



Joanna Lilpop

METODY NAUKOWE I PROJEKTOWE

W NAUCZANIU PRZEDMIOTÓW PRZYRODNICZYCH I MATEMATYCZNYCH

PROWADZENIE LEKCJI METODĄ BADAWCZĄ

TEORIA ► STRATEGIE ► DOBRE PRAKTYKI



Joanna Lilpop

METODY NAUKOWE I PROJEKTOWE

W NAUCZANIU PRZEDMIOTÓW PRZYRODNICZYCH I MATEMATYCZNYCH

PROWADZENIE LEKCJI METODĄ BADAWCZĄ

TEORIA ► STRATEGIE ► DOBRE PRAKTYKI

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Warszawa 2025

Konsultacja merytoryczna

Beata Kotarba

Marzena Murawska

Wydział Kształcenia Ogólnego i Kompetencji Cyfrowych

Redakcja i korekta

Karolina Strugińska

Projekt okładki, layout,

redakcja techniczna i skład

Wojciech Romerowicz

Fotografia na okładce: © igorpushkarev/Bank zdjęć Photogenica

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Warszawa 2025

Wydanie I

ISBN 978-83-67366-93-9

Publikacja jest rozpowszechniana na zasadach licencji Creative Commons

Uznanie Autorstwa – Użycie Niekommercyjne (CC BY-NC)

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Aleje Ujazdowskie 28

00-478 Warszawa

www.ore.edu.pl

Spis treści

1. Teoretyczne podstawy dydaktyki opartej na dociekaniu naukowym i edukacji w terenie	4
2. Linie rozwoju (ang. <i>learning progressions</i>)	5
3. Organizacja lekcji badawczych, terenowych, uczniowskich projektów badawczych i problemowych	8
4. Podsumowanie	9
5. Literatura przedmiotu	10



1. Teoretyczne podstawy dydaktyki opartej na dociekaniu naukowym i edukacji w terenie

Konstruktywizm to jedna z teorii uczenia się, które wpłynęły na współczesne podejście do nauczania. W centrum tej koncepcji leży przekonanie, że uczenie się nie polega na biernym przyswajaniu przez ucznia wiedzy, lecz na **aktywnym konstruowaniu** przez niego **znaczeń**. Nowe pakiety wiedzy dodawane są w umyśle ucznia do jego wcześniejszych doświadczeń i schematów poznawczych. Prekursorem myślenia konstruktywistycznego był John Dewey, amerykański filozof i pedagog, który podkreślał, że wiedza ma charakter praktyczny, więc powinna być zdobywana **w kontekście realnych działań i problemów**. Uważał, że uczniowie uczą się najlepiej, gdy mają możliwość eksplorowania świata, **eksperymentowania i refleksji** nad własnym doświadczeniem. Dewey postulował, aby proces edukacji był dialogiem między uczniem a otoczeniem, a rola nauczyciela polegała na wspieraniu tego dialogu – poprzez stwarzanie warunków sprzyjających samodzielnemu dochodzeniu do rozumienia zjawisk. Teoria uczenia się przez doświadczenie zakłada cykliczny model uczenia się: **planowanie** → **działanie** → **refleksja** → **konceptualizacja**, w którym wiedza powstaje poprzez refleksyjną analizę. To podejście dało podwaliny dla dzisiejszego **nauczania przez dociekanie**.

Z kolei Jean Piaget, szwajcarski psycholog, zaproponował teorię stadiów rozwoju poznawczego dziecka, w której opisał, jak dzieci **stopniowo rozwijają zdolność logiczno-go i abstrakcyjnego myślenia**. Zwracał uwagę, że uczenie się to nie tylko Deweyowski proces aktywnego dostosowywania istniejących schematów poznawczych (asymilacja) lub tworzenia nowych (akomodacja), w odpowiedzi na nowe doświadczenia. Zauważał, że proces przyswajania nowej wiedzy zachodzi stopniowo, zgodnie z tym, jak dzieci konstruują wiedzę **w miarę dojrzewania i rozwoju poznawczego**. Z punktu widzenia dydaktyki przedmiotów przyrodniczych i matematycznych oznacza to, że dzieci uczą się efektywniej, gdy materiał dydaktyczny jest dostosowany do ich poziomu rozwojowego i uwzględnia kolejne kroki poznania. Piaget podkreślał również formujące znaczenie **konfliktu poznawczego** – czyli sytuacji, w której nowe informacje nie pasują do dotychczasowej wiedzy ucznia, co prowokuje go do refleksji i przebudowy schematów. Zadania edukacyjne powinny być zatem zawsze dostosowane do poziomu rozwoju poznawczego ucznia. Kontynuacją tych założeń dydaktycznych są współczesne modele **linii rozwoju** i projektowanie programów nauczania zgodnych z zasadą stopniowania i narastania umiejętności.

