

Jak uczyć przedmiotów przyrodniczych?

Ziemia jest płaska!

Podstawowym zadaniem, jakie stoi przed każdym nauczycielem przyrody, wcale nie jest nauczenie dzieci, jak brzmi II zasada dynamiki.

Pewnego razu, podczas wykładu popularnonaukowego dla pierwszej klasy gimnazjum, zapytałem słuchaczy, jakiego kształtu jest Ziemia. Pytanie to okazało się bardzo proste. Natychmiast z sali padły odpowiedzi, że Ziemia jest kulista. Po chwili, gdy wrzawa ustała, niektórzy nawet zaczęli mówić, że Ziemia wcale nie jest idealną kulą, ale jest spłaszczone na biegunach wskutek obrotu Ziemi wokół własnej osi. Następnie usłyszałem nawet, że powierzchnia Ziemi też nie jest oczywiście gładka, tylko troszkę poszarpana. Mamy przecież góry, rzeki i doliny...

Po chwili zadałem drugie pytanie, wg mnie bardziej istotne od poprzedniego: „Skąd wiemy, że Ziemia jest kulą?”. Wtedy na sali zapadła cisza. Było dla mnie bardzo uderzające, że na tak fundamentalne pytanie nikt z uczniów nie potrafił udzielić przekonującej odpowiedzi. Wtedy zrozumiałem, skąd bierze się taki olbrzymi problem w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych i dlaczego fizyka jest jedną z najmniej lubianych szkolnych lekcji. Jest to wina nas, DOROSŁYCH! W szkole, zamiast uczyć dzieci logicznego myślenia, uczymy mówić wyuczonymi schematami.

„Skąd to wiadomo?”

Jestem przekonany, że podstawowym zadaniem, jakie stoi przed każdym nauczycielem przyrody, wcale nie jest nauczenie dzieci, jak brzmi II zasada dynamiki albo jaka jest budowa żabiego serca. To są informacje oczywiście bardzo ważne i potrzebne, ale dużo ważniejsze jest zaszczepienie u dzieci nawyku zadawania dwóch pytań: „Skąd to wiadomo?” i „Dlaczego tak jest?”. To właśnie poprzez te pytania młody człowiek może, odpowiednio pokierowany przez pedagoga, sam dojść do istoty jakiegoś prawa przyrody bez konieczności uczenia się formułki na pamięć. Zysk z takiego podejścia jest potrójny. Po pierwsze, uczeń nie tylko zna owo prawo, ale również rozumie jego treść. Po drugie, jest przekonany o jego słuszności, bo sam na drodze logicznego myślenia je odkrył. To sprawia, że jego droga poznawania świata praktycznie nie różniła się w tym przypadku od drogi, jaką musiał przejść uczonec, który jako pierwszy dane prawo odkrył.

Po chwili zadałem drugie pytanie, wg mnie bardziej istotne od poprzedniego: „Skąd wiemy, że Ziemia jest kulą?”. Wtedy na sali zapadła cisza.

Trzeci zysk jest najważniejszy, choć nie przychodzi natychmiast. Oto po wielu takich intelektualnych wyzwaniach dziecko posiada najważniejsze narzędzie, z jakim powinno wkroczyć w dorosłe życie: owo narzędzie pozwala mu rozstrzygać, co jest prawdą, a co fałszem. Sceptycyzm przyrodniczy sprawia, że potrafi ono wyciągać racjonalne wnioski z obserwacji otaczającego go świata. Gdy z tą umiejętnością trafi kiedyś na szarlatana, który mu powie, że układając piętnaście kart w trzech rzędach i odkrywając co drugą, będzie mogło przewidzieć swoją przyszłość, nie uwierzy mu od razu. Najpierw się zastanowi, czy to w ogóle ma sens. Jeśli nadal



Powinniśmy uczyć przedmiotów przyrodniczych poprzez pokazywanie doświadczeń. Bo testy doświadczalne są najlepszym kryterium w rozstrzygnięciu o prawdzie.

będzie wątpiło, to przeprowadzi przyrodniczy test, którego nauczyło się w szkole, i sprawdzi, czy istnieją jakieś dowody przemawiające za danym stwierdzeniem. Jeśli będzie miało dobrze zaszczepiony zmysł przyrodnika, będzie samo potrafiło przeprowadzić test empiryczny, który natychmiast obali niepraw-

dziwe stwierdzenia. Sama znajomość treści II zasady dynamiki tu nie pomoże, ale ogólna wiedza o tym, jak działa otaczający nas świat i jak ludzkość dochodziła do kolejnych przybliżonych modeli opisujących naszą rzeczywistość, już tak.

