



Co z tą integracją? O fizyce w nauczaniu przyrody¹

Władysław Błasiak²

W ocenach największych osiągnięć ludzkości, pośród 100 wybitnych postaci, których dzieła wpłynęły najmocniej na życie ludzi, wskazuje się najwięcej fizyków (Newton, Einstein, Galileusz, Faraday, Maxwell, Heisenberg, Rutherford, Planck, Röntgen, Fermi, Euler). Pośród najbardziej wpływowych na losy świata postaci znalazły się tylko nazwiska dwóch pisarzy (Szekspir i Homer) [15]. Historia wysoko docenia znaczenie fizyki dla społeczeństwa.

W zintegrowanym nauczaniu przyrody treści z zakresu fizyki uważane są powszechnie za trudne [3], [7]. Skąd biorą się tę trudności? Jak je łagodzić? Jaką rolę winna pełnić fizyka w nauczaniu przyrody? Czy po kilku latach doświadczeń zintegrowanego nauczania potrafimy budować trwały fundament pod rozumienie przyrody? Czy rozumienie w biologii ma taki sam sens jak rozumienie w fizyce, chemii, geografii?

- **Trudności w nauczaniu i uczeniu się fizyki**

W nauczaniu fizyki można wskazać kilka przyczyn trudności, z których jedne tkwią w istocie fizyki, inne w barierach poznawczych uczniów, a jeszcze inne w pracy nauczycieli.

- **Fizyka**

Istotą fizyki jest budowanie modeli rzeczywistości oraz ich doświadczalne weryfikowanie. Stosowany powszechnie język matematyki ułatwia przewidywanie zjawisk fizycznych oraz projektowanie nowoczesnych urządzeń technicznych, które diametralnie zmieniają nasze życie.

- **Uczniowie**

Nasi uczniowie przechodzą w czasie kursu przyrody od fazy myślenia konkretnego do stadium operacji formalnych, dlatego w pierw-

¹ VI Ogólnopolskie Forum Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych „Człowiek w środowisku przyrodniczym. Relacje. Konflikty. Współdziałanie. Wyzwania”.

² Prof. dr hab. Władysław Błasiak, Akademia Pedagogiczna im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie.

szych dwóch latach kursu należy zrezygnować z precyzyjnych definicji oraz z wprowadzania terminów naukowych. Nie zwalnia to jednak nas od obowiązku dbania o jasność wypowiedzianych sądów.

Istotną barierę w nauczaniu przyrody stanowi wiedza potoczna [12], będąca wynikiem dotychczasowych doświadczeń dziecka. Doświadczenie życiowe pomaga dzieciom wytworzyć coś, co nazywany „zdrowym rozsądkiem”, wiedzą potoczną lub spontaniczną. Ta spontaniczna wiedza okazuje się niestety być bardzo trwałą i bardzo odporną na zabiegi edukacyjne nauczyciela.

Biorąc to pod uwagę musimy zwrócić szczególną uwagę na niebezpieczeństwo pozornego nauczania przyrody. Często bywa tak, że uczeń akceptuje na lekcjach naukowy obraz świata, uzyskuje pozytywne wyniki sprawdzianów wiedzy, zaś w praktycznych działaniach preferuje swoje dawne zdroworozsądkowe przyzwyczajenia, które okazują się być trwalsze niż efekty pospiesznego szkolnego nauczania.

W krajach, które wcześniej od nas wprowadziły do swoich programów zintegrowane nauczanie przyrody (**science**), zwraca się baczniejszą uwagę na naiwne wierzenia dzieci oraz błędne koncepcje rzeczywistości przyrodniczej. W literaturze angielskiej stosuje się wiele nazw na określenie wiedzy potocznej, np.: *preconceptions* – z góry wyrobione sądy; *everyday concepts* – pojęcia codzienne; *misconceptions* – błędne zrozumienie; *children's science* – wiedza dziecięca; *naive beliefs* – wierzenia naiwne; *Aristotelian ideas* – idee arystotelesowskie; *spontaneous reasoning* – rozumowanie spontaniczne; *intuitive knowledge* – wiedza intuicyjna.

Niżej podajemy kilka typowych przykładów wiedzy spontanicznej z zakresu fizyki, spotykanych u uczniów rozpoczynających nauczanie przedmiotów przyrodniczych w różnych krajach świata.

