

Podstawy metodologii IBSE

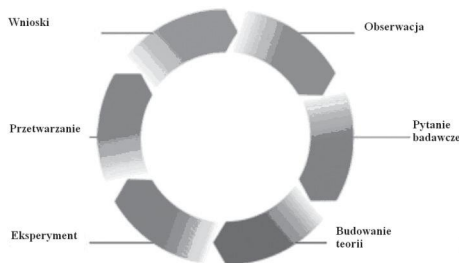
Paweł Bernard, Anna Białas, Paweł Broś, Ton Ellermeijer, Ewa Kędzierska, Małgorzata Krzeczowska, Iwona Maciejowska, Ewa Odrowąż, Elżbieta Szostak

Konsorcjum ESTABLISH¹

IBSE - Inquiry Based Science Education można przetłumaczyć jako nauczanie przedmiotów przyrodniczych przez dociekanie naukowe lub przez odkrywanie. W odróżnieniu od podawczego sposobu przekazywania wiedzy naukowej, faktów, definicji i pojęć, IBSE opiera się o kształtowanie postaw i kompetencji badawczych oraz wspieranie samodzielności uczniów. Definicja IBSE [1], mówi: „Dociekanie naukowe to intencjonalny proces polegający na diagnozowaniu problemów, dokonywaniu krytycznej analizy eksperymentów i znajdowaniu alternatywnych rozwiązań, planowaniu badań, sprawdzaniu hipotez, poszukiwaniu informacji, konstruowaniu modeli, dyskusji z kolegami oraz formułowaniu spójnych argumentów”.

W polskiej klasyfikacji metod kształcenia opartej na koncepcji wielostronnego nauczania-uczenia się Wincentego Okonia „**uczenie się przez odkrywanie**” funkcjonuje, jako synonim grupy metod samodzielnego dochodzenia do wiedzy [2]. Należą do nich m.in. klasyczna metoda problemowa, metoda przypadków, metoda sytuacyjna, gry dydaktyczne. Oprócz uczenia się przez odkrywanie Okoń wyróżnia także: metody waloryzacyjne (uczenie się przez przeżywanie), metody praktyczne (uczenie się przez działanie) oraz metody asymilacji wiedzy (uczenie się przez przyswajanie – wykład, pogadanka, dyskusja). Jednak IBSE to coś więcej niż uczenie się przez odkrywanie w postaci opisanej przez Okonia, zawiera bowiem wiele elementów charakterystycznych także dla metody naukowej.

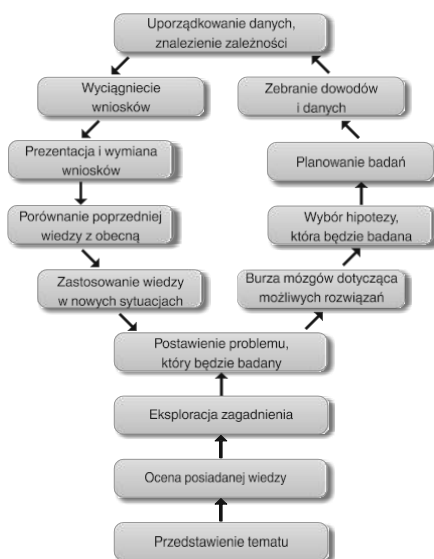
Metoda dociekania naukowego odnosi się do sposobu, w jaki naukowcy przeprowadzają swoje badania i przedstawia ten proces jako “cykl przeprowadzenia dowodu”, który może przybrać różne wyidealizowane formy, jak na przykład ta przedstawiona na rys. 1.



Rys. 1 Sześciostopniowy cykl badania i modelowania opartego na dociekanii naukowym [3]

¹ Steering Committee: Brady S., Čtrnáctová H., Dvořák L., Ekborg M., Ellermeijer T., Fazio C., Finlayson O., Francica M., Gethings A., Kędzierska E., Kireš M., Maciejowska I., McLoughlin E., Michaelis J., Ottander Ch., Parchmann I., Rannikmäe M., Valanides N.