Doświadczenia!

Właśnie dlatego powinniśmy z wielkim zaangażowaniem uczyć przedmiotów przyrodniczych poprzez pokazywanie doświadczeń. Bo to właśnie testy doświadczalne są najlepszym kryterium w rozstrzygnięciu o prawdzie. Niejedną piękną teorię naukową już obalili i niejedną brzydkią wyniosli na piedestał.

Podczas mojego wykładu gimnazjaliści nie potrafili uzasadnić tezy, że Ziemia jest kulista. Dlatego zupełnie zmieniałem strategię i postanowiłem „udowodnić” im, że Ziemia jest płaska! Skoro ktoś nie zna dowodów na kulistość Ziemi, to dlaczego miałby być o tym przekonany? Zresztą z kulistością Ziemi są przecież tylko same problemy. Kilkunastoletni człowiek nie ma zazwyczaj jeszcze wyrobionej intuicji geometrycznej i przyrodniczej – trudno jest mu sobie wyobrazić człowieka chodzącego na przeciwnej półkuli „do góry nogami” albo kamienie, które po przeciwnej stronie Ziemi spadają w drugą stronę. Poza tym wystarczy rozejrzeć się wkoło. Czy ktoś z nas odczuł kiedyś, że Ziemia, którą ma pod nogami, jest „zagięta”? Kiedy idę ulicą, nie mam żadnych wątpiwości, że idę po płaskiej powierzchni. Zadając takie prowokacyjne pytania uczniom, uruchamiamy w nich żądzę pokonania nauczyciela. Informacja o tym, że Ziemia jest okrągła, jest tak bardzo zakodowana w głowie, choć bez żadnych dowodów, że intuicja nakazuje przeciwstawić się nedorzecznym stwierdzeniom o płaskiej Ziemi. Zaczynają szukać dowodów sami. I to jest pierwszy, najważniejszy, element poznawania świata. Uruchomić w dziecku chęć znalezienia dowodu na postawioną hipotezę.

Wbrew pozorom kulistość Ziemi jest bardzo łatwo uzasadnić i wystarczy tylko lekko naprowadzić uczniów, aby sami znaleźli odpowiednie dowody. Najprostszym z nich to istnienie horyzontu. Sam fakt, że horyzont istnieje, już jest dowodem na to, że Ziemia albo się gdzieś kończy, albo nie jest płaska. Gdyby bowiem Ziemia miała kształt nieskończonej płaszczyzny, to horyzont nie istniałby. Łatwo sobie uźmysłować, że wtedy moglibyśmy spojrzeć dowolnie daleko. Skoro zatem horyzont istnieje, to płaska Ziemia nie może być nieskończona. Jak można wykluczyć, że Ziemia jest

płaska, ale skończona? Wystarczy zauważyć, że horyzont istnieje zawsze i w każdym kierunku odległość od niego jest mniej więcej taka sama. Nie zależy to zupełnie od miejsca, gdzie na Ziemi się znajdujemy. Dla człowieka o średnim wzroście horyzont wydaje się być w odległości mniej więcej czterech – pięciu km. Gdyby Ziemia była płaska, ale skończona, to nie ulega

wątpiwości, że moglibyśmy przysunąć się do jej granicy, podejść do horyzontu. W zależności od miejsca na Ziemi zmieniałyby się zatem odległość do horyzontu. Czegoś takiego nie obserwujemy.