- ✓ Przeświadczenie o tym, że promienie świetlne wychodzą z oka człowieka. Dzieci często sądzą, że oko wysyła promienie, które po odbiciu od oglądanego przedmiotu wracają, przynosząc informacje o tym przedmiocie (mówi się, że: „rzucany na kogoś spojrzenie” lub „rzucamy okiem”).
- ✓ Przekonanie o tym, że do podtrzymania ruchu potrzebne jest jakieś działanie z zewnątrz.
- ✓ Przeświadczenie o tym, że ciała w próżni nic nie ważą.
- ✓ Przekonanie o tym, że w polu grawitacyjnym ciała cięższe spadają szybciej od ciał lekkich.

- ✓ Przekonanie, że na ciała o większej szybkości musi działać większa siła.
- ✓ Utożsamianie energii z siłą.
- ✓ Przekonanie o tym, że futro grzeje.

Skuteczność nauczania przyrody będzie istotnie lepsza, jeśli będziemy mieć dobre rozeznanie o wiedzy potocznej uczniów oraz błędach najczęściej przez nich popełnianych [13]. Powinniśmy często rozmawiać z nimi na temat ich zainteresowań oraz uważnie monitorować osiągnięcia.

o Nauczyciele

Ogromna większość nauczycieli przyrody jest z wykształcenia biologami lub geografami. Aby realizować idee zintegrowanego nauczania, nie tylko w obszarze treści, ale także metodyki nauczania, warto zadbać o wymianę doświadczeń i poglądów dydaktycznych, między biologami, fizykami, chemikami oraz geografami uczącymi lub zajmującymi się nauczaniem przyrody. Można wykorzystać do tego takie czasopisma, jak „Biologia w szkole”, „Geografia w szkole”, Fizyka w szkole, „Chemia w szkole”, czy „Aura” [4], [5], [8], [9], [14].

• Co to znaczy zrozumieć przyrodę [1], [18]

W podstawie programowej, w programach nauczania przedmiotów przyrodniczych, standardach i wymaganiach edukacyjnych, czy planach wynikowych - „**zrozumienie**” odnieniane jest przez wszystkie możliwe przypadki.

Nie ulega wątpliwości, że jednym z najważniejszych zadań nauczyciela przyrody jest inspirowanie uczniów do podejmowania trudu **zrozumienia przyrody**. Na tym etapie panuje powszechna zgodność. W praktyce bywa jednak różnie. Okazuje się, że każdy z nas nieco inaczej pojmuje „**rozumienie**” przyrody.

Dla mnie istota rozumienia przyrody sprowadza się do umiejętności **opisu** oraz umiejętności **wyjaśnienia** wybranych aspektów rzeczywistości przyrodniczej.

Pierwszym etapem poznawania przyrody jest **opisywanie**.

Opis sprowadza się do szukania odpowiedzi na pytania typu „**jak jest?**” lub „w jaki sposób coś się dzieje?”. Zazwyczaj polega to na poczynieniu obserwacji lub wykonaniu odpowiednich eksperymentów, a następnie uporządkowaniu i przedstawieniu ich wyników.

- ✓ Jak zbudowane jest ludzkie oko?
- ✓ Jak zmienia się z czasem masa ciała dorastającego człowieka?

- ✓ Jakie są charakterystyczne cechy motyli?
- ✓ W jaki sposób można uporządkować żywe organizmy?
- ✓ W jaki sposób zmienia się objętość ciała pod wpływem zmiany temperatury?
- ✓ Jak zachowuje się ludzka źrenica pod wpływem światła?
- ✓ W jaki sposób rozmnażają się rośliny?
- ✓ Jakie są podstawowe funkcje układu krwionośnego?
- ✓ W jaki sposób zmienia się z upływem czasu droga przebyta przez spadającą kroplę wody?
- ✓ W jaki sposób ułożone są barwy w tęczy na niebie?

Opisywanie przyrody wymaga umiejętności odróżniania istotnych cech obiektów i zjawisk od tych, które nie są istotne. Trafny wybór odpowiednich parametrów nastęrcza wiele trudności, nie tylko uczniom, ale także profesjonalnym przyrodnikom.

Drugi etap poznawania przyrody to **wyjaśnienie**. Jest ono najczęściej odpowiedzią na pytanie typu: „**dłaczego tak jest?**”.