Naukowiec prowadzący badania próbuje znaleźć odpowiedzi na postawione pytania. Proces dydaktyczny oparty o IBSE powinien stwarzać sytuacje problemowe, w których uczeń definiuje pytanie badawcze i w oparciu o dociekanie naukowe stara się znaleźć odpowiedzi. Otrzymane wyniki powinny stanowić punkt wyjścia do formułowania bardziej ogólnych praw i definicji. Podstawę zrozumienia IBSE stanowią **zasady konstruktywizmu**. Zdaniem jednego z twórców tej teorii – L. Wygotskiego w umyśle zachodzi proces nadawania doświadczeniu znaczenia[4]. Ludzie uczą się w interakcji z otoczeniem, aktywnie konstruują własną wiedzę, wykorzystując wiedzę już posiadaną. W tym podejściu, poprzez obserwacje, eksperymentowanie, wnioskowanie uczniowie tworzą własne modele myślowe (rys.2).



Rys. 2 Konstruktywistyczny cykl dociekania (uproszczona wersja na podstawie Llewellyn, 2002 [3])

Tradycyjnie pojęta metoda praktyczna kształcenia chemicznego uczniów, polega w rzeczywistości głównie na sprawdzaniu informacji wcześniej przekazanych przez nauczyciela lub zawartych w podręczniku np. „A teraz sprawdzimy, czy w reakcji spalania metanu rzeczywiście wydzielą się dwutlenek węgla”. Podczas przeprowadzania eksperymentów dobrze znanymi z podstaw metodyki nauczania chemii metodami poszukującymi (w tym problemowymi) [5], metodami opartymi na dociekanii naukowym, uczniowie zajmują się zbieraniem, przetwarzaniem i analizą danych po to, by odkrywać nowe pojęcia, zasady i prawa, w bardzo podobny sposób jak robią to naukowcy. Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że oznacza to przyzwolenie na to, by coś się uczniom nie udało,

nie powiodło lub odbyło niezgodnie z oczekiwaniami - wtedy mają najlepszą okazję by uczyć się niezwykle skutecznie - na swoich błędach i pomyłkach. Uczniom trzeba dać zarówno czas, jak i sposobność, by popełniali błędy lub/i zajmowali się eksperymentami skazanymi na niepowodzenie (oraz by podnosili się po porażkach).

Rodzaje zajęć opartych na dociekaniu naukowym

Chociaż każde zajęcia oparte na dociekaniu naukowym powinny zawierać podstawowe elementy modelu przedstawionego na rys. 1 i 2, to wprowadzenie pewnej hierarchii takich zajęć, opartej na poziomie zaawansowania intelektualnego i samodzielności uczniów, pomaga w planowaniu procesu dydaktycznego. Suma poziomów udziału nauczyciela i uczniów pozostaje w każdym rodzaju zajęć raczej niezmienna, a to oznacza, że zmniejszenie aktywności nauczyciela zazwyczaj wywołuje wzrost aktywności uczniów. W trakcie nauki przedmiotów ścisłych i przyrodniczych w szkole następuje stopniowe przesunięcie wiodącej roli z nauczyciela na ucznia. Nauczyciel traci swoją pozycję wszytkowiedzącego, nieomylnego profesora, na rzecz doradcy, przewodnika po świecie nauki. Istotnym jest, aby nie oddawać uczniom pełnej kontroli nad wszystkimi działaniami od samego początku, ale pozwolić im na stopniowy rozwój, a co za tym idzie na przejmowanie coraz większej inicjatywy w procesie dociekania/odkrywania. Należy jednak zdawać sobie sprawę, że w przypadku bardziej skomplikowanych eksperymentów lub takich, które mogą być niebezpieczne, osiągnięcie najwyższego stopnia zaawansowania może być niemożliwe. Prowadzenie zajęć metodą „open inquiry” czyli pozwolenie uczniom na samodzielne sterowanie procesem badawczym, już od momentu definicji problemu badawczego, jest prawie niemożliwe w polskiej szkole publicznej, w trakcie lekcji bieżących. W szczególności, że zajęcia tego typu wymagają pracy w małych grupach i indywidualnego podejścia do każdego ucznia. Za to ten tryb pracy świetnie nadaje się do prowadzenia projektu badawczego, oraz zajęć pozalekcyjnych zwłaszcza w szkołach ponadgimnazjalnych.

