

Prof. dr hab. Bogdan Jackowiak

**Nauki przyrodnicze w szkole ogólnokształcącej
– założenia integracji przedmiotowej oraz transprzedmiotowości**

„Pierwszym zadaniem edukacji jest uformowanie ludzi zdolnych tworzyć rzeczy nowe, zamiast po prostu powielać dzieła wcześniejszych pokoleń – ludzi twórczych, wynalazczych, odkrywczych. Drugim zadaniem jest ukształtowanie umysłów zdolnych do krytyki i weryfikowania, nie akceptujących wszystkiego, co im podsunięto.” (Jean Piaget)

1. Wprowadzenie

Nauki matematyczno-przyrodnicze, chociaż formalnie zajmują ważną pozycję w kształceniu ogólnym młodzieży szkolnej, to jednak wzbudzają u nich coraz mniejsze zainteresowanie. W sposób niemal dramatyczny tendencja ta uwidacznia się w malejącej liczbie kandydatów na takie kierunki studiów jak: matematyka, fizyka, chemia, a także – choć w nieco mniejszym stopniu – biologia. Oznacza to w konsekwencji uruchomienie mechanizmów negatywnej selekcji prowadzącej do obniżania poziomu kształcenia na tych kierunkach studiów. Ponieważ, dotyczy to także tych studentów, którzy zdobywają kwalifikacje nauczycielskie i podejmują pracę w szkołach, to spadek efektywności nauczania przyrodniczego pogłębia się.

Przyczyny tego zjawiska są z pewnością bardzo złożone. Jedną z nich upatruje się w redukcjonistycznym podejściu do poznawania zjawisk i procesów przyrodniczych. Zjawiska i procesy, które „z natury” są całościowe, uczeń poznaje – obserwuje i opisuje – w sposób cząstkowy, z punktu widzenia fizyki, chemii, biologii czy geografii. Ponadto, w ramach tych klasycznych przedmiotów niezwykle rzadko wykorzystuje się reguły, zasady i narzędzia matematyki.

Powyższa diagnoza jest dziś już dość szeroko znana i rzadko kwestionowana. Problem zasadniczy polega więc na znalezieniu rozwiązań, które pozwoliłyby zahamować a następnie odwrócić opisane trendy.

Celem tego opracowania jest przedstawienie założeń teoretycznych i metodycznych do integracji nauczania w zakresie przedmiotów ścisłych (matematyczno-przyrodniczych) oraz kształcenia transprzedmiotowego. U ich podstaw znajduje się zasada jedności przyrody na poziomie zjawisk i procesów fizyczno-chemicznych oraz różnorodności biotycznej i georóżnorodności.

W opracowaniu przedstawione zostaną przykładowe obszary przydatne do całościowego rozpoznawania struktur, zjawisk i procesów przyrodniczych, w ramach których możliwe jest zastosowanie metody projektu edukacyjnego.

2. Jedność i różnorodność przyrody

W myśleniu przyrodników nieustannie przewijają się dwie perspektywy: jedności i różnorodności przyrody. W spojrzeniu pierwszym akcentuje się całościowy i wspólnotowy wymiar przyrody, którą tworzą ściśle ze sobą powiązane organizmy żywe wraz otaczającym je środowiskiem abiotycznym. Spojrzenie drugie wysuwa na plan pierwszy różnorodność przyrody, a więc koncentruje się na jej komponentach.

Uzasadnieniem pierwszego podejścia są przede wszystkim argumenty natury fizyczno-chemicznej, a w szczególności stwierdzenie, że prawa fizyki i chemii rządzące zjawiskami w świecie istot

żywych są takie same jak te, które obowiązują w przyrodzie nieożywionej (Biologia, 2008). Inaczej mówiąc, nie ma żadnych szczególnych praw fizycznych lub chemicznych, które obowiązywałyby tylko w odniesieniu do organizmów. Tak więc:

- cała materia zbudowana jest z pierwiastków chemicznych
- materia niezależnie od stanu skupienia złożona jest z podstawowych jednostek zwanych atomami
- w prawidłowym funkcjonowaniu organizmów (przyrody ożywionej) ogromną rolę odgrywają związki nieorganiczne (np. woda, kwasy, zasady, sole, bufony)
- synteza związków organicznych jest możliwa także poza środowiskiem wewnętrznym istot żywych.