Współczesna dydaktyka nauk przyrodniczych i matematyki promuje model uczenia się opartego na działaniu, pytaniach i poszukiwaniu odpowiedzi – czyli tzw. nauczania przez dociekanie (ang. *inquiry-based learning* – IBL). Ta koncepcja wyrasta z teorii omówionego wcześniej konstruktywizmu poznawczego. W modelu dociekania uczymy, jak aktywnie konstruować swoją wiedzę poprzez doświadczenia i refleksję nad procesem dochodzenia do niej. Dociekanie naukowe w naukach przyrodniczych zamiast mechanicznego

odtworzenia procedur doświadczeń z podręcznika, opiera się na procesie zbliżonym do pracy naukowca: na samodzielnym stawianiu pytań, planowaniu badań, zbieraniu danych, analizie wyników i formułowaniu wniosków. W ten sposób uczniowie analizują zjawiska przyrodnicze, a zarazem uczą się, „jak uprawia się naukę” i skąd bierze się wiedza naukowa, **jakimi metodami posługują się naukowcy, by poznać i opisać prawa natury**. Umiejętność rozumowania naukowego, odpowiednio ćwiczona i kształtowana w szkole, jest niezbędnym elementem funkcjonowania nowoczesnego społeczeństwa, umożliwia jednostkom zrozumienie, analizowanie i stosowanie informacji naukowych w codziennym życiu. To kompetencja, która nie tylko wspiera podejmowanie świadomych decyzji, ale także pozwala na aktywne uczestnictwo w społeczeństwie oraz przeciwdziałanie dezinformacji.

Uczenie się oparte na problemach (ang. *problem-based learning* – PBL) i **projektach uczniowskich** – to z kolei koncepcje, które integrują wiedzę z różnych dziedzin, wymagają współpracy, krytycznego myślenia i twórczego podejścia. Takie formy nauczania są zgodne z konstruktywistycznym przekonaniem, że wiedza powinna mieć dla ucznia sens i wartość praktyczną.

Szczególne znaczenie w podejściu konstruktywistycznym ma **edukacja terenowa**, która pozwala na bezpośredni kontakt z rzeczywistością przyrodniczą i matematyczną (np. pomiarami, obserwacjami środowiskowymi, modelowaniem zjawisk). Takie doświadczenia wywołują emocje, są mechanizmem napędowym dla osobistej refleksji, budują motywację i umożliwiają głębokie uczenie się, oparte na realnych problemach.



2. Linie rozwoju (ang. *learning progressions*)

To narzędzie dydaktyczne, które opisuje, w jakim porządku i na jakich etapach rozwijają się konkretne umiejętności. Zakłada, że **uczenie się co prawda nie przebiega liniowo, ale jest przewidywalne**, co pozwala stworzyć wspólne wzorce. Podstawą konstruowania koncepcji linii rozwoju jest teoria Piageta oraz zauważenie, że na kompetencje uczniów składają się zestawy różnych umiejętności. Linie rozwoju opisują zatem hipotetyczne etapy rozwoju danej **umiejętności**. Są progresywne, czyli ujmują kolejność i zależności między składowymi. Obrazują typowe ścieżki uczenia się, jakie uczniowie mogą przechodzić w danej dziedzinie wiedzy. **Uwzględniają również kolejność oraz zależności między pojęciami i umiejętnościami** – np. żeby opanować mnożenie, trzeba rozumieć dodawanie. Pomagają planować nauczanie i ustalać kryteria oceniania, ale **nie są narzędziem oceniania**. Nauczyciele mogą wykorzystywać linie rozwoju do projektowania ćwiczeń, lekcji i całych działów programowych, tak aby **proces był dostosowany do poziomu poznawczego uczniów**. Linie te są także podstawą do tworzenia kryteriów oceniania kształtującego i indywidualizacji nauczania.