- ✓ Dlaczego utrzymujemy równowagę podczas jazdy na rowerze?
Uczeń musi wiedzieć co to jest siła odśrodkowa i w jaki sposób ona działa w układzie nieinercyjnym.
- ✓ Dlaczego ryby nie toną?
Uczeń musi znać prawo Archimedesesa, prawo grawitacji oraz umieć dodawać siły.
- ✓ Dlaczego ptaki latają?
Do wyjaśnienia trzeba znać III zasadę dynamiki Newtona, oraz prawa przepływu dla gazów.
- ✓ Dlaczego woda jest mokra?
Wyjaśnienie wymaga znajomości sił wzajemnego oddziaływania różnych rodzajów cząsteczek.
- ✓ Dlaczego dzieci są zazwyczaj podobne do swoich rodziców?
Potrzebna jest wiedza na temat mechanizmów dziedziczenia.
- ✓ Dlaczego pioruny uderzają najczęściej w wysokie budynki i drzewa [5].
Należy znać sposoby elektryzowania ciał oraz prawa elektrostatyki.
- ✓ Dlaczego tęcza ma kształt łuku?
Należy znać prawa optyki geometrycznej.

Dzieci uwielbiają zadawać takie pytania. One oczekują prostych, zrozumiałych wyjaśnień. Nasze wyjaśnienia muszą jednak być dostosowane do ich możliwości percepcyjnych. To wymaga elementaryzacji wiedzy.

Wyjaśnianie jest znacznie trudniejsze od opisywania. Wymaga konstruowania modeli rzeczywistości opartych na uniwersalnych prawach

przyrody. Do takich można zaliczyć mikroskopowy model budowy materii, model układu planetarnego, model centralnego układu nerwowego, model ludzkiego serca, oka i wiele innych [12].

Wyjaśnianie nigdy nie jest pełne i nigdy nie jest ostateczne. Historia wszystkich nauk przyrodniczych pokazuje, że zawsze można wyjaśnić coś głębiej, wszechstronniej, pełniej. Wskazanie przyczyny wywołuje chęć szukania kolejnej przyczyny ciągu zdarzeń. Stare, proste modele zastępowane są nowymi, bardziej doskonałymi. **Rozumienie nie ma końca.**

- ✓ Model zjawiska tęczy wykreowany przez Arystotelesa został zastąpiony modelem Kartezjusza bazującym na prawach optyki geometrycznej, a następnie falowym modelem Airy'ego.
- ✓ Model atomu Thomsona został zastąpiony modelem Rutherforda, potem Bohra, a ten został wyparty przez model mechaniki kwantowej Heisenberga i Schroedingera.
- ✓ Geocentryczny model układu planetarnego Ptolomeusza został zastąpiony przez heliocentryczny model Kopernika.
- ✓ Prosty model gazu doskonałego został udoskonalony przez model van der Waals'a, a potem kolejne, coraz lepsze modele.
- ✓ Model mechaniki klasycznej stworzony przez genialnego Newtona został wchłonięty przez teorię relatywistyczną Einsteina.

Kiedy stary model można zastąpić lepszym, nowym modelem? Co to znaczy, że model jest lepszy? Kiedy jedno wyjaśnienie jest lepsze od drugiego?

W naukach przyrodniczych kryterium jest proste. Lepsze są te modele, które dają wyniki bardziej zgodne z faktami doświadczalnymi.

Opisywanie przyrody związane jest najczęściej z obserwacją i eksperymentem, a wyjaśnianie z budowaniem modeli rzeczywistości przyrodniczej. To rozróżnienie nie jest jednak ostre, ponieważ obserwacje i eksperymenty bazują na naszych wyobrażeniach (modelach) o świecie realnym, a te wywierają wpływ na planowanie, przeprowadzanie i interpretację wyników kolejnych obserwacji i eksperymentów.

Najwyższym „stopniem wtajemniczenia” przyrodnika, nagrodą za rozumienie, jest **umiejętność przewidywania** przebiegu zjawisk przyrodniczych.

Potrafiemy np. przewidzieć:

- ✓ pogodę (na kilka najbliższych godzin);

- ✓ czas podróży na Marsa;
- ✓ położenia ciał niebieskich (planet, planetoid, księżyców, komet i satelitów);
- ✓ właściwości materii w określonych warunkach;
- ✓ przemiany energetyczne, które zajądą w olbrzymich gwiazdach oraz maleńkich komórkach żywych organizmów.

Staramy się coraz głębiej poznawać uniwersalne prawa przyrody, bo mamy nadzieję, że pozwoli to nam na bardziej precyzyjne przewidywanie zjawisk atmosferycznych, ruchów skorupy ziemskiej, skutków działalności przemysłowej, efektów leczenia groźnych chorób, zachowań istot żywych i wielu innych czynników ważnych dla życia na Ziemi.