Są oczywiście i inne dowody na kulistość Ziemi – zdjęcia satelitarne, kształt cienia Ziemi na Księżycu itp. Jednak przykład z horyzontem jest wg mnie najlepszym dowodem, bo pozwala się przekonać o kształcie Ziemi samodzielnie, nie wymaga przyjmowania na wiarę innych twierdzeń. Pozwala też na tym prostym przykładzie zdemontować zasadę naukowej dedukcji wg schematu: obserwacja – możliwe wnioski – eliminacja fałszywych wniosków na podstawie innych obserwacji – hipoteza naukowa. W tym przypadku schemat ten przebiega następująco. Widzę, że istnieje horyzont. To oznacza, że Ziemia nie może być płaska i nieskończona. Musi być zatem albo płaska i skończona, albo nie być płaska. Gdyby była płaska i skończona, to odległość do horyzontu zmieniałyby się wraz ze zmianą miejsca na Ziemi i mogłaby być różna dla różnych kierunków patrzenia. Nie obserwuję takiego zjawiska, zatem jedyne, co pozostaje, to odrzucenie hipotezy, że Ziemia jest płaska. Jaka zatem może być? Nie wiem, ale stawiam hipotezę, że jest kulista, bo tylko dla kuli odległość do horyzontu nie zmienia się wraz ze zmianą miejsca, z którego dokonuję obserwacji.

Nauka może być przygodą

Przedstawiony przeze mnie przykład jest bardzo prosty i być może wydaje się zbyt nudny dydaktycznie. Sam miałem takie obawy, zanim pierwszy raz przeprowadziłem takie rozumowanie ze swoimi słuchaczami. Muszę jednak powiedzieć, że takiego zaangażowania i tego błysku w oku dawno nie widziałem. Wtedy zrozumiałem, że dzieci potrafią zajmować się rzeczami nawet najbardziej oczywistymi, jeśli tylko dobrze zbudujemy atmosferę przygody, której celem jest poszukiwanie prawdy. Zresztą z kształtem Ziemi związana jest jeszcze jedna nedorzeczna sprawa, którą często wpaja się dzieciom w szkole bez żadnego

Młody człowiek może, pokierowany przez pedagoga, sam dojść do istoty jakiegoś prawa przyrody bez konieczności uczenia się formułki na pamięć.

zająknięcia. Chodzi o rzeczywisty kształt Ziemi. Skrupulatność, z jaką tłumaczy się w szkole, że Ziemia nie jest idealną kulą, ale jest lekko spłaszczona na skutek wirowego jej ruchu, budzi we mnie zawsze silny sprzeciw. Jak to możliwe, że podczas zajęć tak mało czasu poświęcamy na pobudzenie uczniów do myślenia, a przykładamy tak dużo wagi do tego trzeciorzędnego szczegółu?

Tak, tak! Spłaszczenie biegunowe Ziemi naprawdę jest efektem, który powinno się zupełnie pomijać podczas zajęć. Ewentualnie można go zaprezentować jako miłą ciekawostkę na zakończenie lekcji, aby pobudzić w uczniach przekonanie, że zbudowany przez nas model kulistej Ziemi wymaga lekkich poprawek. Zapewne w tym momencie troszkę nadszarpnąłem zaufania Czytelnika do moich wywodów, dlatego śpieszę z wyjaśnieniami.

Zacznę może jednak od retorycznego pytania. Czy gdyby ktoś nam powiedział, że piłka koszykowa nie jest idealną kulą, ale jest lekko spłaszczona o – powiedzmy – 2 mm, to uznalibyśmy to za informację ciekawą? Wiedząc, że promień piłki to ponad 11 cm, natychmiast stwierdzilibyśmy, że taka mała „niedoróbka” zupełnie nie powinna być brana pod uwagę. Szczególnie w sytuacji, gdy pierwszy raz rozmawiamy z kimś o kształcie piłki. Dużo ważniejsze wydatyby nam się