W poniższej tabeli ukazano przykład linii rozwojowej „uważności” – umiejętności bazowej dla obserwacji przyrodniczych. Uważność polega na świadomym, celowym i nieoceniającym skierowaniu uwagi na bieżące doświadczenie, z pełną otwartością na to, co jest obserwowane.

Tabela 1. Linia rozwojowa uważności

Krok 1.	Krok 2.	Krok 3.	Krok 4.
Skupienie	Obserwacja za pomocą zmysłów	Systematyczna obserwacja	Pomiar
WSKAŹNIKI			
Przeglądam się przez moment obiektowi, zauważam kilka jego cech; opowiadam o tym, co zauważam.	Badam obiekt za pomocą różnych zmysłów (wzrok, słuch, dotyk, węch); prowadzę notatki, rysuję.	Obserwuję obiekt w makro- i mikroskali, również za pomocą narzędzi optycznych (lupa, binokular, mikroskop, lornetka) oraz w różnych płaszczyznach – na powierzchni oraz w przekroju; rejestruję zmiany w czasie.	Wykonuję pomiary za pomocą adekwatnych narzędzi, prowadzę ustrukturyzowaną dokumentację obserwacji.

Ćwiczenie: W odniesieniu do linii rozwojowej „uważności” określ, jakie umiejętności matematyczne są wykorzystywane w proponowanych działaniach uczniów.

Poniżej przedstawiono przykład linii rozwoju umiejętności „korzystanie z instrukcji”, jako składowej kompetencji badawczych pozwalających na samodzielne prowadzenie doświadczeń.

Tabela 2. Linia rozwojowa korzystania z instrukcji

Krok 1.	Krok 2.	Krok 3.	Krok 4.	Krok 5.
Podążanie za instrukcją słowną	Podążanie za instrukcją pisemną	Przewidywanie trudności i pytań dotyczących instrukcji	Organizacja stanowiska pracy na podstawie instrukcji	Tworzenie własnej instrukcji
WSKAŹNIKI				
Wykonuję czynności demonstrowane przez nauczyciela.	Wykonuję ze wsparciem nauczyciela ciąg czynności opisanych w krótkiej instrukcji.	Analizuję instrukcję przed działaniem, wykonuję działania samodzielnie.	Samodzielnie organizuję stanowisko pracy i prowadzę doświadczenie zgodnie z instrukcją.	Opisuję kroki instrukcji tak, aby inni mogli ją zrozumieć i wykonać.

Ćwiczenie: W kontekście linii rozwojowej „korzystanie z instrukcji” określ, jakie umiejętności polonistyczne są wykorzystywane w proponowanych działaniach uczniów.

Inne ujęcie linii rozwoju skupia się na analizie wyników i wnioskowaniu na podstawie danych – przedstawia nie kolejne kroki, ale listę „podumiejętności”, z których uczeń będzie korzystał, prowadząc etap dociekania naukowego związany z wnioskowaniem. Opisane działania są właściwe przede wszystkim dla przedmiotów przyrodniczych, ale wykorzystują kompleksowo umiejętności matematyczne.