Przyrody uczymy po to, aby dać młodym ludziom szansę lepszego jutra. Przyszłość będzie dla nich zdecydowanie bardziej przyjazna, jeśli wyposażymy ich w umiejętność rozumienia, czyli **opisywania, wyjaśniania** oraz **przewidywania** nowych sytuacji, które przynosi życie.

Ambicją większości młodych ludzi jest rozumienia świata. Jeden chce zrozumieć jak działa radiodbiornik, inny chce zrozumieć, dlaczego słoń ma grube nogi, dlaczego sól jest słona, dla kogo kwitną kwiaty, dlaczego tęcza jest kolorowa? Lista podobnych pytań stawianych przez młodych ludzi na lekcjach przyrody nie ma końca. Doświadczenie uczy niestety, że po paru latach nauczania uczniowie przestają zadawać trudne pytania. Aby ich naturalne zaciekawienie światem przyrody przerodziło się z czasem w stabilne zainteresowanie należy ich odpowiednio motywować [2], [6], [10], [11].

Rozumienie ma wiele znaczeń. U naukowca pełni ono funkcję poznawczą, zaś w przypadku nauczania służy rozwojowi dziecka. Bez rozumienia przyrodnika nie ma rozwoju nauk przyrodniczych, bez rozumienia w nauczaniu przyrody rozwój dziecka może ulec poważnym zahamowaniom.

- **Uczymy dla zrozumienia nieznannej przyszłości**

Budując fundamenty pod dom wiemy już, jaki ma być jego finalny kształt. Ucząc przyrody jesteśmy w trudniejszej sytuacji, ponieważ kształt gmachu praw przyrody nie jest jeszcze znany. Nie potrafimy przewidzieć jakie będą największe wyzwania i potrzeby ludzkości w czasie, w którym nasi uczniowie zajmą nasze miejsca. Nasi nauczyciele także nie byli w stanie przewidzieć burzliwego rozwoju komputeryza-

cji, telefonii komórkowej, zagrożeń energetycznych, ery terroryzmu i wielu innych zjawisk.

W sytuacji, w której nie wiadomo jakie treści szczególnie należy eksponować w programach nauczania, powinniśmy skoncentrować się na kształtowaniu kluczowych umiejętności, które pozwolą uczniom pokonywać czekające ich, nieznane wyzwania.

- **Kluczowe umiejętności kształtowane przez elementy fizyki w programie nauczania przyrody**

Lista umiejętności kluczowych kształtowanych przez fizykę jest bardzo długa. Umiejętność czytania ze zrozumieniem (język fizyki nie jest łatwy), umiejętność obserwowania, umiejętność stawiania pytań i weryfikowania hipotez, umiejętność planowania obserwacji i doświadczeń, umiejętność sprawnego poszukiwania informacji, umiejętność jasnego prezentowania argumentów, w tym także umiejętność przedstawiania informacji w postaci graficznej, umiejętność krytycznej oceny oraz umiejętność samooceny, umiejętność rozwiązywania zadań i problemów w twórczy sposób.

Łamy tej pracy nie pozwalają na szczegółowe ich omawianie. Za-interesowane osoby odsyłam do literatury [11], [12]. Wskażę tylko jedną z interesujących możliwości wczesnego kształtowania umiejętności twórczego myślenia w tzw. zadaniach typu Fermiego [18]. Niżej podajemy kilka przykładów.

- ✓ Ile kg chleba zjesz w swoim życiu?
- ✓ Jaka jest liczba włosów na głowie kolegi?
- ✓ Jak długo podróżowałbyś na Słońce poruszając się z szybkością samochodu?
- ✓ Jak długo kopałbyś tunel przechodzący przez środek Ziemi, gdybyś dziennie posuwał się o 1 m?
- ✓ Ile kilometrów drogi przebędziesz w drodze do szkoły w czasie tego roku szkolnego?
- ✓ Ile kg wody jest w Twoim ciele?
- ✓ Wyznacz zawartość wody w ręczniku.
- ✓ Ile atomów jest w szklance wody?
- ✓ Ile żarówek elektrycznych można zasilić energią słoneczną padającą na powierzchnię dachu domu, w którym mieszkasz?
- ✓ Ile razy w ciągu swojego życia będziesz musiał przekręcić klucz w zamku swojego mieszkania.

W zadaniach tego typu uczeń sam musi doprecyzować warunki zadania, dobrać „dane” i „szukane”, wybrać właściwy sposób postępowania. To bardzo duży wysiłek intelektualny. Rozwiązywanie tego typu problemów czyni nauczanie bardziej wiarygodnym. Nauczanie ma przecież przygotować młodych ludzi do życia, a życiu nikt nam nie wypisuje wszystkich wartości danych i szukanych.