Z drugiej strony należy zrozumieć potrzebę wyodrębniania poszczególnych komponentów przyrody, zarówno tych zasadniczych, tzn. przyrody nieożywionej i ożywionej jak i tworzących je elementów. Różnorodność przyciąga, wzbudza szczególne zainteresowanie, prowokuje do stawiania pytań o przyczyny i mechanizmy jej powstawania. Zgłębiając je nie można jednak zapominać o przyrodzie stanowiącej całość. Zasada ta jest niezwykle istotna zarówno z punktu widzenia poznawczego (teoretycznego) jak i praktycznego. Po pierwsze dlatego, że nie można zrozumieć miejsca i roli poszczególnych składników bez ich powiązania z pozostałymi komponentami. Po drugie, ochrona określonych elementów przyrody będzie skuteczna tylko wówczas, gdy uda się zabezpieczyć ich otoczenie. Przykładowo, skuteczna ochrona ginących gatunków roślin czy zwierząt będzie możliwa tylko wtedy gdy zabezpieczone zostaną siedliska, w których one występują.

Związek między jednością i różnorodnością – tak wyraźny na „granicy” między przyrodą nieożywioną i ożywioną – jest bardzo dobrze widoczny także na poziomie samej przyrody ożywionej. Warto zauważyć, że mimo wielkiego zróżnicowania organizmów, ich skład chemiczny i podstawowe procesy metaboliczne są uderzająco podobne. Dlatego większość informacji zdobytych w badaniach laboratoryjnych prowadzonych na bakteriach czy szczurach ma zastosowanie również do innych organizmów, łącznie z człowiekiem. To właśnie dlatego nie powinny nikogo zaskakiwać rezultaty ostatnich badań genetycznych, z których wynika że genom człowieka pod względem ilościowym nie odbiega tak zdecydowanie jak można by się spodziewać od genomu rzodkiewnika – drobnej rośliny modelowej o łacińskiej nazwie *Arabidopsis Thaliana*.

3. Przyroda jako naturalny „wzorzec” nauczania zintegrowanego

Złożoność struktur, zjawisk i procesów składających się na przyrodę sprawia, że ich poznawanie odbywa się w ramach coraz bardziej wyspecjalizowanych dziedzin, dyscyplin i gałęzi naukowych. Prowadzi to do daleko posuniętej specjalizacji uczonych. Jest to całkowicie zrozumiałe, jednakże, chociaż z jednej strony „niemożliwe jest zniesienie granic między poszczególnymi naukami i odpowiadającymi im przedmiotami nauczania” to z drugiej strony „niesłuszne jest (...) pomijanie wszelkich istniejących między nimi więzi” (Kulpa 1997).

Postęp w rozumieniu przyrody wymaga stałego poszukiwania kompromisu, między potrzebą specjalizacji – pozwalającej wnikać w najgłębsze tajniki przyrody, a koniecznością integracji wiedzy o jej komponentach i zjawiskach. W szczególności dotyczy to procesu nauczania, odbywającego się na różnych poziomach edukacji szkolnej. W polskim modelu oświaty wyróżnić można kilka sposobów realizacji zasady integracji kształcenia przyrodniczego (tabela 1).

Tabela 1. Realizacja zasady integracji wiedzy na różnych poziomach nauczania w Polsce

Poziom nauczania	Forma realizacji zasady integracji wiedzy
Szkoła Podstawowa – klasy I-III	nauczanie w pełni zintegrowane

Szkoła Podstawowa – klasy IV-VI	nauczanie blokowe (bez podziału na przedmioty)
Gimnazjum – klasy I-III	nauczanie przedmiotowe z uwzględnieniem zasady integracji
Liceum – klasy I-III	nauczanie przedmiotowe z uwzględnieniem zasady integracji

W szkołach podstawowych wiedza o przyrodzie przekazywana jest w ramach nauczania w pełni zintegrowanego (klasy I-III) lub blokowego (klasy IV-VI), uwzględniającego podstawowe informacje pochodzące z takich dziedzin nauki jak: biologia, chemia, fizyka, astronomia i geografia. Główna ścieżka kształcenia przyrodniczego na poziomie gimnazjum i liceum obejmuje wymienione wyżej przedmioty, odpowiadające zresztą dziedzinom podstawowych badań naukowych. Na tych poziomach nauczania pojawia się problem zachowania równowagi między przekazem wiedzy specjalistycznej – uwzględniającej szczegóły oraz wiedzy całościowej, pozwalającej lepiej zrozumieć mechanizmy funkcjonowania przyrody.

Droga do osiągnięcia wspomnianej równowagi prowadzi przez **integrację przedmiotową** oraz wykorzystanie wszelkich możliwości **nauczania transprzedmiotowego** (Anderson 1998). Jednym z zasadniczych warunków integracji przedmiotowej jest **korelacja** w zakresie celów realizowanych w ramach poszczególnych przedmiotów oraz materiału nauczania. Korelacja może i powinna występować w nauczaniu każdego przedmiotu, żaden bowiem przedmiot nie jest wolny w swej tematyce od pewnych związków z innymi przedmiotami nauczania (Kulpa 1997). Szczególnie dużo związków i zależności znaleźć można w grupie przedmiotów matematyczno-przyrodniczych (fizyki, astronomii, chemii, biologii i geografii). Korelacja może i powinna chronić zarówno przed zbędnym powtarzaniem tych samych wiadomości na lekcjach różnych przedmiotów, jak i ich prezentowaniem jednostronnym i powierzchownym (Kulpa 1997).

Stosowanie korelacji w postaciach odpowiednio dobranych do materiału nauczania i sytuacji, może przynosić znaczne korzyści dydaktyczne, m.in.:

- przywraca wiadomościom z różnych przedmiotów ich naturalny charakter
- umożliwia wykorzystanie wiedzy w konkretnym działaniu
- umożliwia dostrzeganie i rozumienie najrozmaitszych związków i uwarunkowań zjawisk przyrodniczych.

Dobrze skorelowane nauczanie przedmiotowe stanowi doskonały punkt wyjścia do kształcenia transprzedmiotowego, w którym zacierają się granice między klasycznymi dziedzinami nauki, zaś na plan pierwszy wybija się analizowany problem – zjawisko czy proces przyrodniczy.

Korelacja odgrywa także ważną rolę przy wdrażaniu uczniów do wykonywania czynności określonego typu. Wykonywanie ich w sposób przemyślany, należyście zaplanowany i przygotowany, wymaga uprzednio posiadania różnorodnych wiadomości, które uczeń musi sobie przypomnieć, odpowiednio wyselekcjonować i zastosować w działaniu. W ten sposób korelacja przyczynia się do kształtowania najważniejszej zdolności umysłowej człowieka, czyli **umiejętności twórczego myślenia**.

W obecnym modelu oświaty w Polsce, kształcenie transprzedmiotowe może być z powodzeniem realizowane w ramach zajęć pozalekcyjnych, których rola w związku z tym jest szczególnie istotna.

4. Twórczy uczeń

Podnoszenie poziomu wykształcenia przyrodniczego zależy w sposób szczególny od doskonalenia zdolności uczniów do twórczego myślenia. Zrozumienie zjawisk i procesów przyrodniczych wymaga postaw badawczych, indukcyjnych, niesformalizowanych i otwartych. Sukcesy w tej dziedzinie mogą odnosić uczniowie zdolni do formułowania śmiałych hipotez, opartych na głębokiej, ale odpowiednio rozległej wiedzy. Ukształtowanie takiej postawy jest poważnym wyzwaniem pedagogiczno-wychowawczym, ponieważ nie sprawdzają się tutaj klasyczne metody nauczania-uczenia się (Paris 1997). Uformowanie postawy twórczej dokonuje się w toku realizacji wieloetapowego procesu, który powinien być bardzo dokładnie przemyślany i zaplanowany. Wymaga to z jednej strony bardzo dobrego przygotowania nauczyciela, z drugiej natomiast dużej aktywności samego ucznia w realizacji procesu twórczego, który obejmuje kilka etapów: pobudzenia, rozpoznania, planowania, wykonania i korekty (Fisher 1999).

5. Idea metody projektów w kształceniu przyrodniczym

Jednym z istotnych zamierzeń trwającej reformy szkolnictwa jest ukierunkowanie na takie kształcenie, które ma prowadzić do samodzielnego przyswajania wiadomości i odpowiadających im umiejętności. Tak postawiony cel wymaga stosowania nowoczesnych metod nauczania, wśród których jedną z najcenniejszych jest **metoda projektów** (Królikowski 2000).

Metoda ta posiada szczególną wartość w kształceniu przyrodniczym, na co zwracano już wielokrotnie uwagę w dyskusji nad kształceniem ogólnym (Fisher 1999, Perrott 1999).

Wynika to z samej specyfiki takich dziedzin naukowych jak: fizyka, chemia, biologia czy geografia. Badania prowadzone w ramach tych dziedzin mają charakter empiryczny, wymagają długotrwałych obserwacji (pomiarów), a ich poprawne przeprowadzenie wymaga zastosowania matematyki i logiki. Metoda projektów, poszerza krąg przedmiotów wymagających korelacji do grupy matematyczno-przyrodniczej.

Uczestnicząc w projekcie uczniowie rozwijają w sobie wiele kluczowych dla procesu nauczania-uczenia się umiejętności. Do najistotniejszych należą:

- bezpośrednie badanie rzeczywistości
- korzystanie z nabytej uprzednio wiedzy
- zbieranie materiałów źródłowych
- wykorzystanie techniki komputerowej w badaniach przyrodniczych
- planowanie i organizowanie pracy.

Uczeń nabywa także umiejętności z zakresu komunikacji interpersonalnej, takich jak:

- współpraca w zespole
- prezentowanie wyników pracy
- podejmowanie merytorycznych dyskusji.

Metoda projektów bardzo dobrze koresponduje z zasadami kształcenia uczniów twórczych. Jak łatwo zauważyć, wymienione wyżej etapy twórczego myślenia idealnie odpowiadają podstawowym elementom metody projektów, która obejmuje:

- zainteresowanie problemem
- rozpoznanie czego problem dotyczy
- zaplanowanie badań (w tym harmonogram)
- wykonanie
- wnioski i autokorekty.

6. Przykładowe obszary badawcze w przedmiotach przyrodniczych

Analizując programy nauczania przedmiotów przyrodniczych dla uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych, można wyodrębnić obszary badawcze, w realizacji których szczególnie przydatna okazuje się metoda projektów.

Przykładowo można zaproponować następujące obszary badań przyrodniczych:

- Urbanizacja a zmiany środowiska przyrodniczego

Celem tego obszaru badań będzie nabycie przez uczniów umiejętności prowadzenia obserwacji dotyczących szeroko pojętych zmian antropogenicznych, zachodzących w środowisku ich zamieszkania. Uczniowie nauczą się wykonywać pomiary środowiskowe z wykorzystaniem podstawowych urządzeń. Zdobędą umiejętności wykonywania elementarnych analiz chemicznych i fizycznych. Poznają organizmy towarzyszące człowiekowi. W celu usystematyzowania i opracowania wyników badań posłużą się technikami komputerowymi, a swoje wyniki badań zestawią z materiałami źródłowymi.

- Wpływ przemysłu na życie człowieka

Celem obszaru badawczego będzie poznanie pozytywnych i negatywnych skutków rozwoju przemysłu. Jeden z działów tego obszaru dotyczy zrozumienia wpływu wybranych związków chemicznych na stan tzw. zdrowia fizycznego człowieka, drugi umożliwi poznanie nowoczesnych technologii chemicznych. Uczniowie nabędą umiejętności związanych ze zbieraniem materiałów źródłowych, prowadzeniem obserwacji fizjologicznych, podejmowaniem naukowo uzasadnionych działań prozdrowotnych.

- Organizmy genetycznie modyfikowane

Celem obszaru badawczego będzie uświadomienie uczniom korzyści i zagrożeń związanych z wykorzystaniem roślin genetycznie modyfikowanych. Zadaniem projektów powinno być zapoznanie z metodami otrzymywania roślin genetycznie modyfikowanych, (b) prawnie określonymi warunkami uprawy tych roślin i dystrybucji pochodzących z nich produktów.

- Ocena terenów przyrodniczo wartościowych

Celem obszaru jest nabycie umiejętności rozpoznawania terenów wyróżniających się pod względem walorów przyrodniczych oraz oceny ich wartości. Uczniowie określą kryteria istotne w tego typu ocenach i zastosują je w praktyce. Realizując projekty w ramach tego obszaru badawczego wykorzystywać mogą zarówno konwencjonalne jak i nowoczesne techniki sporządzania map (np. używając odbiorniki GPS). W wielu sytuacjach będą doskonalić umiejętności wykonywania prostych pomiarów terenowych, korzystania z różnego typu skal bonitacyjnych.

7. Podsumowanie

Naturalnym wzorcem dla kształcenia ogólnego w zakresie nauk przyrodniczych jest sama przyroda. Tak jak w przyrodzie nie ma wyraźnych granic między zjawiskami oraz procesami fizycznymi, chemicznymi czy biologicznymi, tak w nauczaniu o przyrodzie należy poszukiwać sposobów pozwalających postrzegać ją całościowo. Realizując kształcenie w systemie przedmiotowym trzeba pamiętać o korelowaniu celów i treści nauczania. Bardzo efektywnym narzędziem, które pozwala rozwijać wśród uczniów holistyczne spojrzenie na środowisko przyrodnicze człowieka jest kształcenie transprzedmiotowe, możliwe do realizacji w ramach zajęć pozalekcyjnych. Do najskuteczniejszych sposobów poprawy skuteczności nauczania należy metoda projektów edukacyjnych, rozwijająca u uczniów ich zdolności twórcze. Nauki przyrodnicze to dziedzina szczególnie bogata w interesujące

obszary badawcze. Realizując dobrze przemyślane i zaplanowane projekty edukacyjne uczeń nie tylko osiąga wiedzę o fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwościach środowiska w którym żyje, ale doskonali także swoje umiejętności matematyczne i zdolność logicznego myślenia.

Bibliografia

- Biologia. Jedność i różnorodność. Oprac. zbiorowe. Wyd. Szkolne PWN. Warszawa 2008.
- Anderson J. R. Uczenie się i pamięć. Integracja zagadnień. Tłum. E. Czerniawska. WSiP. Warszawa 1998.
- Fisher R. Uczymy jak myśleć. WSiP. Warszawa 1999.
- Królikowski J. Projekt edukacyjny. Wyd. CODN. Warszawa 2000.
- Kulpa J. Korelacja w nauczaniu. W: Encyklopedia Pedagogiczna pod red. W. Pomykała. Fundacja Innowacja. Warszawa 1997.
- Paris S. G. Stawanie się refleksyjnym uczniem i nauczycielem. Tłum. M. Janowski, M. Micińska. WSiP. Warszawa 1997.
- Perrott E. Efektywne nauczanie. Praktyczny przewodnik doskonalenia nauczania. Tłum. A. Janowski. WSiP. Warszawa 1999.