Tabela 3. Linia rozwojowa analizy wyników i wnioskowania na podstawie danych

SKŁADOWY OBSZAR ROZWOJU	WSKAŹNIKI
Tworzenie wykresów	Dopasowywanie typu wykresu do charakteru zebranych danych, rysowanie wykresów odręcznie oraz za pomocą programów komputerowych.
Odczytywanie danych z wykresu	Podawanie prawidłowych wartości dla wskazanych punktów, dostrzeganie wyników dalekich od normy, analiza ich znaczenia, rozumienie znaczenia miar tendencji środkowych.
Interpretowanie danych na wykresie	Rozumienie znaczenia różnic i odczytywanie tendencji oraz zależności.
Rozumowanie matematyczne	Różne umiejętności właściwe dla rozumowania matematycznego, takie jak: • szacowanie, • odczytywanie danych i jednostek z pomiaru, • używanie skali i jej przeliczanie, • prosta analiza statystyczna: średnia, a w starszych klasach rozumienie znaczenia miar tendencji środkowej i rozproszenia, • tworzenie i analiza wykresów, • rozróżnianie korelacji (przypadkowej zbieżności) od implikacji (zależności przyczynowo-skutkowej).
Formułowanie wniosków	Znajomość zasad formułowania wniosku odnoszącego się precyzyjnie do pytania badawczego i hipotezy, dobieranie argumentów spośród danych i opisywanie wniosków na podstawie wyników, weryfikacja hipotez.
Wyjaśnianie zjawisk	Uogólnianie, formułowanie definicji na podstawie obserwacji i wniosków z badania, budowanie szerszego obrazu rzeczywistości, świadomość ograniczeń metody i ograniczeń możliwości wnioskowania. Formułowanie przypuszczeń i zadawanie kolejnych pytań badawczych i poznawczych.

Ćwiczenie: Odnosząc się do linii rozwojowej „analizy wyników i wnioskowania na podstawie danych”, określ znaczenie rozwoju umiejętności matematycznych uczniów dla efektywnego uczenia się przedmiotów przyrodniczych. Rozważ, jakie powoduje ono implikacje w kontekście potrzeby dopasowania, integrowania i synchronizowania programów nauczania kilku przedmiotów.



3. Organizacja lekcji badawczych, terenowych, uczniowskich projektów badawczych i problemowych

Skuteczna lekcja prowadzona z wykorzystaniem metody badawczej wymaga przemyślanej organizacji, ale nie musi oznaczać rewolucji. Dobre praktyki w tym zakresie obejmują:

- **otwarcie na pytania** zadawane przez uczniów, a nie nauczyciela, w tym pytania badawcze dotyczące poznawanych obiektów, zjawisk i zależności;
- **wsparcie uczniów w samodzielnym działaniu** – choćby tylko w części lekcji lub w oparciu o rozważania teoretyczne; jednym z modeli samodzielnego działania na lekcjach matematyki jest metoda „myślącej klasy”¹;
- **prowadzenie obserwacji i zbieranie danych empirycznych**, nawet bardzo prostymi metodami – pomiar wielkości, obserwacja zachowań zwierząt, gromadzenie dokumentacji rysunkowej lub zdjęciowej;
- **wspólną analizę i dyskutowanie wyników** – z wykorzystaniem umiejętności matematycznych, argumentowania i pracy na błędzie;
- **refleksję** nad tym, co zrobiliśmy, co zadziałało, co można poprawić i czego każdy z uczniów się nauczył – namysł nad procesem uczenia się stanowi klucz do bardziej świadomego i efektywnego uczenia się, dopasowanego do indywidualnych potrzeb osoby uczącej się.
- **edukację terenową** oznaczającą zarówno wycieczkę do lasu, jak i zajęcia na podwórku szkolnym, prowadzenie ogrodu przyszkolnego, lekcję w parku miejskim czy przyniesienie obiektów przyrodniczych do klasy szkolnej – ważne, aby nauka wychodziła poza klasę i była osadzona w rzeczywistym kontekście.

W podejściu konstruktywistycznym nauczyciel staje się projektantem procesu uczenia się uczniów. Jego rola zmienia się – ze źródła wiedzy na uważnego towarzysza. Projektowanie zgodnie z tym założeniem lekcji i działów wiedzy nie jest proste, a wzorców dydaktycznych funkcjonuje nadal zbyt mało, aby powielać gotowe schematy. Dlatego nauczyciel-projektant stawia sobie szereg pytań, tworząc środowisko efektywnego uczenia się uczniów.

