a więc też i domysł w postaci uogólnienia, osiągniętego na podstawie danych wyjściowych” (T. Kotarbiński 1960).

Hipoteza w dalszym toku postępowania badawczego może być udowodniona przez zebranie danych popierających wysuwaną zależność lub obalona przez brak takich danych czy uzyskanie danych świadczących o fałszywości przypuszczenia. Powinna być na tyle precyzyjna, aby ściśle ograniczyć zasięg swego znaczenia. Hipoteza wreszcie powinna być zbudowana na podstawie uznanej wiedzy naukowej.

Kartezjusz apeluje do nas, aby: „nie przyjmować żadnych sądów prócz tych, których prawdziwość jest tak oczywista i wyraźna, że nie można w nie wątpić”.

Ten apel wielkiego filozofa, odnosi się jednak do finału poznania, do prawd już ogłoszonych. Nie dotyczy zaś poszukiwania wiedzy i śmiałości w podejmowaniu tematów. Tę śmiałość sankcjonuje wielki Einstein pięknym aforyzmem: „nie dokonuje odkryć, kto nie bada niemożliwości”. Wydaje się, że szczypta niemożliwości w hipotezach jest zawsze bardzo pożądana.

Hipotezy buduje się wierząc, że w naturze panuje pewien ład, w przekonaniu o uniwersalności związku przyczynowo-skutkowego. Zbudowanie hipotez jest

podnoszenia poziomu kompetencji kluczowych
w zakresie nauk matematyczno – przyrodniczych
i przedsiębiorczości dla uczniów gimnazjów





zabiegiem polegającym na zbudowaniu domniemanej teorii dotyczącej natury zjawiska, powiązań między jego elementem, jego wielkością i proporcją itp. Posługiwać się możemy dwoma rodzajami hipotez w zależności od stopnia ich ogólności.

1. Hipotezy proste - wyprowadzane z uogólnienia prostych obserwacji. Np. wysoka absencja na lekcjach jest przyczyną słabych wyników w nauce.
2. Hipotezy złożone - zakładające istnienie powiązań między zdarzeniami lub nawet skomplikowanych łańcuchów przyczyn i skutków. Np. wysokie aspiracje edukacyjne w środowisku młodzieży są owocem warunków kulturowych rodziny, oddziaływania środowiska szkolnego, oddziaływanie innych czynników środowiska społecznego.

W posługiwaniu się hipotezami obowiązuje ostrożność. Nie wolno nam faktów dobierać lub odrzucać w zależności od ich „przylegania” do prawdopodobieństw zawartych w hipotezach. Innymi słowy hipoteza może kierować poznaniem, ale nie może go zastąpić lub zniekształcać. Od hipotez także zależy, jak będą wyglądały nasze techniki badawcze i główne kierunki badań. Stanowią one równocześnie wyzwanie badawcze. Ich znaczenie, często nie doceniane, jest jednak bardzo istotne.

Źródło:

Bauman T., Pilch T.: Zasady badań pedagogicznych. Strategie ilościowe i jakościowe. Wydawnictwo Akademickie „Żak”, Warszawa 2001.



Warunki prawidłowej organizacji obserwacji i doświadczeń

Obserwacje oraz doświadczenia biologiczne powinny być prowadzone **świadomie, planowo i systematycznie**. Przypadkowe, niezamierzone spostrzeżenia wyjątkowo tylko pomagają pogłębić rozumienie skomplikowanych zjawisk przyrodniczych. Potrzebne przygotowanie uczniów osiąga podczas nauki przedmiotów matematyczno-przyrodniczych oraz w drodze samodzielnej pracy związanej z odpowiadającą danemu kierunkowi lekturą.

Oprócz wspomnianego **podkładu teoretycznego** potrzebne jest też **przygotowanie praktyczne** polegające na zaznajomieniu się z aparaturą i sprzętem, jak np. ze szkłem laboratoryjnym, z właściwościami odczynników, z konstrukcją i zasadami działania przyrządów i prostej aparatury laboratoryjnej, a także z techniką prowadzenia prac laboratoryjnych. Należy opanować umiejętność konstruowania zestawów do doświadczeń biologicznych, samodzielnego wykorzystywania instrukcji do ćwiczeń, czy też wykonywania ich dokumentacji.