Żyjemy w świecie informacji i jesteśmy non stop zasypywani różnymi liczbami

wyżłobienia na jej powierzchni, które ułatwiają trzymanie piłki koszykarzowi. Dlaczego zatem, do diaska, w szkole mówimy tak wyraźnie o spłaszczeniu Ziemi? Przecież różnica w długości pomiędzy promieniem równikowym a biegunowym to zaledwie 22 km! Biorąc pod uwagę, że średni promień Ziemi to 6371 km, łatwo jest sprawdzić, że stosunek tych dwóch wielkości to mniej niż 0,4 proc. Gdyby piłka koszykowa była w takim stopniu zdeformowana, oznaczałoby to, że jej promień „równikowy” różni się od „biegunowego” o – UWAGA – 0,4 mm. Przecież to jest zupełnie marginalna sprawa. W świetle tego porównania Ziemia naprawdę jest idealną kulą. Te wszystkie owalne rysunki, które rysujemy na tablicy, albo co gorsza te, które są umieszczone czasami w podręcznikach, trzeba naprawdę brać z wielkim dystansem. Nie ma lepszego sposobu na narysowanie kształtu Ziemi niż użycie cyrkla. Do wszystkich zaś nauczycieli przedmiotów przyrodniczych apeluję, aby podczas zajęć albo w ogóle nie mówili o spłaszczeniu Ziemi, albo robili to z wielką ostrożnością, podając choćby przykład z piłką koszykową. Przekazując jakąś informację dzieciom, musimy się zawsze upewnić, że dobrze rozumieją nie tylko sam problem, ale również jego skalę. Mówienie, że różnica promieni jest równa 22 km, nie jest informacją wystarczającą, a wręcz może prowadzić do nieporozumienia. Trzeba ją koniecznie odnieść do rzeczywistych rozmiarów Ziemi.

Nie daj się manipulować

Dyskusję o rzeczywistym kształcie Ziemi zawsze wykorzystuję w innym kontekście – manipulacji liczbami. Żyjemy w świecie informacji i jesteśmy non stop zasypywani różnymi liczbami dotyczącymi gospodarki, pogody, życia społecznego, politycznego itd. Wydaje się, że przykład z kształtem Ziemi doskonale ilustruje, jak gołe liczby, nieodniesione do rozmiarów całego zagadnienia, mogą posłużyć zbudowaniu tezy, która jest nieprawdziwa. Choć liczby są całkowicie prawdziwe, to służą uzasadnieniu twierdzenia, które stoi w całkowitej do nich sprzeczności. Nawiasem mówiąc, tak jest niestety z całym tym zamieszaniem wokół ocieplenia klimatu. Zonglując odpowiednimi danymi i wybierając tylko te, które są „dobre”, można zbudować każdą z następujących tez: średnia temperatura na Ziemi się podnosi, średnia temperatura na Ziemi się obniża, średnia temperatura na Ziemi nie zmienia się. Następnie do każdej z nich można, za pomocą odpowiednio wyselekcjonowanych liczb, uzasadnić przyczynę takiego stanu rzeczy: odpowiedzialny jest za to człowiek i jego

działalność lub jest to naturalny proces zupełnie niezależny od człowieka. Prawda jest natomiast taka, że rzetelnej analizy wszystkich danych odniesionych do rozmiarów całego zagadnienia nikt jeszcze nie przeprowadził, bo jest to bardzo trudne, jeśli w ogóle możliwe. Stawanie dziś zatem po którejkolwiek ze stron sporu klimatycznego byłoby nonsensem. Jeśli kilka wyrwanych z kontekstu liczb jest w stanie nas przekonać do jakiegoś twierdzenia, to przykro mi to stwierdzić, ale w praktyce nie różnimy się niczym od wróżek i radiestetów. A przykład z kulistością Ziemi jest tutaj wręcz uderzający.

Jak rozłożyć akcenty?

Gdy na początku mojego wykładu uczniowie powiedzieli mi, że Ziemia jest kulą, lekko spłaszczoną i z nierówną powierzchnią, podejrzewałem, że nauczyciel źle rozłożył akcenty podczas poruszania tego problemu. Pewności nabrałem, gdy nie potrafili znaleźć w głowie ani jednego dowodu na kulistość globu. Nauczyciel skupił się na rzeczach zupełnie marginalnych, a nie podjął tematu najważniejszego. Zachował się jak jasnowidz: przekazał tajemną wiedzę o kształcie Ziemi i nakazał jej zapamiętanie bez żadnej weryfikacji. Co gorsza, zapewne z kartkówki postawił dwójce uczniom, którzy napisali, że Ziemia jest kulą, a nie geoidą. Gdyby natomiast, przygotowując się do lekcji, podzielił na kalkulatorze choćby wysokość Mount Everestu przez promień Ziemi, zauważyłby, że kulę o tak gładkiej powierzchni jak powierzchnia Ziemi nie jest wcale tak łatwo znaleźć. Jeśli zachowamy ten stosunek, to na powierzchni wspomnianej już przez nas piłki koszykowej Mount Everest miałby wysokość 0,2 mm. W odniesieniu do swoich rozmiarów nasza Ziemia nie tylko jest idealną kulą, ale również jej powierzchnia jest niemal idealnie gładka.