Oto przykładowe pytania do samego siebie przed zaplanowaniem lekcji lub działu opartego na dociekaniu:

- Który ważny cel edukacyjny chcę realizować podczas tej lekcji/w tym dziale?
- Jakie umiejętności będą ćwiczyć uczniowie? Odpowiedź: może to być pojedyncza umiejętność lub kilka prowadzących stopniowo do opanowania złożonej kompetencji.
- Jakie wiadomości przyswoją uczniowie podczas lekcji, i które z nich zapamiętają na długo?

¹ Zob. Liljedahl P., (2023), *Budowanie myślących klas na lekcjach matematyki*, Warszawa: Fundacja Dobrej Edukacji.

- Czy uczniowie są przygotowani do samodzielnej pracy opartej na dociekaniu (w tym pracy w grupach) i jak mogą ich do niej dobrze przygotować?
- Jakie zadania, instrukcje i polecenia do pracy będą sprzyjały samodzielnemu dochodzeniu do wiedzy?
- Co ważne uczniowie rozumieją i po czym poznam, że już osiągnęli oczekiwany etap związany z głębokim rozumieniem procesu? Podpowiedź: wskaźnikami głębokiego rozumienia procesu są np.: objaśnianie procesu własnymi słowami innej osobie, określanie konsekwencji procesu, przewidywanie następstw jego braku, znajomość czynników wpływających na proces, rozpoznawanie właściwych mu związków przyczynowo-skutkowych.

Najbardziej złożonym działaniem, opartym zarówno na idei konstruktywizmu, jak i na potrzebie stopniowania złożonych kompetencji, są uczniowskie projekty badawcze i problemowe. Ich realizacja to jedna najskuteczniejszych metod rozwijania **kompetencji XXI wieku**: samodzielności myślenia, w tym krytycznej analizy, współpracy, rozwiązywania problemów, przywództwa oraz zarządzania sobą, w tym sprawczości. Aby je świadomie kształcić, warto każdą z kompetencji rozłożyć na składowe umiejętności opisane liniami rozwoju².

Dobre projekty są interdyscyplinarne i mają kilka wspólnych cech:

- **Punktem wyjścia jest realny problem:** naukowo-badawczy lub praktyczny – np.: „Czy warto zakładać łąkę kwietną przy szkole?” albo „Jak zmienia się jakość powietrza w naszej okolicy?”.
- **Uczniowie formułują pytania, hipotezy i planują działania** – nauczyciel pełni rolę mentora, nie wykładowcy.
- **Projekt trwa dłużej niż jedna lekcja**, pozwala na pogłębione badanie zjawiska lub problemu, zakładając konieczność współpracy.
- **Rezultatem jest publiczna aktywność** przedstawiająca wynik działań szerszej społeczności szkolnej lub pozaszkolnej.



4. Podsumowanie

Współczesna dydaktyka przyrodnicza i matematyczna **rozwija się w oparciu o konstruktywizm**, zwracając uwagę na zmianę roli nauczyciela i potrzebę projektowania sytuacji dydaktycznych prowokujących uczniów do myślenia, wspierając ich refleksję i rozwój. Metody badawcze i projektowe – osadzone w rzeczywistym kontekście – to jedno z najlepszych rozwiązań wspomagających głębokie uczenie się i rozwój kompetencji naukowych. Głębokie uczenie z kolei jest bardziej skoncentrowane na rozumieniu zjawisk niż na zapamiętywaniu pojęć, a także na dostrzeganiu zależności, interpretowaniu i uzasadnianiu niż na odtwarzaniu wiadomości. Przemodelowanie lekcji

² Białek K., Swat-Pawlicka M., (2022), *Diagnoza poziomu kompetencji proinnowacyjnych uczniów. Szkoła dla innowatora*, Warszawa: Centrum Edukacji Obywatelskiej.

i programów nauczania w kierunku dociekania naukowego, pracy projektowej, lekcji w terenie, z uwzględnieniem stopniowego narastania umiejętności opisanych liniami rozwoju – to konieczność. Tak zaprojektowane lekcje i projekty nie tylko wspierają rozwój poznawczy, ale też wzmacniają motywację, ciekawość i poczucie sprawczości, które są fundamentem dobrej edukacji.