- **Uczyć i WYMAGĄĆ**

Chcesz być czymś w życiu, to się ucz,
Abyś nie zginął w tłumie;
Nauka - to potęgi klucz,
W tym moc, co więcej umie
Ignacy Baliński

Wyniki współczesnych badań psychologicznych wskazują na to, że do osiągnięcia mistrzostwa w każdej dziedzinie prowadzi **ciężka systematyczna praca**, pod uważnym okiem dobrego nauczyciela. Nie ma innej królewskiej drogi. Do efektywnego rozwoju liczy się wytężona nauka, wymagająca bezustannego zmagania z wyzwaniami leżącymi na granicy zasięgu aktualnych możliwości uczącego się. Pójście na łatwiznę jest złą manierą polskiej oświaty.

Nawet cudowne dzieci, takie jak Newton (fizyka), Gauss (matematyka), Mozart (muzyka), Fischer (szachy), musiały wykonać ogromną pracę, większą niż inni, zaczynając wcześniej. Do osiągnięcia sukcesu nie jest koniecznie potrzebny wrodzony talent, lecz solidna praca. [17].

Ciężka, systematyczna praca wymaga oczywiście bardzo silnej **motywacji** [16], [19]. Bez niej trudno o dydaktyczny sukces. W racjonalnej integracji fizyki z biologią, geografią oraz chemią, upatruję szansę wzbudzania fascynacji młodych ludzi zjawiskami przyrodniczymi [12].

LITERATURA

- [1] Białkowski G., *Co to znaczy rozumieć w fizyce*, Delta, nr 4, 1981.
- [2] Błasiak W., *Jak zainteresować uczniów przyrodą?* Edukacja Przyrodnicza, zeszyt pierwszy, Warszawa – Wrocław, grudzień 2000.
- [3] Błasiak W., *Co z tą fizyką*, Konspekt nr 2, Kraków 2005.
- [4] Błasiak W., *Fizyka w przyrodzie*, Biologia w Szkole Nr 4, 2005.
- [5] Błasiak W., *Nauczanie przyrody*, Fizyka w Szkole, Nr 2/3, 2000.

- [6] Błasiak W., *Nauczanie przyrody*, Problemy studiów nauczycielskich nr 20, Wydawnictwo Naukowe WSP, Kraków 1999.
- [7] Błasiak W., *O odpowiedzialności polskich fizyków za katastrofalny stan nauczania fizyki*, Materiały XXX Zjazdu Fizyków Polskich, Katowice 1997.
- [8] Błasiak W., *Prawa fizyki, a życie w przyrodzie*, Biologia w Szkole nr 5, 2005.
- [9] Błasiak W., *Problemy językowe w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, Fizyka w Szkole, Nr 1, 1997.
- [10] Błasiak W., *Przygoda z przyrodą. Poradnik dla nauczyciela – klasa IV*, Oficyna Edukacyjna* Krzysztof Pazdro Sp. z o.o., Warszawa 2005, ISBN 83-89023-33-4.
- [11] Błasiak W., *Przygoda z przyrodą. Poradnik dla nauczyciela – klasa V*, Oficyna Edukacyjna* Krzysztof Pazdro Sp. z o.o., Warszawa 2006.
- [12] Błasiak W., *Przyroda. Program nauczania*, Oficyna Edukacyjna* Krzysztof Pazdro Sp. z o.o., Warszawa 2005.
- [13] Błasiak W., Turkiewicz D., *Na tropach błędów w nauczaniu fizyki*, Fizyka w Szkole nr 5, 1998.
- [14] Błasiak W., *Wiosenne burze z piorunami*, Biologia w Szkole nr 3, 2006.
- [15] Hart Michael H., *100 postaci, które miały największy wpływ na dzieje ludzkości*, Świat Książki, Warszawa 1996.
- [16] McGinnis A.L., *Sztuka motywacji*, Oficyna Wydawnicza "Vocatio", W-wa 1992.
- [17] Ross P., *Umysł mistrza*, Świat Nauki, wrzesień 2006.
- [18] Sawicki M., „Rozumienie” w nauczaniu fizyki, Fizyka w szkole, nr 1, 2005.
- [19] Turski Ł., Tatarkiewicz J., *Czy fizyka może być społecznie użyteczna*, Wiedza i Życie, Nr 1-2, 1990.