Na poniższej liście, przedstawiono pięć rodzajów aktywności opartych na dociekaniu naukowym uszeregowanych zgodnie ze wzrastającą samodzielnością uczniów i malejącą rolą nauczyciela. W niektórych przypadkach zachowano angielskie nazwy typów aktywności ponieważ, jak dotąd nie istnieje jedno, uzgodnione i obowiązujące w Polsce słownictwo w tym zakresie.

1. Pokaz interaktywny: nauczyciel (lub wyznaczony uczeń) wykonuje pokaz, a przy tym zadaje pytania sondujące dotyczące tego, co się wydarzy (przewidywanie) „Jak myślicie, co będziemy mogli zaobserwować jakie objawy zachodzącej reakcji obserwowaliśmy w poprzednich doświadczeniach?” lub o to, jak coś mogło przebiegać (wyjaśnienie) „Jak sądzą, dlaczego wskaźnik zmienił barwę po dodaniu kwasu solnego do zasady sodowej?” oraz pomaga uczniom wyciągać wnioski w sposób poprawny naukowo. Element

dociekania obecny jest tutaj w udzielaniu przez uczniów odpowiedzi i wyjaśnień.

2. **Guided discovery (sterowane/kierowane odkrywanie, odkrywanie z przewodnikiem):** podobnie, jak powyżej uczniowie wykonują eksperyment zaproponowany i opisany przez nauczyciela. Jest to tradycyjna forma przeprowadzania doświadczeń, gdzie uczniowie dostają szczegółowe instrukcje przed przystąpieniem do pracy np.: „Zmieszaj 2 cm³ oleju rzepakowego i 2 cm³ rozcieńczonego roztworu wodnego manganianu(VII) potasu. Obserwuj barwę mieszaniny”. Zazwyczaj dotyczy to zajęć grupowych, podczas których cała klasa pracuje jednocześnie i gdzie nacisk położony jest na weryfikację informacji wcześniej podanych w klasie.
3. **Guided inquiry (sterowane/kierowane/ukierunkowane dociekanie naukowe)** uczniowie pracują w zespołach nad własnymi eksperymentami. Nauczyciel przedstawił problem i podał jasno sformułowany cel: „Znajdźcie...”, „Ustalcie, ...np. jak zachowują się metale w obecności kwasów”. Istnieją różne metody osiągnięcia oczekiwanych wyników. Nie istnieją z góry ustalone odpowiedzi, a wnioski oparte są wyłącznie na pracy uczniów (np. zależą od doboru odczynników i warunków reakcji, w omawianym przykładzie - metali i kwasów). Uczniowie otrzymują wskazówki przed częścią praktyczną zajęć, a w jej trakcie nauczyciel kieruje ich pracą poprzez zadawanie różnych pytań.
4. **Bounded inquiry (ograniczone dociekanie naukowe):** podobnie, jak powyżej, lecz w tym przypadku uczniowie mają za zadanie w pełni samodzielnie zaplanować i przeprowadzić doświadczenie, przy bardzo niewielkiej (lub bez) pomocy nauczyciela i jedynie częściowym uprzednim omówieniu szczegółów w klasie. Przykład: „Biopaliwa – jaki jest wpływ dodatku oleju rzepakowego na wartość energetyczną benzyny”. Nauczyciel przedstawia problem, który należy doświadczalnie rozwiązać, ale to uczniowie odpowiedzialni są za zaplanowanie i przeprowadzenie eksperymentu. Uczniowie muszą posiadać określony poziom doświadczenia eksperymentalnego i „naukowego”, by uczestniczyć w tych zajęciach; w przeciwnym razie, mogą się pogubić.
5. **Open inquiry (otwarte/nieograniczone dociekanie naukowe):** do uczniów należy zaproponowanie własnych pytań badawczych oraz planu eksperymentu, w ramach określonego wcześniej kontekstu. Tego rodzaju zadania są w innych krajach formą większego sprawdzianu laboratoryjnego dla uczniów starszych klas liceów lub elementem pracy projektowej. Często ten typ aktywności określany jest „open-ended inquiry” ponieważ niejednokrotnie nie da się odpowiedzieć bezpośrednio na zadane przez uczniów pytanie. W nawiązaniu do poprzedniego przykładu, nauczyciel w tym przypadku powinien zadać tylko ogólny problem lub temat którym mają zająć się uczniowie, np.: „Dobre i złe strony biopaliw” Następnie uczniowie de-

finiują własne pytania badawcze, np. pytanie przedstawione powyżej, lub „Jak dodatek oleju rzepakowego wpływa na temperaturę krzepnięcia oleju napędowego?”.

Wydawać się może, że z punktu widzenia rozwoju intelektualnego i umiejętności poznawczych uczniów, IBSE jest możliwe tylko w wyższych klasach szkół ponadgimnazjalnych i to najlepiej z rozszerzonym programem nauczania chemii czy fizyki. Jednak warto zdać sobie sprawę z faktu, że „odkrywanie” jest naturalnym sposobem poznawania świata przez dzieci przedszkolne i w wieku wczesnoszkolnym, kiedy to obserwują one świat, wyciągają z tego wnioski i na własną rękę generalizują swoje doświadczenia życiowe. To często skutkuje bardzo zabawnymi komentarzami, lecz jest drogą we właściwym kierunku. Niestety, jak pokazały badania, system szkolny zwykle zabija tę naturalną ciekawość. Wspieranie tego typu zachowań badawczych widać w produktach telewizji dziecięcej np. dinozaury - bohaterowie serialu animowanego „Dinopociąg” (USA, 2010) stawiają hipotezy (!), a kot Jass uczy formułowania pytań - „To jest właśnie pytanie!” wykrzykuje w odcinkach serialu przeznaczonych dla widzów od 2 do 4 roku życia (Wielka Brytania, 2008). Także jeden z pozostałych projektów realizowanych w ramach 7 Programu Ramowego - „Fibonacci” kieruje opracowane przez siebie materiały z zakresu IBSE do nauczycieli matematyki, przedmiotów ścisłych i przyrodniczych szkoły podstawowej.

Umiejętności rozwijane podczas dociekania naukowego

PTI - Pathways to Inquiry³

Kształcenie prowadzone metodami dociekania naukowego wymaga i rozwija szereg umiejętności wymienionych poniżej.

1. Identyfikacja pytań do badań naukowych.
 - 1.1. Zidentyfikowanie pytań, które nadają się do badania naukowego.
 - 1.2. Poprawa/uściślenie źle sformułowanych pytań.
 - 1.3. Formułowanie hipotez.
2. Planowanie badania naukowego.
 - 2.1. Zaplanowanie badania w celu weryfikacji hipotezy.
 - 2.2. Wyznaczanie zmiennych niezależnych, zależnych oraz zmiennych, które muszą być kontrolowane.
 - 2.3. Operacyjne definiowanie zmiennych na podstawie obserwowalnych właściwości .
 - 2.4. Znalezienie ewentualnych błędów w planie badań.
 - 2.5. Zastosowanie procedur bezpieczeństwa.
 - 2.6. Przeprowadzanie wielokrotnych prób.

² strona domowa projektu Fibonacci <http://fibonacci.uni-bayreuth.de/home.html>, przeglądano 02.03.2012

³ Louisiana State University, <http://pti.lsu.edu>, przeglądano 02.03.2012

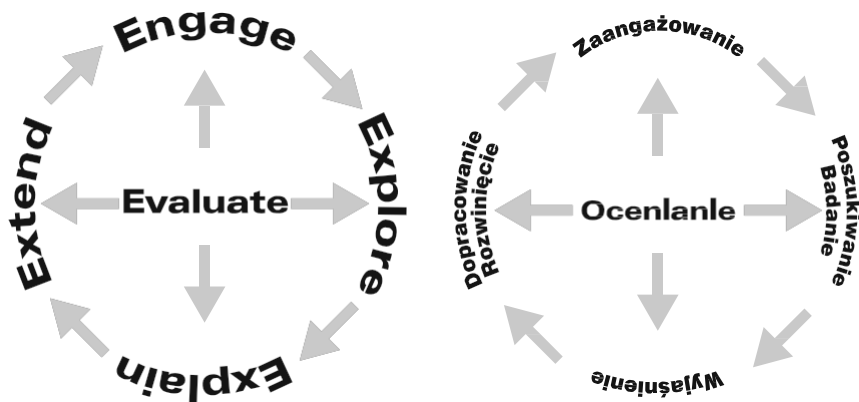
3. Stosowanie narzędzi i technik w celu zebrania danych.
 - 3.1. Zbieranie danych za pomocą odpowiednich technik i narzędzi.
 - 3.2. Dokonywanie pomiarów za pomocą standardowych jednostek miary.
 - 3.3. Porównywanie, grupowanie i/lub uporządkowywanie obiektów ze względu na ich właściwości.
 - 3.4. Tworzenie i/lub stosowanie systemów klasyfikacji.
 - 3.5. Konsekwencja i precyzja w zbieraniu danych.
 - 3.6. Opisywanie obiektu w odniesieniu do innych obiektów.
4. Analiza i opis danych.
 - 4.1. Odróżnianie objaśnienia od opisu.
 - 4.2. Tworzenie i stosowanie form graficznej prezentacji danych.
 - 4.3. Identyfikacja związków i zależności pomiędzy zmiennymi.
 - 4.4. Stosowanie umiejętności matematycznych w analizie a/lub interpretacji danych.
5. Objaśnianie wyników i wyciąganie wniosków.
 - 5.1. Odróżnianie obserwacji od wnioskowania.
 - 5.2. Proponowanie objaśnień opartych na obserwacji.
 - 5.3. Stosowanie dowodów w celu wyciągnięcia wniosków i/lub przewidywania trendów.
 - 5.4. Formułowanie logicznych objaśnień na temat związków przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy danymi z eksperymentu.
6. Uznawanie alternatywnych wyjaśnień lub hipotez.
 - 6.1. Rozważanie alternatywnych objaśnień.
 - 6.2. Rozpoznawanie błędnego rozumowania, nie popartego danymi.
7. Prezentowanie procedur i wyjaśnień naukowych.
 - 7.1. Prezentowanie metod i procedur dotyczących eksperymentów i/lub badań.
 - 7.2. Stosowanie dowodów i obserwacji do wyjaśnienia i prezentacji wyników.
 - 7.3. Prezentowanie uzyskanej z badań wiedzy w formie ustnej oraz w formie pisemnych raportów zawierających odpowiednio umiejscowione rysunki, diagramy i wykresy.

Warto zauważyć, że nie każde zajęcia będą wymagały stosowania wszystkich ww. umiejętności dociekania naukowego. Zwykle dociekanie oparte na obserwacji naturalnie zachodzących procesów przyrodniczych lub społecznych znacznie się różni od dociekania opartego na przeprowadzaniu eksperymentu.

Organizacja nauczania-uczenia się IBSE - Cykl 5 E

Cykl uczenia się jest jednym z najbardziej znanych i skutecznych modeli nauczania przedmiotów ścisłych. Współcześnie funkcjonuje model pięcioeta-

powego cyklu uczenia się – tzw. 5E (rys. 3)⁴. Obrazuje on przebieg lekcji poprawnie i od początku do końca prowadzonej metodami poszukującymi.



Rys. 3 Model 5-etapowego cyklu uczenia się [3]

Część nawiązująca lekcji

1. **Zaangażowanie (Engage)** – zadaniem nauczyciela jest wzbudzenie zainteresowania i zaciekawienie tematem, co stanowi dobrą bazę do dalszych dociekań i rozważań na temat danego zjawiska. Ten etap daje również nauczycielowi możliwość oceny już posiadanej na dany temat przez uczniów wiedzy, a uczniom podzielenia się swoimi wcześniejszymi doświadczeniami.

Część właściwa lekcji

2. **Poszukiwanie/badanie (Explore)** – uczniowie samodzielnie lub w grupach zadają pytania badawcze, rozwijają hipotezy, zajmują się zbieraniem danych (eksperymentalnych lub literaturowych), wymianą obserwacji. Następnie uczniowie dyskutują pomiędzy sobą o tym, co zbadali, odkryli i czego się dowiedzieli w trakcie eksperymentów. Nauczyciel obserwuje i przysłuchuje się uczniom, gdy współpracują, motywuje do pracy.
3. **Wyjaśnianie (Explain)** – zdobyte wcześniej informacje zostają przedyskutowane z nauczycielem, wyjaśnia on pojęcia i podstawy naukowe zaobserwowanych zjawisk, podaje definicje, wyposażając jednocześnie uczniów we właściwą terminologię.
4. **Dopracowywanie/Rozwinięcie (Extend)** – nauczyciel pomaga zgeneralizować nowopoznane pojęcie/prawo/zjawisko poprzez rozszerzenie jego zastosowania na nowe sytuacje, ogólne prawa, zależności i definicje. Ten etap

⁴ The 5 E Learning Cycle Model <http://faculty.mwsu.edu/west/maryann.coe/coe/inquire/inquiry.htm>

ułatwia uczniom tworzenie uogólnień; jest to czas na ewentualnie modyfikowanie przez uczniów dotychczasowego rozumienia badanego zjawiska (jeśli zachodzi taka potrzeba).

Rekapitulacja

5. **Ocenianie (Evaluate)** – nauczyciel zadaje bardziej złożone i otwarte pytania „Dlaczego uważasz, że..? Jakie masz na to dowody?”. Jest to dobry moment na ocenę rozumienia przez uczniów nowych pojęć oraz zdobytych umiejętności (realizacji celów operacyjnych lekcji). Nauczyciel zachęca uczniów do samodzielnej oceny własnej nauki.

Pięcioletniowy cykl uczenia się (5E) jest skutecznym i bardzo popularnym narzędziem organizacji lekcji dla nauczycieli przedmiotów przyrodniczych wykorzystujących metody poszukujące, podejście konstruktywistyczne i oparte na dociekaniu naukowym.

Wprowadzanie elementów IBSE do rzeczywistości szkolnej stanowi duże wyzwanie. Problem stanowi z jednej strony ograniczone wyposażenie pracowni, duża liczebność klasy, brak czasu na realizację podstawy programowej. Jednak oprócz tych ograniczeń istnieje również duża bariera psychologiczna. Dla wielu z nas przyjęcie postawy bardziej partnerskiej w stosunku do ucznia nie jest łatwe, również niewielu z nas przyzwyczajonych jest do odpowiedzi ” Nie wiem” na zadane przez ucznia pytanie, jednak być może uznamy za wartościową odpowiedź: „Nie wiem, spróbujmy to zbadać”.

Literatura:

1. Linn, M.C., Davis, E.A., Bell, P., Internet Environments for Science Education, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, NJ, 2004
2. Okoń, W. „Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej”. Wyd. Żak, Warszawa 1996
3. Guide for developing Establish Teaching and Learning Units, project ESTABLISH, AMSTEL Institute, 2010
4. Wygotski, L., „Psychologia pedagogiczna”, 1991
5. Lenarcik, B., Metody nauczania i ich klasyfikacja [w:] Dydaktyka chemii, red. A. Burewicz, H. Gulińska, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1993,

Ten materiał został oparty na wcześniejszych publikacjach zespołu autorów:

Bernard P., Szkolny eksperyment ilościowy – termochemia, część I, Niedziółki 4/2010, 79-86

Krzeczowska M. , “Kształcenie przez odkrywanie” metodą na zainteresowanie uczniów na lekcjach biologii, Biologia w Szkole, Nr 4/2011, 54-57

Maciejowska I., Nauczanie przedmiotów przyrodniczych przez dociekanie naukowe oraz współpraca z przemysłem bazą projektu ESTABLISH, Nauczanie Przedmiotów Przyrodniczych, Nr 35 (3/2010), 45 - 48

Maciejowska I., Jak nauczyć uczniów i studentów myśleć? ESTABLISH – edukacyjny projekt 7PR, Orbital, 1/2011, 100-101

Odrowąż E., „Kształcenie przez odkrywanie” – metodą na zainteresowanie uczniów chemią, Chemia w szkole, 6/2010, 17 - 18

Szostak E., „Jak uczniowie mogą doświadczyć, czym jest nauka? - wstępne propozycje projektu ESTABLISH”, Nauczanie Przedmiotów Przyrodniczych, 35(3/2010), 49 - 50