Implementacja konstrukttywizmu we współczesnej dydaktyce przedmiotowej umożliwia stosowanie takich rozwiązań jak:

- **nauczanie przez dociekanie (ang. *inquiry-based science education* – IBSE)** – które jest bezpośrednim rozwinięciem idei Deweya i Piageta, zakładającym, że uczniowie uczą się najlepiej, gdy mają możliwość samodzielnego formułowania pytań, hipotez, przeprowadzania doświadczeń i analizowania wyników;
- **uczenie się oparte na problemach (PBL) i projektach uczniowskich** – integrujące wiedzę z różnych dziedzin, wymagające współpracy, krytycznego myślenia i twórczego podejścia; takie formy nauczania są zgodne z konstruktivistycznym przekonaniem, że wiedza powinna mieć dla ucznia sens i wartość praktyczną;
- **edukacja w terenie** – osadzająca uczenie się w kontekście autentycznych sytuacji, co sprzyja głębokiemu rozumieniu i rozwijaniu umiejętności badawczych;
- **ocenianie kształtujące** – zakładające, że uczniowie podlegają ciągłym procesom rozwojowym, a umiejętności kształtowane są stopniowo – znajomość kryteriów oceny oraz celów edukacyjnych podejmowanych działań umożliwia uczniom bieżące monitorowanie swoich postępów samodzielnie lub ze wsparciem nauczyciela; wyposażenie uczniów w umiejętność refleksji na temat własnego uczenia się zwiększa ich samoświadomość, motywację i sprawczość.



5. Literatura przedmiotu

Białek K., Swat-Pawlicka M., (2022), *Diagnoza poziomu kompetencji proinnowacyjnych uczniów. Szkoła dla innowatora*, Warszawa: Centrum Edukacji Obywatelskiej, online: <https://szkoladlainnowatora.ceo.org.pl/wp-content/uploads/2022/07/Diagnoza-poziomu-kompetencji-proinnowacyjnych-uczniow.pdf> [dostęp: 25.06.2025].

Chudzik B., Wójcik A. M., (2021), *Eksperymentowanie z elementami analizy statystycznej w nauczaniu-uczeniu się biologii w szkole ponadpodstawowej*, Lublin: Wydawnictwo UMCS.

Corcoran T., Mosher F.A., Rogat A., (2009), *Learning Progressions in Science: An Evidence-Based Approach to Reform*, Columbia: Center on Continuous Instructional Improvement Teachers College–Columbia University, online: <https://www.isls.org/wp-content/uploads/pdfs/learning-progressions-in-science.pdf> [dostęp: 25.06.2025].

Hoffer W.W., (2009), *Science as Thinking. The constants and variables of inquiry teaching, grades 5-10*, Portsmouth: Heinemann Publishing.

Liljedahl P., (2023), *Budowanie myślących klas na lekcjach matematyki*, Warszawa: Fundacja Dobrej Edukacji.

Lilpop J., (2025), *Lekcja doświadczalna. Przewodniki Szkoły Edukacji*, Warszawa: Fundacja Dobrej Edukacji 2025, online: https://szkolaedukacji.pl/wp-content/uploads/2025/04/lekcja_doswiadczalna.pdf [dostęp: 25.06.2025].

Lilpop J. i in., (2017), *Jak przygotować pracę badawczą na Olimpiadę Biologiczną? Poradnik*, „Edukacja Biologiczna i Środowiskowa”, nr 2/2017 s. 79–102, online: <https://olimpbiol.pl/wp-content/uploads/2023/09/ebis-2017-2-9.pdf> [dostęp: 25.06.2025].

Maciejowska I., Odrowąż E., (2013), *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy i umiejętności badawcze uczniów – część 1 i 2*, Kraków: Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego, online: <https://zdch.uj.edu.pl/establish> [dostęp: 25.06.2025].

McTighe J., Harvey F., (2021), *Uczyć (się) głębiej. Jak to zrobić na lekcji*, Warszawa: CEO.

Ośrodek Rozwoju Edukacji
Aleje Ujazdowskie 28
00-478 Warszawa
tel. 22 345 37 00

www.ore.edu.pl