Wstępne ćwiczenia służące poznaniu konstrukcji i zasad działania przyrządów laboratoryjnych oraz nabywaniu umiejętności posługiwania się nimi chronią nas przed wieloma trudnościami, pozwalają koncentrować uwagę na badanym zjawisku.

Prawie każda dziedzina nauk biologicznych wymaga specyficznych metod badawczych, stąd konieczność nabycia szeregu odpowiadających im umiejętności.

Ważną rolę odgrywa prawidłowe **planowanie** obserwacji i doświadczeń, jak też dokładne **precyzowanie celu** zamierzonych badań. Doświadczenia przeprowadzane przez uczniów mogą służyć rozwiązywaniu określonego zagadnienia przez nich samych wysuniętego, poznawaniu budowy lub funkcji organizmów, a także zjawisk występujących w przyrodzie, współzależności, prawidłowości i ogólnych praw. Często stanowiąc będą ilustrację wiadomości zdobywanych w gotowej postaci. Zawsze jednak uczyć stosowania metod pracy laboratoryjnej wiodących do poznawania metod przyrodniczych badań naukowych.

Do przeprowadzenia zaplanowanych obserwacji niezbędne jest **przygotowanie** odczynników biologicznych, szkła laboratoryjnego, przyrządów i innych koniecznych pomocy, jak też **sprawdzenie** ich działania.

Zaznajomienie się z przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy (bhp) oraz stałe ich przestrzeganie w toku działania zabezpiecza w dużej mierze przed nieszczęśliwymi wypadkami.

Doświadczenia mogące z różnych przyczyn grozić zdrowiu powinny być wykonywane tylko z wiedzą i pod bezpośrednim nadzorem nauczyciela biologii. Przestrzegamy przed lekceważeniem nawet drobnych skaleczeń, zwłaszcza wtedy gdy istnieje niebezpieczeństwo zanieczyszczenia ich glebą czy wydaliniami zwierząt.



Obserwacje należy prowadzić **systematycznie** i **dokładnie**, uwagę zwracać na wszystkie szczegóły, chociaż pozornie wydają się mało istotne. Często od ich uwzględnienia zależy uzyskanie właściwych wyników.

Podstawowym warunkiem naukowej poprawności doświadczeń biologicznych jest stale odnoszenie się we wszystkich eksperymentach do **zestawów kontrolnych**. Pozwalają one ustalać odchylenia wynikię ze zmiany jednego z czynników, np. temperatury, naświetlenia, zawartości tlenu lub dwutlenku węgla.

Jednorazowe spostrzeżenia nie mogą na ogół stanowić podstawy do uogólnień i wniosków. Do ich formułowania upoważnia nas dopiero zestawienie i porównanie wyników **wielokrotnych** obserwacji dokonywanych w tych samych warunkach. Przedwczesne uogólnianie prowadzi często do fałszywych wniosków, stanowi przyczynę błędów i w efekcie niepowodzeń w nauce.

Wiele obserwacji i doświadczeń biologicznych można przeprowadzać tylko w określonych porach roku. Fakt ten należy brać pod uwagę w ich planowaniu.

Prowadzenie długoterminowych obserwacji i doświadczeń biologicznych wiąże się z koniecznością wcześniejszego (często nawet na parę tygodni przed rozpoczęciem badań) wykonywania szeregu **czynności przygotowawczych**, takich jak: założenie hodowli, prowadzenie ich w warunkach odpowiadających założeniom badań, wykonanie zestawów przyrządów i nastawienie doświadczenia.

Długoterminowe obserwacje, zależnie od przyjętych założeń, powinny być prowadzone możliwie w tych samych godzinach w ciągu całego okresu trwania badanego procesu, a więc, np. w ciągu cyklu rozwojowego wybranego zwierzęcia, bądź w ciągu pełnego okresu wegetacji. Pośpiech i sztuczne przyspieszanie ich przebiegu może całkowicie przekreślić wartość i wiarygodność wyników.

Do badań laboratoryjnych należy wybierać zdrowe i silne okazy roślin lub zwierząt, gdyż wszelkie uszkodzenia, choroby czy odchylenia rozwojowe mogą wywierać silny, a przy tym ujemny wpływ na przebieg badanych procesów życiowych.

Prowadzeniu badań biologicznych powinna towarzyszyć systematycznie i dokładnie prowadzona ich **dokumentacja**, obejmująca założenia obserwacji i eksperymentów, dane o ich przebiegu i o wynikach. Technika dokonywania i forma zapisu wiążą się, ściśle ze specyficznymi stosowanymi w danej gałęzi nauk biologicznych metodami badawczymi. Należy więc zawczasu, przed rozpoczęciem obserwacji, ustalić **formę** i **technikę** prowadzenia dokumentacji, uwzględniając przy tym zarówno możliwość zapisu techniką audio, wideo lub rejestracji zachodzących zjawisk za pomocą fotografii, jak i możliwości skonstruowania prostych urządzeń do automatycznej rejestracji wahań temperatury, wilgotności, zmian długości czy objętości.

Duże znaczenie ma nadal zapis graficzny w postaci rysunku biologicznego, czy też w postaci zwięzłej **notatki**. Powinny one powstawać równocześnie z dokonywaniem



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



określonych obserwacji lub też bezpośrednio po ich przeprowadzeniu. Wykonywanie ich po upływie pewnego czasu prowadzi często do zniekształceń i błędów, wskutek czego nie stanowią one wtedy wiarygodnej informacji o obserwowanym zjawisku.

Źródło:

Stawiński W. (red.): **Jak samodzielnie poznawać przyrodę?** Zadania i wskazówki. WSiP, Warszawa 1975.

Ogólnopolski program
podnoszenia poziomu kompetencji kluczowych
w zakresie nauk matematyczno – przyrodniczych
i przedsiębiorczości dla uczniów gimnazjów

www.naukaibiznes.pl

Lider projektu



Partner projektu





„Nie ma nauki, bez wyraźnie postawionego pytania”

G. Bechelarde

TOK POSTĘPOWANIA W BADANIACH PRZYRODNICZYCH

opracowanie przygotowane na potrzeby warsztatów dla koordynatorów centrów programu „Fascynacje zaklęte w nauce i biznesie”

Wszelkie badania naukowe zaczynają się od uświadomienia sobie problemu, który będzie potem przez badacza dokładnie analizowany. Powinien on następnie sprawdzić, czy problem ten nie został już podjęty przez innych. Może się, bowiem okazać, że podobne badania (albo takie same) zostały już przeprowadzone. Trzeba, więc, przeszukać dostępne zasoby – książki, czasopisma, internet pod kątem wybranej przez badacza problematyki.

W naszej sytuacji będzie nieco inaczej. Jasne jest przecież, że nie każdy uczeń jest pasjonatem biologii i chce sam podejmować wyzwania badawcze. Każdy jednak powinien, choćby raz, przeprowadzić badanie – obserwację lub eksperyment – by zrozumieć mechanizm i strukturę badań, które są bardzo podobne we wszystkich naukach. A zatem można najpierw poszukać pomysłu na badanie, a dopiero potem przystąpić do właściwej procedury.

Ze spraw ogólnych, wartych zasygnalizowania, zwrócę uwagę na trzy elementy:

- 1) dokumentację;
- 2) język opisu;
- 3) staranność pracy.

Na dokumentację badań przyrodniczych składają się, przede wszystkim, opisy. Należy jednak wziąć pod uwagę także inne środki zapisu informacji, np. fotografie, filmy, rysunki czy nagrania dźwiękowe, które pozwalają lepiej przedstawić przebieg badania lub jego wyniki. Ważne jest, aby dokumentację prowadzić systematycznie, od samego początku do zakończenia badań, a także bardzo skrupulatnie. Być może w końcowym etapie pracy nie wszystko będzie potrzebne ale przynajmniej będzie wybór. Przy dokumentacji szczątkowej podsumowanie badań może być trudne.



Język opisu, zarówno planu badań, jego przebiegu, jak i spostrzeżeń oraz wniosków powinien być zwięzły i logicznie spójny. Oczywiście powinien to być język naukowy, a nie potoczny. Trzeba, zatem, sprawdzać znaczenie używanych terminów, by uniknąć wieloznaczności. Częstym błędem jest, np. pisanie „kwiaty”, gdy chodzi o *rośliny doniczkowe* lub *ozdobne* podobnie, jak „ziemia”, gdy idzie o *glebę*. Innym przykładem może być sformułowanie „organizmy żywe”, choć wystarczy termin *organizmy*, niekiedy zdarzają się nadużycia w stosowaniu terminu *ekologia*, którym często określa się zagadnienia z zakresu ochrony środowiska, a nawet ochrony przyrody.

W opisywaniu badań powinno unikać się zdrobnień, np. zamiast pisać „małe drzewko” powinno się napisać *młode drzewo*, zamiast „spodeczek”, po prostu *spodek*.

Staranność pracy nie wymaga większych wyjaśnień – o tym trzeba zawsze pamiętać.



PORADNIK PRAKTYCZNY

W przypadku naszych, szkolnych badań dopuszcza się pewne odstępstwo od zalecanego toku postępowania badawczego, czyli rozpoczęcie pracy od wyboru propozycji obserwacji lub doświadczenia. Podstawowym źródłem pomysłów na własne badania jest podręcznik. Warto jednak przejrzeć zasoby internetu oraz inne książki, dostępne w bibliotekach szkolnych, publicznych lub uczelnianych.

Po dokonaniu wyboru przykładu obserwacji lub eksperymentu należy postępować według poniższego toku, zachowując przedstawioną kolejność.

1. Sformułowanie problemu badawczego

Na początek najlepiej jest wybrać takie badanie, które podejmuje najprostsze problemy. Problem badawczy powinien mieć formę pytania, którego sformułowanie wymaga solidnego namysłu. Od trafnego ujęcia problemu badawczego zależą następne elementy badań.

Dobrze jest problem badawczy przedstawić w formie pytania zaczynającego się od: „czy...” ewentualnie: „jak...” Oto przykłady:

- × Czy natężenie światła ma wpływ na szybkość wzrostu roślin?
- × Czy ślina człowieka trawi skrobię?
- × Jak zasolenie gleby wpływa na rośliny?
- × Jak temperatura otoczenia wpływa na szybkość kiełkowania nasion wybranych roślin uprawnych?

2. Sformułowanie hipotezy

Po sformułowaniu problemu badawczego należy udzielić takiej odpowiedzi na postawione pytanie, aby była ona przypuszczalnym wynikiem badania. Postępujemy tu intuicyjnie, na podstawie posiadanej wiedzy. Hipoteza ma postać zdania orzekającego. Nie trzeba się też martwić o to, czy będzie ona trafna, ponieważ dopiero wyniki badań mogą to rozstrzygnąć. Prowadzonymi badaniami ustalamy, czy przyjęta hipoteza była prawdziwa, czy fałszywa. Z punktu widzenia poznawania przyrody obie sytuacje są równoważne.

Tak więc, do każdego problemu badawczego można przypisać dwie hipotezy. Oto przykłady:

- a) Czy natężenie światła ma wpływ na szybkość wzrostu roślin?



- × Wraz ze wzrostem natężenia światła rośnie szybkość wzrostu roślin,
 - × Natężenie światła nie ma wpływu na szybkość wzrostu roślin.
- b) Jak zasolenie gleby wpływa na rośliny?
- × Wzrost zasolenia gleby powoduje osłabienie, a nawet obumieranie roślin.
 - × Poziom zasolenia gleby nie ma wpływu na wegetację roślin.

3. Wybór metody badań

Wybór metody badań może sprawić badaczowi pewien problem. Zdarza się, bowiem, że prowadząc badanie posługujemy się kilkoma metodami równocześnie albo możemy je przeprowadzić dwoma sposobami niezależnie od siebie. W tym przypadku znowu decyzja należy do badającego, który odwołuje się do praktyki, intuicji badawczej oraz posiadanej wiedzy. A oto możliwości zastosowania metod do omawianych przykładów:

- × Badanie wpływu natężenia światła na szybkość wzrostu roślin powinno się raczej przeprowadzić, jako eksperyment, ponieważ zapewni on porównywalność warunków, a także pozwoli na szybkie osiągnięcie wyników końcowych. Oczywiście, można też prowadzić naturalne obserwacje roślin w miejscach o różnym stopniu nasłonecznienia ale wiarygodność wyników będzie mniejsza z uwagi na występowanie trudnych do przewidzenia czynników mogących mieć także wpływ na szybkość wzrostu roślin.
- × Badanie wpływu zasolenia gleby można prowadzić metodą obserwacji (obserwacje roślin przy drogach posypywanych zimą mieszankami solnymi lub na zasolonym obszarze, np. składowisku odpadów zawierających sól). Ten sam problem badawczy można zbadać za pomocą eksperymentu przeprowadzonego w warunkach laboratoryjnych.

4. Zaplanowanie przebiegu badań

Na ten etap badań składają się następujące elementy:

1) sporządzenie dokładnego wykazu materiałów potrzebnych do badań, np.

- × opis poddawanych badaniom obiektów (ilość, gatunki, stadium rozwoju),

- × lista wyposażenia laboratoryjnego (probówki, palniki, kolby miarowe),

Ogólnopolski program podnoszenia poziomu kompetencji kluczowych w zakresie nauk matematyczno – przyrodniczych i przedsiębiorczości dla uczniów gimnazjów

Lider projektu

Partner projektu





- × lista urządzeń i sprzętu technicznego (mikroskop, lampy z odpowiednimi żarówkami, nożyce),
- × spis odczynników (rodzaje roztworów, ich stężenie i ilość, nazwy i ilości poszczególnych substancji);

2) sporządzenie opisu niezbędnych czynności badawczych z uwzględnieniem

- × kolejności ich podejmowania,
- × czasu ich trwania,
- × warunków bezpieczeństwa.

Plan badań może mieć formę opisu (tekst ciągły, tabela), ilustracji (rysunek, schemat) lub łączyć różne środki wyrazu. Ważnymi cechami planu są: zwięzłość, czytelność

i dokładność. Powinien to być taki dokument, że na jego podstawie, każda inna, postronna osoba bez trudu przeprowadzi badanie w sposób właściwy. Oto przykład tekstowo-graficznego planu badań:

107 WPŁYW ZASOLENIA GLEBY NA POBIERANIE WODY PRZEZ KRZEWY LIŚCIASTE

MATERIAŁ:
4 dobrze ulistnione pędy np. bzu lilaka, leszczyny lub forsycji o dł. ok. 10 cm i tej samej liczbie liści.

PRZYRZĄDY:
4 cylindry (250 cm³),
1 menzurka (250 cm³),
linijka, pisak.

ODCZYNNIKI:
roztwór NaCl (1.1 – 1.0%,
1.2 – 5.0%, 1.3 – 10.0%),
1.4 H₂O, oliwa.

TERMIN:
lato.
Czas przygotowania:
30 min.
Czas wykonania:
15 min. i 3 dni.

1 WYKONANIE

po 250 cm³ roztworu NaCl

1.1 1%
1.2 5%
1.3 10%
1.4 H₂O

oliwa

codziennie mierzyć i zaznaczać poziom cieczy

1.1
1.2
1.3
1.4

2 OBSERWACJA

3 WYNIK OBSERWACJI

Próba nr	Poziom cieczy dnia			Wygląd roślin po upływie dni		
	1	2	3	1	2	3
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						

4 WNIOSEK

5 ZADANIA KONTROLNE

- Wyjaśnij, dlaczego giną drzewa przydrożne obok dróg posypanych w zimie solą.
- Jak oceniasz rezygnację w wielu miastach Europy z posypywania ulic i chodników solą?

Źródło: Müller J., Stawiński W.: Obserwacje i doświadczenia w nauczaniu biologii. Ekologia i ochrona środowiska. WSiP, Warszawa 1993.



5. Przeprowadzenie badań

Jeżeli przebieg badania został dobrze zaplanowany to wystarczy wszystko dokładnie przygotować i wykonać. Na tym etapie istotną rolę odgrywa **rzetelność** podejścia do wykonywanej pracy, a także solidność w prowadzeniu **dokumentacji**.

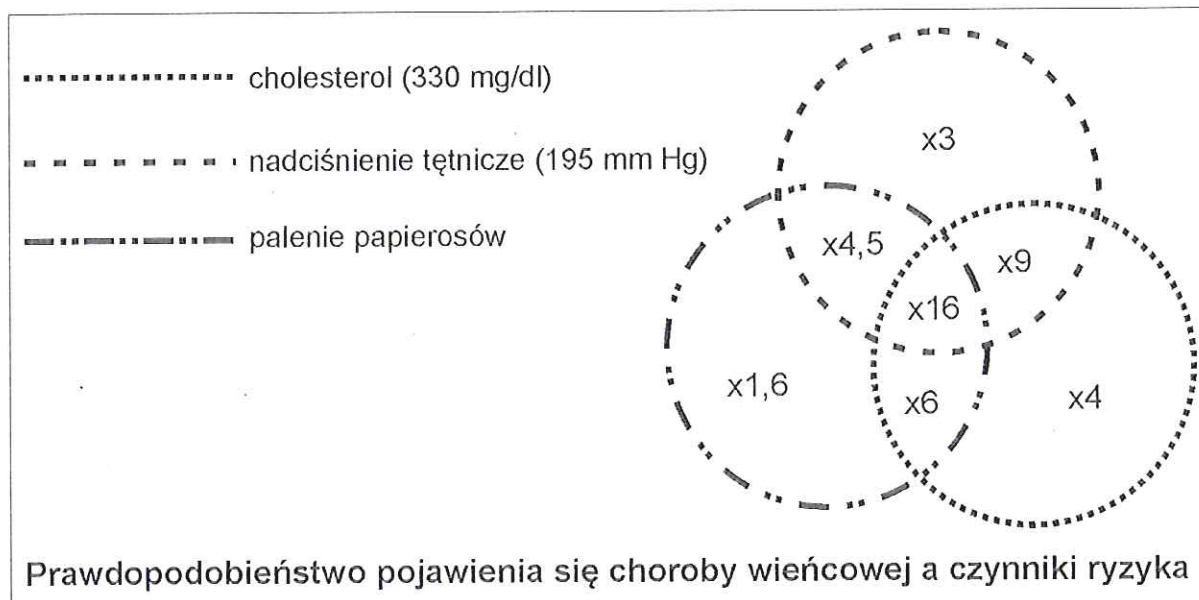
6. Sformułowanie spostrzeżeń

Spostrzeżenia to inaczej wyniki badań odnotowane w dokumentacji. W zależności od rodzaju badań, a więc także ich efektów końcowych wybieramy formę zapisu, np. opis, liczbowe zestawienie tabelaryczne, fotografie, rysunki. Należy zadbać o to, by spostrzeżenia były udokumentowane **zwięźle i czytelnie**.

W dokumentacji badawczej należy przedstawić **wszystkie** spostrzeżenia. Wyniki obserwacji lub eksperymentów mogą być **jakościowe** i **ilościowe**. Rezultaty jakościowe należy opisać jak najkrócej, dbając o odpowiedni dobór stosowanej terminologii. Do spostrzeżeń jakościowych można zaliczyć opisy barw, wyglądu, zapachu, faktury powierzchni, zachowania, rodzaj substancji itd. Wyniki ilościowe opisujemy za pomocą liczb. Dane takie uzyskujemy dzięki pomiarom lub obliczeniom. Do grupy rezultatów ilościowych zaliczamy, np. masę, rozmiary (długość, szerokość, wysokość), ilość, powierzchnię, objętość (pojemność), prędkość, czas.



Poniższy diagram przedstawia wyniki badania wpływu wybranych czynników na wzrost ryzyka zachorowania na chorobę wieńcową.



Spostrzeżenia zostały zapisane w formie graficznej ale można je przedstawić w formie opisu, np.:

- × palenie papierosów zwiększa prawdopodobieństwo zachorowania na chorobę wieńcową o 1,6 razy,
- × palenie papierosów, współwystępujące z nadciśnieniem tętniczym, zwiększa prawdopodobieństwo zachorowania na chorobę wieńcową o 4,5 razy,
- × palenie papierosów, współwystępujące z nadciśnieniem tętniczym oraz podwyższonym poziomem cholesterolu we krwi, zwiększa prawdopodobieństwo zachorowania na chorobę wieńcową o 16 razy itd.

7. Analiza wyników i wyciągnięcie wniosków

Pierwszym zadaniem, jakie trzeba wykonać w tej fazie badań, jest przeanalizowanie wyników badań pod kątem postawionej hipotezy. Analiza wyników powinna doprowadzić do jej potwierdzenia lub odrzucenia, czyli **weryfikacji**. W tym momencie można uznać, że problem badawczy został rozwiązany. Wnioskowanie, na podstawie otrzymanych rezultatów, nie musi jednak na tym się zakończyć. Na podstawie analizy wyników badania i weryfikacji hipotezy można postawić sobie pytanie:

co z tego wynika?



W toku myślenia logicznego¹, a w szczególności **dedukcji** i **indukcji** możemy wyciągać kolejne wnioski, np. w przypadku przedstawionego wyżej diagramu, wnioski mogą być następujące:

- × niepalenie tytoniu, utrzymywanie właściwego poziomu cholesterolu we krwi i leczenie nadciśnienia tętniczego znacznie obniżają ryzyko wystąpienia choroby wieńcowej

lub

- × uwzględnienie w profilaktyce choroby wieńcowej niepalenia tytoniu oraz dbałość o utrzymanie odpowiedniego poziomu cholesterolu we krwi i ciśnienia tętniczego należy do najistotniejszych warunków zachowania zdrowia.

Rezultaty badań mogą nas także doprowadzić do sformułowania następujących **pytań** – nowych **problemów badawczych**, które warto podjąć dla upewnienia się, czy dany problem udało się na rozwiązać wystarczająco pewnie.

8. Prezentacja wyników badań

O ile w spostrzeżeniach odnotowujemy wszystkie wyniki badań to do prezentacji przygotowujemy tylko te, które miały istotne znaczenie w potwierdzeniu lub obaleniu postawionej na wstępie hipotezy. Wyniki badań można zaprezentować w różny sposób, np. jako:

- × tabelaryczne zestawienia danych,
- × opisy,
- × wykresy, diagramy i schematy,
- × rysunki, fotografie, animacje i filmy.

Formy prezentacji dorobku naukowego także mogą być zróżnicowane, np.

- × artykuł zamieszczony w czasopiśmie lub na witrynie naukowej (popularnonaukowej) lub szkolnej,
- × odrębne, pisemne opracowanie naukowe,
- × poster, wystawa, gazetka,
- × prezentacja multimedialna,
- × film lub audycja radiowa.
- ×

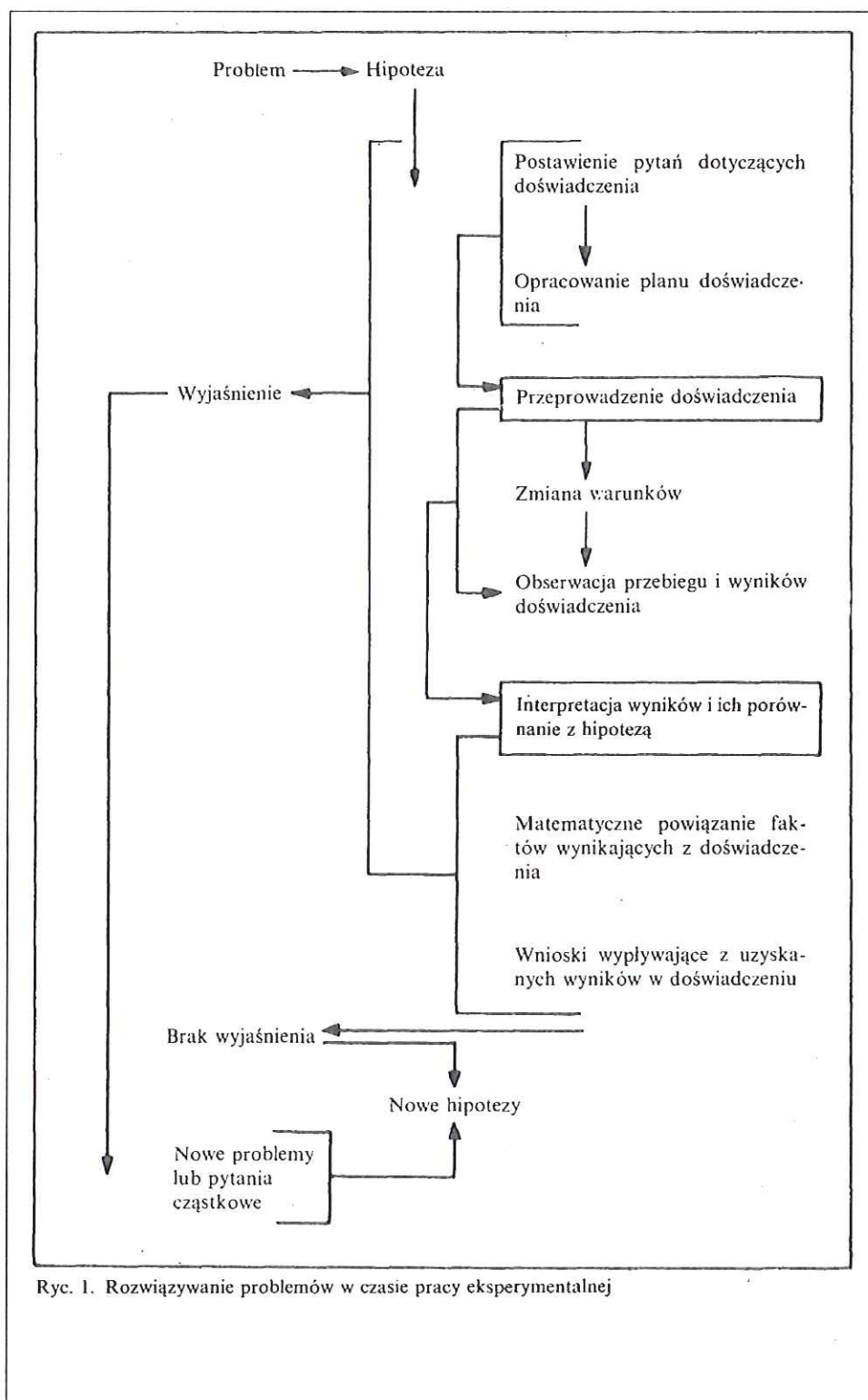
9. Przykłady przydatnych czasopism naukowych i popularnonaukowych

- „Wiedza i Życie”
- „Świat Nauki”
- „Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych”
- „Wszechświat”

¹ Pyłka-Gutowska E., Jastrzębska E., Poziomek U.: **Biologia. Zakres rozszerzony. Część 1. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum.** MAC Edukacja, Kielce 2007, a także Hajduk Z.: **Ogólna metodologia nauk. Skrypt dla studiujących kierunki przyrodnicze oraz filozofie przyrody.** Wydawnictwo Olszanica, Lublin 2000.



„Aura. Ochrona Środowiska”
„Postępy Biochemii”
„Postępy Biologii Komórki”
„Postępy Mikrobiologii”
„Przegląd Zoologiczny”
„Wiadomości Ekologiczne”
„Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne”
„Magazyn Medyczny”
„Żywnienie Człowieka i Metabolizm”



Ryc. 1. Rozwiązywanie problemów w czasie pracy eksperymentalnej