W mojej ocenie to właśnie z taką wiedzą oraz umiejętnością jej uzasadnienia uczeń powinien wyjść z lekcji przyrody. Nie wiem, jak to się dzieje, ale bardzo często wychodzi z wiedzą całkowicie odwrotną. Jeśli nie będziemy zwracali uwagi na takie subtelności podczas zajęć z dziećmi, to nie dziwnym jest później, że na przykład tzw. ekolodzy podczas dyskusji energetycznych zupełnie nie czują skali problemu. Po ukończeniu szkoły

Dlaczego zatem, do diaska, w szkole mówimy tak wyraźnie o spłaszczeniu Ziemi?

ludziom dużo łatwiej jest przypomnieć sobie definicję kilowatogodziny (choć też jest to dość kłopotliwe) niż uzmysłowić, że wielkość posiadająca jednostkę nie może być obiektywnie duża albo mała. Może taka być jedynie w odniesieniu do innej wielkości o tej samej jednostce. Pytanie o to, czy energia produkowana w ciągu roku przez średniej wielkości wiatrak (ok. 1,5 GWh) to dużo czy mało, nie ma sensu! W porównaniu z energią potrzebną do zagotowania litra wody to bardzo dużo. W porównaniu z energią elektryczną zużywaną przez całą polską gospodarkę (w roku 2008 było to ponad 153 tys. GWh) to kropla w morzu potrzeb.

Dlatego tak ważne jest zwracanie uwagi podczas lekcji przyrody na jednostki wielkości mierzonych. Bez nich liczby nie mówią i mogą posłużyć zmanipulowaniu faktów. Pierwsza lekcja, na której omawiamy z dziećmi zagadnienie kształtu Ziemi, jest dobrym momentem, aby to przyrodnicze uświadamianie rozpocząć. Warto o tym pamiętać!

Tomasz Sowiński

Autor jest pracownikiem Instytutu Fizyki PAN oraz Wydziału Biologii i Nauk o Środowisku UKSW

POLSKI DOM KREACJI

realizuje projekt

WARSZTATY I PRAKTYKA W ZAWODZIE DYDAKTYKA

Jesteś nauczycielem zawodu lub instruktorem? Zdobądź nowe umiejętności, dzięki którym skuteczniej przekażesz wiedzę młodzieży!

Projekt potrwa do 29 lutego 2012 roku



ODBIORCY:

50 nauczycielek i nauczycieli przedmiotów zawodowych i instruktorów praktycznej nauki zawodu z liceów profilowanych, techników i szkół policealnych

CELEM PROJEKTU JEST

- zachęcenie nauczycieli do podnoszenia kwalifikacji
- skłonienie kadry kształcenia zawodowego do zdobywania nowych umiejętności
- zaspokojenie oczekiwań uczniów i pracodawców europejskiego rynku pracy
- podniesienie kompetencji i wiedzy kadry nauczycielskiej
- wzmocnienie prestiżu zawodu dydaktyka

POLSKI DOM KREACJI
przygotuje materiały szkoleniowe i program doskonalenia zawodowego,
zorganizuje seminaria i warsztaty dla kadry dydaktycznej oraz praktyki w zakładach pracy

Zmienia się otoczenie, zmień się i Ty!
Sprawdź szczegóły na stronie internetowej

WWW.WARSZTATYDLADYDAKTYKA.PL

KONTAKT Z BIUREM PROJEKTU
POLSKI DOM KREACJI SP. Z O.O.
40-048 KATOWICE, UL. KOŚCIUSZKI 42/10
TEL./FAX 032 203 03 85, 032 204 21 42

CZŁOWIEK - NAJLEPSZA INWESTYCJA!



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

MINISTERSTWO
EDUKACJI
NARODOWEJ

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego