

Edukacja przyrodnicza

monografia pod redakcją

Piotra Bieńka

UNIwersytet Pedagogiczny w Krakowie
Kraków 2016

Redakcja

Piotr Bieniek

Recenzja

Prof. Wiktor Osuch (Uniwersytet Pedagogiczny)

Prof. Grzegorz Karwasz (Uniwersytet Toruński)

Dr hab. Małgorzata Nodzyńska (Uniwersytet Pedagogiczny)

Dr Marcin Chrzanowski (Uniwersytet Warszawski)

Okladka

Ewelina Kobyłańska

ISBN 978-83-8084-040-9

Reformy szkolne a nauczanie Przyrody

1. Miotani falami reform

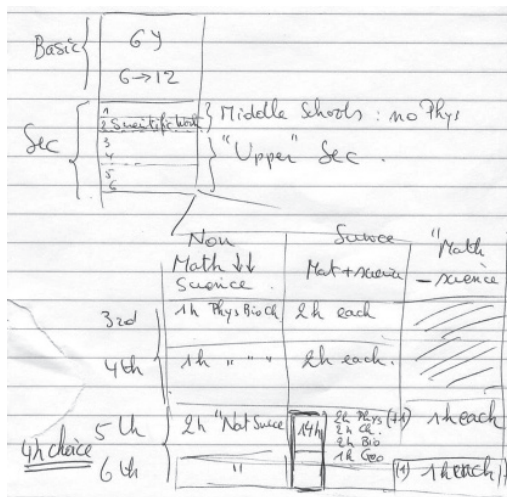
Stan oświaty mierzymy zasobnością portfeli obywateli, ale nie dziś, tylko za jakieś 25 lat. Bez wątplenia system edukacji narodowej, ten sprzed ponad ¼ wieku odniósł sukces: w okresie od 1990 roku Polska uzyskała stabilność polityczną oraz podwoiła dochód narodowy w porównaniu do innych państw, włączając RFN. Dość paradoksalnie, nieoczekiwane pozytywne zmiany polityczne i ekonomiczne w Polsce, wyzwoliły chęć wysoce spontanicznej¹ reformy edukacyjnej. Jak pisze prof. Bogusław Śliwerski (2008): „W post-socjalistycznej Polsce każdy w kolejnych ministrów edukacji podejmował decyzje o zmianach oświatowych tak, jakby nie wymagały one specjalistycznej wiedzy, w tym przypadku pedagogicznej. Nie oznacza to jednak, że żaden z nich nie sięgał po opinię środowisk akademickich, ale wiele kluczowych dla oświaty decyzji podejmowano pod ciśnieniem głosu ludu lub woli większości, najczęściej rozumianej jako większość parlamentarna, czyli określonej i będącej u władzy partii politycznej.”

Jakie były najbardziej tragiczne w skutkach założenia reformy z 1997 roku? Najbardziej rzucającym się w oczy, wskazującym na brak rozeznania międzynarodowego, było wprowadzenie gimnazjów. Istniały one w Polsce jeszcze krótko po wojnie², formalnie istnieją one w RFN i Belgii, ale zintegrowane z 4-5 letnią szkołą podstawową, zob. ryc.1 z wykładu (Karwasz, 2005) na sesji dydaktycznej Zjazdu Polskiego Towarzystwa Fizycznego w Warszawie w 2005 r.; podobnie dwa pierwsze lata włoskiego liceum też są nazywane gimnazjum. W Polsce zasadniczą wadą, jasną do przewidzenia już w 1997 roku jest „przerośnięcie” uczniów: do gimnazjum wchodzi oni w wieku tzw. dojrzewania,

1 Z reformą tą autor, pracujący wówczas od 12 lat we Włoszech, spotkał się w Toruniu, 19 lutego 1998 roku, przy okazji święta UMKi: wykład miał ówczesny Minister Handke (profesor Akademii Górniczo-Hutniczej, geolog z wykształcenia). W stwierdzeniu Ministra, reforma, jasno dla ekonomisty prowadząca do rozwarstwienia edukacyjnego (osoby zasobne lokują dzieci na studiach za granicą, nie w Polsce, nie mówiąc o rankingach liceów i korepetycjach z tymi rankingami związanych) miała na celu „wyrównanie szans edukacyjnych” – co oczywiście było celowo wprowadzającym w błąd frazesem.

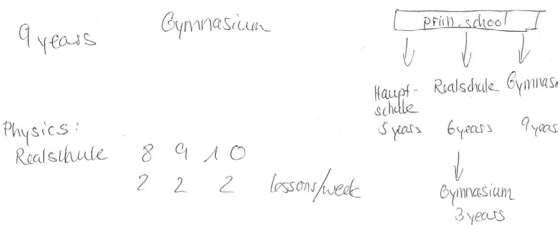
2 We Włoszech zostały wprowadzone w 1927 roku przez tzw. reformę Gentilego, filozofa o orientacji idealistycznej, ministra w rządzie Mussoliniego. W czasach faszystowskiej modernizacji państwa włoskiego, w warunkach powszechnego analfabetyzmu, istniały dla takiej reformy przesłanki. Przez ostatnie 50 lat podejmowano szereg prób zreformowania gimnazjów, niestety nadal pozostają one najsłabszym ogniwem włoskiego systemu edukacji. Na szczęście, nadzwyczaj dobrze działająca edukacja przedszkolna, uformowana przy współobecności Marii Montessori, oraz 5-letnie, klasyczne liceum, nadrabiają braki włoskiego gimnazjum.

o dwa lata później niż ich włoscy koledzy (tam szkoła podstawowa trwa 5 lat). Przywołując wspomniany wykład (Karwasz, 2005): „zbyt krótki cykl edukacyjny, bez jasno postawionych celów naukowych, w warunkach braku kontroli nauczycieli nad nieformalnym związkami uczniów” nie mógł nie doczekać się krytyki. Niestety – spóźnionej: cytując najwybitniejszego żyjącego fizyka teoretyka, prof. Lwa Pitajewskiego: „nie ma nic gorszego, niż próba reformowania nieudanych reform”.



6 years different in Bundesländer (BL)
 5½ years Berlin

4 years elementary school
 in some (BL) 6 years



Ryc. 1. Porównanie realizacji systemów edukacji w Belgii (źródło: prof. Wim Peters, Uniwersytet w Antwerpii) i Niemczech (źródło: dr Izabela Martin, Freie Universität Berlin). Systemy europejskie są zróżnicowane, ale ani w Anglii, ani we Francji ani we Włoszech nie jest on ani 6+3+3 ani 8+4.

Reforma z 1997 przeorientowała szkoły na egzaminy testowe, jak to przyznają nawet polscy eksperci OECD (Jakubowski, Patrinos, Porta, & Wiśniewski, 1999). Wprowadzenie gimnazjów pozwoliło na istotne podniesienie wyników testów PISA, ale eksperci piszą jasno, że po reformie celem nauczyciela stały się testy, trudności edukacyjne zostały jedynie przesunięte na wyższy stopień nauczania, a różnice poziomu osiągnięć uczniów nawet pogłębiły się³. Po 20 latach od wprowadzenia reformy tak pisze prof. Bożena Chrzastkowska, współautorka programów w zakresie języka polskiego (Chrzastkowska & Ciechanowska-Barnuś, 2015): „Są szkoły prywatne bardzo dobre i niekoniecznie dobre, są działające uczciwie, bez konieczności korepetycji i takie, które tylko tym się ratują. Wszystko jest inaczej prowadzone, a jedyne, co szkoły łączy, to egzamin maturalny. Liczy się powiem tylko wynik, nie ma czasu i potrzeby skupienia się na procesie kształcenia i wychowania.”

Dużo trudniejszym do negatywnej identyfikacji (ale zob. winieta autora z 1997 roku na rys. 2a) było wprowadzenie rozmytego przedmiotu o nazwie Przyroda. Istnieje on np. we włoskiej szkole podstawowej i poświęca mu się sporo czasu, ale, jak to omawiamy w części analitycznej, jest on interdyscyplinarny a odpowiedni kierunek studiów nauczycielskich jest jednym z prestiżowych i prowadzony tylko na największych uczelniach, jak Bolonia i Padwa. „Przyroda” w polskiej szkole podstawowej po 1997 roku pozostała, jak dawniej, jedynie zbiorem elementów *znajomości środowiska*, niewiele wychodzącym poza „Zoologię” (Arystoteles, 1980; Arystoteles, 1982) Arystoteles⁴, a nie definiowaniem pojęć, ich porządkowaniem i poszukiwaniami wzajemnych zależności – rozczłonkowanymi od czasu Galileusza, Linneusza, Humboldta na fizykę, biologię, geografę, ale obecnie ponownie scalanymi. Zupełnie nieprzygotowane była też reforma programowa wprowadzająca Przyrodę w liceum, jako paliatyw dla fizyki, chemii, biologii a bez jasnych celów i treści.⁵

3 *“64. Table 7 gives estimates of the relative difference between achievement of students in vocational and other tracks in 2000 and in 2006, separately for the tenth and eleventh grades. The results are striking. While the overall mean performance of Polish students improved significantly, the difference between students in vocational and other tracks remained almost the same, and even increased for 17-year-olds. Thus, the stratification of Polish students in the old secondary school system remains under the new name of upper secondary schools.” (Jakubowski, Patrinos, Porta, & Wiśniewski, 1999)*

4 *Tak na przykład pisze Arystoteles o głowonogach: „Sepia (mątw), kalmar mały i wielki mają twarde części wewnątrz – w okolicy grzbietowej ciała. W sepii noszą one nazwę sepium, w kalmarach mieczyk. Te dwie kości są zgoła odmienne. Sepium jest mocne i szerokie, pośrednie między ością i kością, zawiera substancję gąbczastą i łamliwą, podczas gdy ta część jest u kalmara cienka i bardziej zbliżona do chrząstki”.*

5 *Jak przyznają eksperci, którzy przygotowywali podstawy programowe, nie było jasnej idei, do czego ten przedmiot ma służyć i jakie ma zawierać tematy (informacja prywatna). W opinii dr Chris Stuchbury z Open University, nauczanie Przyrody w liceum a nie w gimnazjum jest „upside-down” (informacja prywatna)*



1

PODSTAWA PROGRAMOWA PRZEDMIOTU *PRZYRODA*

III etap edukacyjny

przedmiot uzupełniający

		1. Fizyka	2. Chemia	3. Biologia	4. Geografia
C. Nauka wokół nas	17. Uczenie się	17.1	17.2	17.3	17.4
	18. Barwy i zapachy świata	18.1	18.2	18.3	18.4
	19. Cykle, rytmy i czas	19.1	19.2	19.3	19.4
	20. Śmiech i płacz	20.1	20.2	20.3	20.4
	21. Zdrowie	21.1	21.2	21.3	21.4
	22. Piękno i uroda	22.1	22.2	22.3	22.4
	23. Woda – cud natury	23.1	23.2	23.3	23.4
	24. Największe i najmniejsze	24.1	24.2	24.3	24.4

2

Ryc. 2. Komentarz autora do dwóch etapów reformy Handkego systemu edukacji w Polsce:
1) wprowadzenie przedmiotu *Przyroda* bez właściwego przygotowania programów i szkolenia nauczycieli (winieta autora z 15/10/1997, rysunek dr T. Wróblewski);
2) „szatkownica” programowa dla liceum – pomysł MEN z 2008 roku; zwraca uwagę punkt 20 „Śmiech i płacz”

Krytyka reformy Handkego po 25 latach jest już powszechna. Niestety, nie w jej istotnych elementach, ale jako wynik swoistej nostalgii za „złotymi czasami” własnego dzieciństwa. Przede wszystkim nie jest negowana późna skolaryzacja –

podobnie jest w Szwecji, ale jak porównaliśmy w (Karwasz, 2005), tam nakłady na 1 ucznia w cenach porównywalnych są trzykrotnie wyższe niż w Polsce, podobnie jak i zarobki nauczycieli.

Niestety, brak konsensusu między zwolennikami skolaryzacji w wieku 7 lat, przeciwnikami przedmiotu religia, wydawnictwami zainteresowanymi ciągłymi zmianami programów a nostalgikami systemu przeszłego nie tylko nie pozwala na stopniowe a powolne dochodzenie do pozytywnej homeostazy, ale nadal rozwija rozwiązania, które w innych systemach stanowią najgorsze elementy systemu edukacji. Proponowany przez autora system, oparty o długoletnie i różnorodne doświadczenia międzynarodowe (Karwasz, 2005) – skolaryzacja w wieku 6 lat i układ 5+3+4 nie znajduje zwolenników. Na wzajemnym „przeciąganiu przykrótkiej koldry” tracą wszyscy – i nauki humanistyczne (na język ojczysty poświęca się w Polsce najmniej czasu wśród wszystkich porównywanych krajów OECD poza Islandią⁶) i nauki przyrodnicze. Jak kształtuje się dydaktyka nauk przyrodniczych w innych krajach?

2. Dydaktyka Przyrody w Europie

Poniżej omawiamy przykłady realizacji programów nauczania na różnych etapach (uniwersytet, liceum, szkolenie nauczycieli, szkoła podstawowa) i w różnych krajach.

„Exploring Science”, Open University, Anglia

Przykładem nowoczesnego, interdyscyplinarnego kursu uniwersyteckiego przedmiotu „Science” jest seria podręczników (i związany z nią program nauczania) z Open University w Milton Keynes. Uczelnia ta, największa tego typu w Anglii, od swych początków w latach 60-tych jako uniwersytet korespondencyjny, wykształciła dwa miliony absolwentów. Obecnie studiuje na niej 200 tysięcy słuchaczy. Cel statutowy tej uczelni – upowszechnienie wykształcenia wyższego, wiernie oddaje charakter kursu „Science”: umożliwienie społeczeństwu zrozumienie podstawowych problemów ekonomicznych, społecznych i etycznych związanych ze współczesnym rozwojem nauki. Kurs nie jest podzielony na działy fizyka, chemia, biologia, ale przeplata te same zagadnienia z różnymi dyscyplinami naukowymi.

Tom 1 „Globalne ocieplenie” (McBride, 2006) ma na celu zaczerpnięcia uwagi studenta na zagadnieniu powszechnie dyskutowanym, ale nie do końca rozumianym. W rzeczywistości celem tomu jest wprowadzenie do logiki naukowej – porównywania i dyskutowania hipotez w oparciu o dane doświadczalne i modele teoretyczne. Przy okazji wprowadzane są podstawowe

6 Zob. „Education at a Glance 2010: OECD Indicators” http://www.oecd.org/document/52/0,3746,en_2649_39263238_45897844_1_1_1_1,00.html#d962010071PIG021.XLS (dostęp 15/12/2011)

elementy matematyki (jak skala logarytmiczna), statystyki, opracowania danych doświadczalnych, fizyki (energia, temperatura). Geografii jest poświęcony tom 2 „Ziemia i kosmos”, fizyce – tom 3 „Energia i światło”, chemii tom 4 „Poprawna chemia”, biologii tom 5 „Życie”. Zagadnienia interdyscyplinarne powracają w tomie 6 „Badając historię Ziemi”. Tom 7 „Od kwarków do kwazarów” łączy dwa krańce naszego poznania – kwarki, czyli składniki protonu i neutronu, najmniejsze struktury, jakie potrafimy doświadczalnie badać (choć nie można ich wyizolować), o rozmiarach zapewne 10^{-18} m i kwazary, czyli gwiazdy (a raczej pozostałości po wybuchach masywnych gwiazd) znajdujące się od nas w odległościach kilku miliardów lat świetlnych (1 rok świetlny $\approx 10^{16}$ m).

Tom zamykający serię (McBride, 2006), dla stworzenia ścieżki interdyscyplinarnej korzysta z tytułu „Życie we Wszechświecie”: różne elementy fizyki, astronomii, biologii i chemii składają się na historię życia. Tom ten nie unika śmiałych hipotez – czy życie mogło trafić na Ziemię poprzez komety (omawiane są badania komet za pomocą sond kosmicznych) lub meteoryty (znaleziony w 1969 roku w Murchison w Australii zawiera 2% węgla pochodzenia organicznego, przypuszczalnie z aminokwasów). 15 minut jest przewidziane na przedstawienie hipotezy Roberta Hazana (Carnegie Institution, Washington DC) z 2005 roku, że tworzenie się bardziej skomplikowanych związków organicznych mogło się odbywać na ziarnach gliny, działającej jako katalizator. W części „geograficznej” omówione są zmiany składu atmosfery Ziemi, od par magmy przez beztlenową bogatą w CO_2 do jej obecnej formy, w powiązaniu z biologią – drzewem fitogenicznym, zawierającym oprócz gałęzi eukariontów dwie inne: cyjanobakterii i bakterii metanogennych spotykanych dziś tylko w środowiskach ekstremalnych (jak Morze Martwe). Wszystkie hipotezy poparte są najnowszymi, oryginalnymi artykułami naukowymi z najbardziej renomowanych czasopism (*Nature* i *Science*).

O ile pierwszy tom kursu *Exploring Science* wprowadza jedynie elementy matematyki jak wykresy kartezjańskie, ostatni tom może operować skomplikowanymi reakcjami chemicznymi z ich pełnym formalizmem i terminologią jak utlenianie jonów żelaza w środowisku beztlenowym (z udziałem atomów siarki) i pojęciami z genetyki, jak katalityczne RNA i rybozomy (pojęcia wprowadzone przez noblistów z 1989 roku, Sidneya Altmana i Thomasa Cecha). Odtworzenie historii życia na Ziemi jest tylko pretekstem dla całej ścieżki astronomicznej: na której w planet czy ich satelitów mogły zaistnieć warunki dla powstania życia? Student zachęcony niezwykłością innych światów ma możliwość przypomnienia sobie pojęć z geologii i geografii Ziemi. Tom kończy się pytaniem: jak możemy szukać życia poza Układem Słonecznym, tam gdzie nie docierają nasze statki kosmiczne?

Ogólnie, w całym kursie „Wprowadzenie do przyrody” uderza, w porównaniu z polskimi programami, interdyscyplinarność ujęcia, prostota narracji, brak

formalizmów, interesujące i aktualne przykłady oraz nacisk na umiejętności podstawowe, jak ocena hipotez naukowych, sporządzanie i odczyt wykresów i statystyk, zamiana jednostek miar, operowanie podstawową terminologią naukową. W przygotowaniu całej serii podręczników uczestniczyło 15 autorów oraz 20 redaktorów i/lub recenzentów.

„Teaching secondary Science”, Open University

Interdyscyplinarność i minimalizacja warstwy faktograficznej są również wyznacznikami wyższego kursu w Open University – przygotowania nauczycieli (seria „Teaching Secondary Biology; Physics, Chemistry”). Przykładowo, rozdział V tomu „Biology” (ed. Reiss, 2011) omawia „komunikację i kontrolę”: 1) dlaczego kontrola? 2) kontrola nerwowa u zwierząt, 3) kontrola chemiczna (hormonalna u zwierząt, mechanizmy kontrolne u roślin, homeostaza). Szczególną uwagę poświęca się poszukiwaniu *mechanizmów* – sprzężeń zwrotnych, reakcji na czynniki zewnętrzne. I tak np. regulacja temperatury u małych ssaków i jaszczurek jest diametralnie różna; dla ich wyjaśnienia korzysta się z wiedzy z fizyki, chemii, cybernetyki, fizjologii, etiologii. Ostatnia, piąta część poświęcona jest zaburzeniom kontroli – świadomym jak przez środki odurzające i przypadkowym, czyli patogenom.

W tomie dydaktyki chemii kursu (ed. Reiss, 2011) znajdziemy jedynie nieliczne reakcje chemiczne, natomiast niezliczoną ilość szczegółowych doświadczeń do wykonania w klasie, jak reakcje re-dox $\text{Cl} \leftrightarrow \text{Br}$, wytapianie metalicznego ołowiu z jego tlenku, reakcja glinu z tlenkami żelaza itd. Doświadczenia są szczegółowo opisane, z podanymi wymogami bezpieczeństwa, a niektóre z nich sfilmowane i umieszczone na portalu YouTube. Jest też w „Teaching Secondary Chemistry” wiele odwołań praktycznych: porównanie ilości nasyconych i nienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju z oliwek i wątroby dorsza, kolor płomienia przy spalaniu popularnych tworzyw sztucznych, rozpoznawanie minerałów w skałach. Częścią proponowanej dydaktyki są również chemiczne mechanizmy zmian klimatu na Ziemi. Szczegółowe ścieżki poznawcze zawsze startują od „tworzenia koncepcji” (mech, lakmus, który się zabarwia inaczej w obecności octu a inaczej sody) a dopiero później definiują pojęcia (kwas, zasada) i ich własności.

Podobnie jak w „Exploring Science”, istotnymi umiejętnościami przekazywanymi w „Teaching Science” są kompetencje praktyczne – obserwacji doświadczalnej, klasyfikacji danych, obróbki statystycznej, poszukiwania korelacji, graficznego przedstawiania wyników. Nie są to kompetencje dla potencjalnych naukowców, ale niezbędne umiejętności pracownika relacjonującego podległe mu zjawiska i procesy oraz obywatela potrafiącego świadomie ocenić rolę nauki w świecie współczesnym.

„Collection Tomasino”, Liceum, Francja i Walonia

Kurs licealny stworzony we Francji (i używany również we francuskojęzycznej części Belgii), w porównaniu do podręczników polskich, uderza małą ilością formalizmów do zapamiętania oraz interdyscyplinarnością i naciskiem na wiedzę praktyczną. Przykładowo, podręcznik „Chimie” (Tomasino, 2001) do klasy I, przy omawianiu jednego z trudniejszych zagadnień jakim są reakcje red-ox (dla fizyka – wzajemny przekaz elektronów), nie podaje pełnych par reakcji z ich wzajemnie stechiometrycznymi współczynnikami. Zagadnienie jest wprowadzone poprzez przykład wytrącania się miedzi z roztworu jonów po włożeniu płytki cynkowej ($\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$); ($\text{Zn} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$). Natychmiast podane jest znaczenie praktyczne: 5% światowej produkcji żelaza jest rocznie „zżerane” przez korozję. I kolejny przykład praktyczny – puszka z aluminium, metalu bardzo reaktywnego, nie ulega korozji, bo zabezpiecza je warstwa twardego tlenku Al_2O_3 (mineralogicznie – korundu, a jubilersko – rubinu lub szafiru), samoczynnie powstającego na powierzchni. Dla zastosowań w nowych ogniwach fotowoltaicznych (tzw. Grätzela) podana jest reakcja w środowisku wodnym utleniania anionów I^- do jodu I_2 . W biologicznych procesach przetwarzania energii (oddychaniu komórkowym) – reakcja odłączenia protonu w nukleotydzie $\text{NADH} \leftrightarrow \text{NAD}^+ + \text{H}^+ + 2\text{e}^-$.

Porównując tematykę red-ox z innymi podręcznikami, w „Chimie” sześć stron o charakterze opisowo-wyjaśniającym (plus pół strony podsumowania) jest uzupełniona trzema doświadczeniami do samodzielnego wykonania (w klasie), jedną stroną zastosowań praktycznych oraz 4 stronami zadań, o narastającym stopniu trudności a częściowo rozwiązanymi. Chemia organiczna, w „Chimie” zaczepia uwagę na typowo francuskiej specjalności – produkcji luksusowych perfum. Fizyka, podobnie jak chemia, w kursie „Collection Tomasino” korzysta z odnośników poza-przyrodniczych, jak przykład chińskiego kompasu sprzed naszej ery jako wprowadzenie do magnetyzmu), itd. itp.

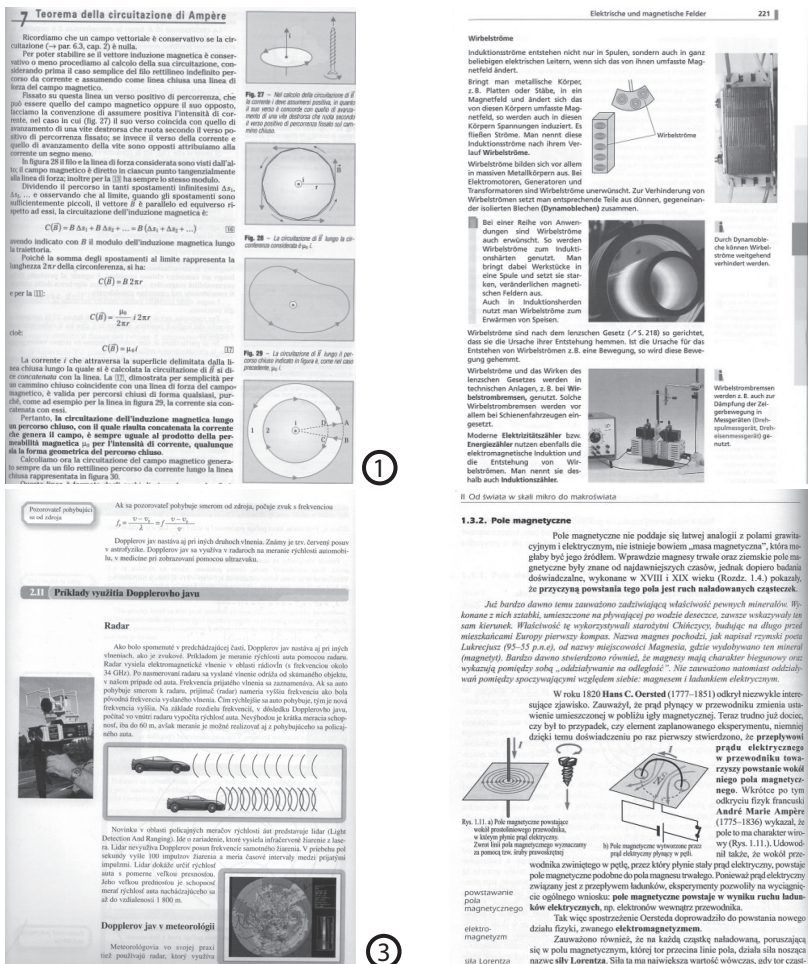
Fizyka licealna: Słowacja, Niemcy, Francja

Fizyka, jest powszechnie, od Polski do Brazylii krytykowana za aksjomatyczny i formalny sposób przedstawiania Natury: pierwsze, drugie, trzecie prawo... Jednocześnie, historycznie fizyka była powodem powstawania nowych działów matematyki, jak rachunek różniczkowy, wariacyjny, rachunek macierzowy itd. Stąd ścieranie się dwóch tendencji – fizyki formalnej i fizyki „wokół nas”, zob. re-edytowany od dziesięcioleci tom Paula Hewitta (2014) i niezwykle sukces interaktywnych wystaw, jak „Fizyka zabawek”⁷.

Podręczniki do fizyki pozostają w Europie bardzo zróżnicowane: od podejścia teoretycznego w tekstach włoskich (Ruffo & Lanotte, 2016), poprzez opisowe, humanistyczne we francuskich, do bardzo praktycznych w książkach niemieckich (Meyer & Schmidt, 2005), zob. ryc. 3. We wszystkich nich – włoskich, niemieckich, francuskich, słowackich (Demkanin, 2010), znajdujemy odwołania interdyscyplinarne oraz przykłady zastosowań praktycznych.

7 Zob. GK i in. *Fizyka Zabawek*, PAP Słupsk, 2003, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki>

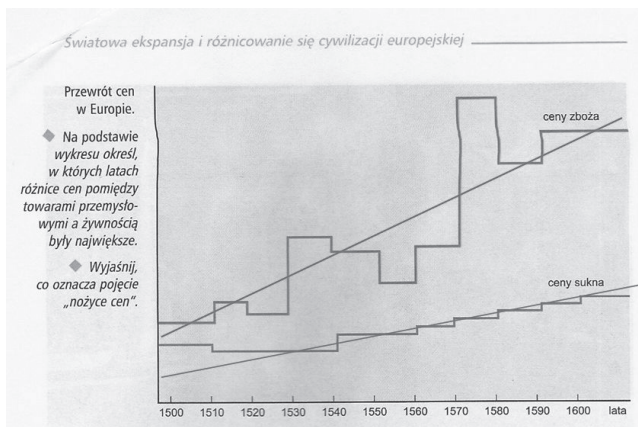
Podręczniki polskie natomiast dają wrażenie sprawozdania: „wszystkiego, o czym autor słyszał w szkole” a szczególnie obfitują w formalne i nieistotne szczegóły, przydatne w testach sprawdzających, jak reguła prawej lub lewej ręki w elektromagnetyzmie, zob. ryc. 3.4.



Ryc. 3. Różnice koncepcyjne w nauczaniu fizyki: 1) w (5-letnim) liceum włoskim nauczanie było bardzo formalne – oddziaływaniu przewodników z prądem jest tu wyjaśniane przez wyprowadzenie prawa Ampere’a – poprzez całkę krzywoliniową wektora (mimo, że pojęcia te nie zostały użyte) (Ruffo, 2016); 2) w gimnazjum niemieckim (Meyer & Schmidt, 2005) nauczanie jest oparte o zastosowania – omawia się zjawisko (prądy „wirowe”), wynikającą z niego konstrukcję rdzeni transformatora, przemysłowy piec indukcyjny oraz doświadczenie do przeprowadzenia w klasie; 3) podobnie o zastosowania (efektu Dopplera) oparta jest narracja w podręczniku słowackim, dla dwóch typów szkół (Demkanin, 2010); 4) w podręczniku polskim, na pierwszej stronie tematu pojawiają się nazwiska Lukrecjusza, Ampere’a, Oersteda, Lorentza, nie mówiąc już nikomu niepotrzebnej (za wyjątkiem szkolnych testów) regule śruby prawoskrętnej.

Biologia, geografia i historia: Polska, Włochy

Program polskiego liceum jest równie szczegółowy jak włoskiego, 5-letniego liceum, z 4 godzinami geografii nawet w profilu humanistycznym („klasycznym”). W odróżnieniu od opisowej i ilustrowanej książki włoskiej (Neviani & Pignocchino, 1998), jej polski odpowiednik, jest nasycony niezliczoną ilością tabel, schematów, map i zestawień, nie mówiąc o przytłaczającej ilości specjalistycznych terminów: strefy klimatyczne to zbiór wykresów temperatury i opadów, bez zdjęć krajobrazu, bez odnośników do fauny i flory, bez atrakcji turystycznych itd., itp.



1

F₂:



czerwone



białe

Ryc. 4.2. Krzyżówka grochu między roślinami różniącymi się jedną cechą – barwą kwiatów

rośliny o białych kwiatach w pokoleniu F₂ (ryc. 4.2), tym bardziej że analiza krzyżówek roślin z linii czystych różniących się inną cechą, na przykład wysokością pędu, dawała porównywalne efekty.

Uzyskane wyniki krzyżówek Mendel poddał więc prostej analizie arytmetycznej – policzył wszystkie osobniki z F₂. W wypadku cechy barwy kwiatów na 929 roślin 705 miało kwiaty czerwone (75,88%), a 224 kwiaty białe (24,12%). W wyniku krzyżówki roślin różniących się wysokością pędu powstały w F₂ 1064 rośliny, z czego 787 miało pędy wysokie (73,97%), a 277 niskie (26,03%). W wypadku krzyżówki roślin różniących się cechą barwy

2

Ryc. 4. Braki w wiedzy interdyscyplinarnej autorów podręczników: 1) w książce do historii dla liceum renomowanego wydawnictwa opisane są „nożyce cen” po odkryciu Ameryki – jakoby ceny chleba rosły szybciej niż złota; w rzeczywistości, proporcja cen była stała, a ich wzrost to po prostu inflacja związana z dopływem kruszcu (właśnie z Ameryki). 2) książka do biologii, renomowanych autorek podaje statystyki (24,12%) genetyczne pozornie niezgodne z prawami Mendla; są to natomiast błędy zaokrągleń, przy małej próbie statystycznej. Zapewne żaden z tych podręczników nie przeszedł rzetelnej recenzji ani testów dydaktycznych.

Podobnie, książki z biologii i historii, ryc. 4, przesycone są elementami wskazującymi na brak kompetencji interdyscyplinarnych i dydaktycznych autorów. Książki są pełne faktów nieistotnych dla stworzenia podstaw wiedzy, a przy tym błędnie interpretowanych.

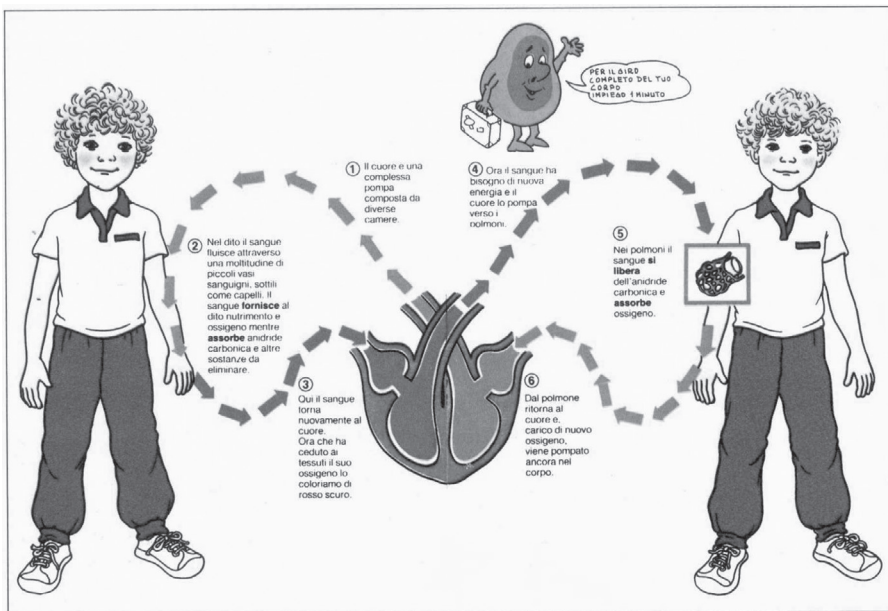
Przyroda we włoskiej szkole podstawowej

Jako że aktualnie obowiązujący polski system edukacji w zakresie szkoły podstawowej i gimnazjum bazuje na wzorach włoskich (liceum – nie!) warto zajrzeć do włoskich podręczników w zakresie przyrody: i tu zagadnienia Przyrody są wzajemnie zintegrowane. Przykładowo, przy omawianiu pojęcia ciśnienia pojawia się zarówno meteorologia (ciśnienie atmosferyczne z powszechnie widzianych prognoz pogody), fizjologia (ciśnienie krwi) jak i ciśnienie wody w instalacji centralnego ogrzewania. W teście sprawdzającym wiadomości w temacie Słońce pojawiają się takie słowa, jak fotosfera, protuberancje, hel, reakcja jądrowa; w temacie komórka – błona, cytoplazma, mitochondria; w temacie człowiek – podstawowe elementy anatomii, w temacie energia – dźwięk dwu – i jednostronna (Riccardi, 2011). Obszernie opisane są zagadnienia astronomii – charakterystyka planet Układu Słonecznego, ich wzajemne ruchy i wynikające z nich zjawiska obserwowane z Ziemi: dziś dzieci mają dostęp do obszernej faktografii w internecie a rolą książki pozostaje uporządkowanie tej wiedzy. Przeglądowo, treści (biologii + fizjologii człowieka), chemii, geografii fizycznej i (fizyki + astronomii) zajmują mniej więcej po ¼ programu; zob. rys. 5.

Science for XXI Century

Narastanie specjalistycznych kwestii w zakresie przyrodoznawstwa wyzwała konieczność cięć programowych – zdecydowania, jakie zagadnienia stanowią niezbędny dla współczesnego wykształconego człowieka. Robin Millar, w artykule „Science for XXI century” (Millar, 2006) ogranicza liczbę tematów do 16, zaczynając od atomu a kończąc na galaktyce

- SE1 Chemia (pojęcie substancji);
- SE2 Przemiany chemiczne (model atomu/ drobiny)
- SE3 Materiały i ich własności (łączenie struktury i funkcji)
- SE4 Współzależności między żywymi organizmami;
- SE5 Chemiczne cykle życia
- SE6 Komórka jako jednostka podstawowa organizmów żywych;
- SE7 Istnienie życia
- SE8 Genetyczna teoria dziedziczenia;
- SE9 Teoria ewolucji poprzez dobór naturalny
- SE10 Teoria chorób zakaźnych
- SE11 Źródła energii i ich zastosowania
- SE12 Idea promieniowania
- SE13 Promieniotwórczość
- SE14 Struktura i ewolucja Ziemi
- SE15 Struktura Systemu Słonecznego;
- SE16 Struktura i ewolucja Wszechświata

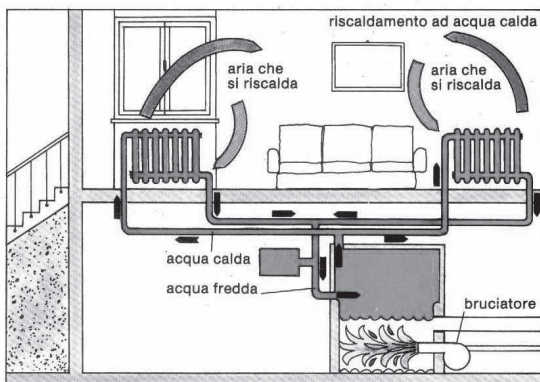


IL CALORE

Quando avviciniamo la mano a una stufetta accesa, a un fornello elettrico, a un radiatore¹ o a una fiamma noi proviamo una sensazione di **calore**.

La stufetta accesa, il fornello elettrico, il radiatore e la fiamma sono *sorgenti di calore*.

Facciamo un piccolo esperimento. Mettiamo sopra un fornello elettrico una pentolina con dell'acqua e immergiamo in essa un termometro. La co-



Ryc. 5. Uwspólnienie narracji (pojęć, schematów) w podręczniku „Przyroda” do klasy V włoskiej szkoły podstawowej (Riccardi, 2011): podobne schematy krążenia ale inne słowa kluczowe: **1)** tlen, absorpcja, pompa; **2)** ciepło, temperatura, ogrzewanie.

Podobnie lakoniczna w proponowanych treściach jest pozycja z księgarni „Institute of Education” z Londynu „Learning to Teach Science in the Secondary School” (Chapman, 2015). Cały program fizyki, łącznie z metodologią jej nauczania, jest zawarty na 2 stronach. Autor rozdziału, S. Chapman jasno stwierdza, że fizyka szkolna jest nie-intuicyjna a jej dydaktyka wymaga szczegółowego poszukiwania przyczyn błędnych koncepcji ucznia. Istotą fizyki, jaśniej widoczną niż w innych naukach, jest natomiast jej redukcjonizm, przyczynowość, powszechność, matematyczna modelowalność, zasady zachowania, pojęcie równowagi, różnice jako przyczyna zmian, dyssypacja i nieodwracalność, symetria i jej łamanie.

3. Propozycje

Jakie zmiany można (i warto) przeprowadzić? Niestety, jak w ewolucji gatunków biologicznych, nie ma powrotu do poprzedniej ramifikacji. W kolejnej reformie warto jednak unikać błędów z lat poprzednich (brak programów nauczania, które stały się własnością autorską wydawnictw, gminna zależność administracyjna nauczycieli przy braku centralnych standardów ich kształcenia, brak testów efektywności dydaktycznej podręczników, polityczne interwencje w system edukacji).

W zakresie ogólnej organizacji systemu edukacji wydaje się, że:

- polska szkoła (szczególnie licea) pozostanie, niestety, jak szkoła angielska⁸, rozwarstwiona społecznie – pozostaną rankingi i wynikające z nich korepetycje, o ile oczywiście nie zmieni się społeczna percepcja wartości szkoły jako jednostki kulturotwórczej;
- rozwarstwienie należy też zaakceptować w szkolnictwie wyższym, coś na wzór elitarnych uczelni francuskich⁹, ale nie w postaci ministerialnych okólników, ale poprzez swego rodzaju dobór naturalny do poziomów i specjalności nauczania;
- w szczególności, uprawnienia do kształcenia nauczycieli powinny być udzielane na podobnych zasadach jak prawa doktoryzowania: tylko dla uczelni dysponujących odpowiednią kadrą – posiadającą właściwe tytuły naukowe i/lub pracującą naukowo w zakresie dydaktyki;
- pięcioletnia szkoła podstawowa, rozpoczynana w wieku 6 lat;
- trzyletnie gimnazjum, gdzie to konieczne lokalowo zintegrowane ze szkołą podstawową;
- czteroletnie liceum, z 2½, na wzór angielski, kursem Sciences (fizyka, biologia, chemia, geografia-geologia) – w praktyce polskiej klasy „specjalistyczne”;

8 Jak przyznają autorzy angielscy, ilość studentów pochodzących z jednego tylko elitarnego liceum „Eton” na Uniwersytetach w Oxfordzie i Cambridge przewyższa ilość studentów uprawnionych do korzystania z bonów żywnościowych (czytaj: pochodzących z rodzin o niskich dochodach).

9 Zob. G. Karwasz, *Normalna szkoła nienormalna*, Głos Uczelni, UMK, 7/8, 2010, 18-19 http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje_2010/Feeding2_GK_2010.pdf

- wreszcie, bezwzględnie, w planowy, perspektywiczny, solidny i oparty o silne wzorce moralne i kulturowe należy upowszechnić (do osiągnięcia europejskich wskaźników >90% udziału) wychowanie (i edukację) przedszkolną.

Zmiany ogłoszone 24.06.2016 (znów w Toruniu) paradoksalnie, mogą być zmianami we właściwym kierunku: przywracają 4-letnie liceum, podstawę ogólnej kultury narodu. Zależy od twórców szczegółowych programów, czy 8-letnia szkoła podstawowa będzie realizowała cykl 5+3 czy jakiś inny, bliżej nieokreślony. Należy jedynie umożliwić mobilność dzieci między szkołami (i oczywiście zapewnić powszechną skolaryzację w wieku 6 lat). Od decydentów politycznych zależy minimalizacja szkodliwych zmian formalnych.

Przyroda

Dość chaotycznie stworzony, zob. ryc. 2.1, a jeszcze gorzej wprowadzony przedmiot Przyroda w liceum, ryc. 2.2, miał szansę odegrania istotnej roli w edukacji naukowo-technicznej młodego społeczeństwa: dla uczniów klas humanistycznych był jedynym kontaktem z tymi przedmiotami po ukończeniu gimnazjum. Niestety, nie zostały przygotowane ani właściwe programy nauczania szkolnego, ani interdyscyplinarne podręczniki, ani nowe kierunki studiów nauczycielskich, ani nawet interdyscyplinarne ścieżki poznawcze.

Zmiany z 24.06.2016 nie przekreślają idei Przyrody jako przedmiotu wspólnego. W liceum sprzed reformy Handkego fizyka, chemia, biologia były realizowane na wysokim poziomie, ale tylko w niektórych, specjalistycznych szkołach; w klasach tzw. humanistycznych były to „kikuty” przedmiotów. W nowej szkole trzeba zaproponować fizykę, chemię, genetykę specyficznie przygotowaną z elementami nauk humanistycznych: gdzie współczesne odkrycia naukowe stają się realizacją dawnych idei filozoficznych – coś w rodzaju historii humanistyki, ilustrowanej dzisiejszymi naukami przyrodniczymi. Przykład takiej narracji, *in statu nascendi*, przedstawia ryc. 6.

W zakresie kompetencji transwersalnych należy przywołać wskazówki OECD (platformę AHELO¹⁰) dla wymagań w szkolnictwie wyższym: – myślenie krytyczne, – rozumowanie analityczne, – rozwiązywanie problemów, – komunikacja pisemna¹¹. Proponowane przez nas strategie dydaktyczne nazwaliśmy „hyper-konstruktywizmem” i „neo-realizmem” (Karwasz, 2011a). W warunkach powszechności informacji internetowej wystarczy sięgać do wiedzy uczniów, aby z ich odpowiedzi (na odpowiednio zadane pytania) konstruować ścieżkę poznawczą. Zasoby wiedzy są wirtualne (internetowe), więc niezbędne

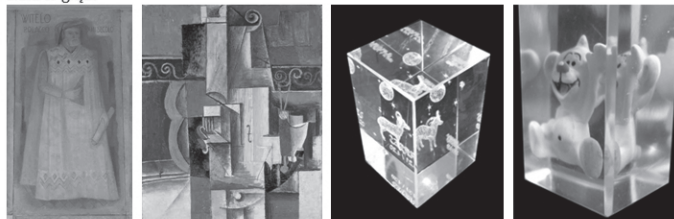
¹⁰ *Testing student and university performance globally: OECD's AHELO, OECD 2010*
http://www.oecd.org/document/22/0,3746,en_2649_35961291_40624662_1_1_1_1,00.html

¹¹ „-Critical thinking, – Analytic reasoning, – Problem solving, – Written Communication”

jest „srowadzanie” uczniów na ziemię – poprzez proste doświadczenia realne, celowo wplecione w ścieżką poznawczą, ryc. 7. Dbałość o jasność wypowiedzi jest kolejnym wymogiem skutecznego przekazu¹². W zakresie Przyrody należy szukać ścieżek interdyscyplinarnych – geografii z historią i polityką, geografii z filologią klasyczną (Karwasz, 2011b), chemii z fizyką i biologią, itd.

Mimo, że *Perspectiva* przypomina swoją konstrukcją nadal *Elementy* Euklidesa – jako seria twierdzeń i dowodów, Witelo opisał również urządzenia optyczne, nazwalibyśmy dziś – pomiarowe, jak peryskop, zwierciadła płaskie, sferyczne, cylindryczne. W tym sensie jego praca była krokiem w kierunku nowożytnej, doświadczalnej nauki choć pozostaje Witelo w swej argumentacji w pół drogi między Arystotelesem a współczesnym rozumieniem świata. Tak opisuje na przykład widzenie przestrzenne:

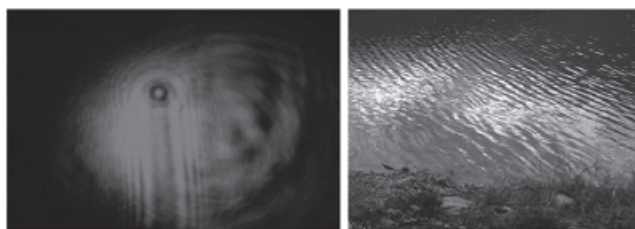
„kiedy wzrok widzi jakąś dostrzegalną dla zmysłów powierzchnię, natychmiast zdolność oszczędzająca duszy powie, że patrzący widzi bryłę, choćby wzrok nie dostrzegł rozciągłości ciała na głębi.”



Ryc. 1.8. a) Portret Witelona z sali „Czterdziestu” budynku Rektoratu Uniwersytetu, Palazzo del Bò w Padwie (fresk pochodzi z lat 40-tych XX wieku) ; b-d) przedstawienie brył trójwymiarowych: b) „Gitarra” P. Picassa, c-d) bryły trójwymiarowe w szklanych prostopadłościanach – przykład rzutowania obrazu bryły na poszczególne ściany (zbiory GK).

Ryc. 6. Widzenie 3D: od filozofii, poprzez Picassa do brył wypalanych w szkłe (materiały autora)

Na przeszkodach, jak kolec w jeziorze, fala ugina się i zmienia kierunek rozchodzenia się. Mówimy o zjawisku dyfrakcji³⁵. Zjawisko ugięcia światła na mini-lepku szpilki pokazujemy na fot. 2.58.



Fot. 2.58. Ugięcie wiązki światła z lasera na lepku szpilki (foto KS, AK) i fal na wodzie (foto MK)

Lasery pozwalają nam bez trudu zaobserwować naturę falową światła. Ba! w laserowej rurze (lub mini-strukturze w półprzewodniku) światło propagujące w lewo i w prawo również nakłada się, tworząc falę stojącą.

Ryc. 7. Sięganie do analogii życia codziennego („neo-realizm”) przy wprowadzaniu trudnych zagadnień fizyki współczesnej jak mechanika kwantowa; GK, Fizyka współczesna, Materiały Dydaktyczne ZDF UMK, 2011.

¹² Zob. np. G. Karwasz, *Nauczanie fizyki – trudności matematyczne czynią nieumiejętność komunikacji? Kognitywistyka i Media w Edukacji*, No.1/ 2013, 107-114, ISSN 1643-6938

Ogólnie, „Przyroda” może odgrywać istotną rolę w całym systemie edukacji:

- w szkole podstawowej, gdzie na wzór włoski zagadnienie ciśnienia wyjaśniane jest na podstawie ciśnienia azotu w kole, krwi w tętnicach, powietrza w atmosferze;
- w szkole gimnazjalnej – gdzie kursy fizyki, chemii, geografii, biologii muszą sięgać do innych dziedzin wiedzy;
- w liceum dla humanistów skomplikowany kurs „Filozofii naturalnej” w wydaniu współczesnym: jak wielkie idee filozoficzne, np. zmienności gwiazd u Arystotelesa¹³, znajdują potwierdzenie we współczesnej kosmologii (tzw. diagram Herschprunga-Russela), itd. Wymaga to bardzo intensywnej współpracy między dziedzinami – czytając, zakładami dydaktyk nauk przyrodniczych: wymiany doświadczeń, wspólnych, interdyscyplinarnych publikacji na poziomie szkolnym, wspólnych kongresów (sic!).

Współczesna szkoła europejska jest zróżnicowana w formach, treściach i stopniach nauczania. Szkoła angielska, na którą powołują się reformatory programów zaczyna się w wieku 5 lat; szkoła włoska, z której pochodzi gimnazjum i „religia” ma 5-letnie liceum; w wieku 7 lat idzie się do szkoły w Rosji (szkoła bardzo selektywna), Chinach i Szwecji. Porównania OECD pokazują, że szkoła polska poświęca zdecydowanie najmniej czasu na język ojczysty (poza Islandią). Dobrze wyniki Polski w testach PISA wynikają, według OECD, z pozornej reformy, przesuwającej uwagę nauczyciela na przygotowanie do testów.

Nauczanie przedmiotów przyrodniczych, w wiążących dla całej UE wytycznych politycznych (zob. tzw. „Raport Rocard”) jest priorytetem cywilizacyjnym i ekonomicznym. Nauczanie tych przedmiotów może być też sposobem na otwarcie kulturowe młodego człowieka, o ile jest ono prowadzone w sposóbmy nowoczesny: inter-esujący, inter-aktywny, inter-dyscyplinarny. W tym celu potrzebna jest permanentna, szeroka dyskusja między różnymi ośrodkami uniwersyteckimi, dyscyplinami naukowymi, przedstawicielami szkół, rodziców, młodzieży. Znakomitą rolę odgrywają w tym zakresie międzynarodowe spotkania dydaktyków w Krakowie, organizowane przez Uniwersytet Pedagogiczny¹⁴.

13 „My bowiem pojmujemy gwiazdy jako ciała proste i jednostki rozłożone wprawdzie w pewnym porządku, lecz zupełnie nie żyjące, podczas gdy trzeba wiedzieć, że one rozwijają działalność i cieszą się życiem” (Arystoteles, 1980; Arystoteles, 1982)

14 Wymieniamy kilka tylko z wielu interesujących prezentacji z 7-go Kongresu DidSci w 2016 r: P. Bieniek, *At the border of chemistry and Art – Crystals in polarized light* (str. 17), P. Cieśla, *Outdoor education* (str. 27); S. Elbanowska-Ciemuchowska *Science at elementary teaching level* (s. 30), E. Kobylańska, *Amusing chemistry* (s. 51), M. Krzeczowska i in. *Elements of the IBSE methodology* (s. 58), M. Pietrzak, *Transmedia in education natural sciences* (s. 76), Z. Valavikova, *Interactivity in Education* (s. 94), P. D. Vasilyeva, *Interdisciplinary connection in teaching chemistry* (s. 95), zob. 7th International Conference “Research in Didactics of the Sciences” DidSci 2016, Kraków 29.06.-01.07.2016, Abstracts, editors P. Bieniek, E. Rożej-Pabijan, Pedagogical University of Cracow, 2016.

Warunkiem efektywności cywilizacyjnej systemu edukacji jest jednak korzystanie z ekspertyz przy jego zmianach, a najlepiej minimalizowanie tych zmian.

Literatura

- Arystoteles, *O niebie*, Księga 2, Rozdział XII, PWN Warszawa, 1980, str. 83
- Arystoteles, *Zoologia*, PWN Warszawa, 1982, str. 120
- Chapman, S. *Physics and Astronomy*, w: Learning to Teach Science in the Secondary School. A companion to school experience, edited by R. Toplis, Routledge, London, 2015.
- Chrzastkowska, B., Ciechanowska-Barnuś, J. Dwugłos z życia wzięty, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań, 2015, str. 224
- Demkanin, P. i in. *Fizyka pre 2. ročník gymnázia a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*, Združenia EDUCO, Previdza, Slivakia, 2010.
- Hewitt, P. *Fizyka wokół nas*, 12. edycja, PWN, Warszawa, 2014.
- Jakubowski, M., Patrinos, H. A., Porta, E. E., Wiśniewski. J. (1999), *The Impact of the 1999 Educational Reform in Poland*, OECD Working Paper No. 49, OECD Directorate for Education, EDU/WKP(2010)12 www.oecd.org/pisa/pisaproducts/45721631 (dostęp 05/03/2015)
- Karwasz, G. (2005) *Nauczanie fizyki w Europie (i nie tylko)*, Wykład na sesji dydaktycznej XXXVIII Zjazdu PTF w Warszawie, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/>
- Karwasz, G. *Między neorealizmem a hyper-konstruktywizmem – strategie dydaktyczne dla XXI wieku*, Problemy Wczesnej Edukacji, 3(15) 2011 (a) 8-30, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Pliki/PWE_Karwasz_Miedzy_neorealizmem.pdf
- Karwasz, G. *Między Scyllą a Charybdą, czyli o Homerze i wulkanach*, Geografia w Szkole, 2/2014, 20 – 22, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje_2014/GwSzk1_2014.pdf; *Król Stanisław i jego Lotaryngia*, Geografia w Szkole, 6/2011 (b), 25-30.
- McBride, N. *Global Warming*, Open University S104 „Exploring Science” series, Milton Keynes, 2006; M. M. Grady, *Life in the Universe*, tamże
- Meyer, L., Schmidt, G.D. *Physic, Basiswissen Schule (5. bis 10. Klasse)*, Dudenverlag, Mannheim, Leipzig, Wien, Zurich, 2005.
- Millar, R. *Twenty First Century Science: Insights from Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science*, Int. J. Science Education 28 (2006) 1499.
- Neviani, I., Pignocchino, C. *Geografia Generale*, Società Editrice Internazionale, Torino, 1998.

- Riccardi, C. *Quaderno operativo di Matematica e Scienze. Classe 5*, (Zeszyt operacyjny do matematyki i przyrody) Editrice La Scuola, 2011; Studiare e capire. Sussidario per la quinta classe, (Studiować i rozumieć. Pomoc dla klasy V) Istituto Geografico de Agostini, 1995.
- Ruffo, G., Lanotte, N. *Fisica. Lezioni e Problemi*, Zanichelli, Padova, 2016.
- Śliwerski, B. *Polska pedagogika szkolna wobec politycznych projektów oświatowych*, w: *Dokąd zmierza polska szkoła?*, pod red. D. Klus-Stańskiej, Wyd. Akademickie Żak, Warszawa, 2008, str. 39
- Teaching Secondary Biology*, Editor: M. Reiss, Association for Science Education Practice, The Open University Set Book, Hodder Education, London, 2011
- Tomasino, A. i in., *Chimie*, Collection Tomasino, IreS, Nathan/ VUEF, Paris, 2001

Spis treści

Słowo wstępne	7
Reformy szkolne a nauczanie Przyrody	9
<i>Grzegorz Karwasz</i>	
Introduction to the IBSE Methodology in the Irresistible Project – Teacher Training	27
<i>Iwona Maciejowska and Małgorzata Krzeczowska</i>	
Active Learning in Science Education	46
<i>Meryem Nur Aydede Yalçın</i>	
Developing key competences at elementary teaching level	50
<i>Stefania Elbanowska-Ciemuchowska</i>	
Komunikacja interpersonalna w pracy nauczyciela	56
<i>Wioleta Kopek-Putała</i>	
Analýza spätnej väzby pri e-testovaní.	74
<i>Simona Dudáková, Boris Lacsny, Peter Čerňanský</i>	
Anorganická chémia v obsahu chemického vzdelávania na stredných školách na Slovensku	80
<i>Jarmila Kmeťová, Marek Skoršepa</i>	
K didaktickej rekonštrukcii budovania predstáv žiakov o časticovej stavbe látok .	90
<i>Lubomír Held</i>	
Predstavy slovenských učiteľov nižšieho sekundárneho vzdelávania o skleníkovom efekte a jeho výučbe	104
<i>Lucia Kováčová</i>	
Topologická štruktúra pojmov v slovenských učebniciach fyziky	113
<i>Petra Králiková, Aba Teleki, Peter Čerňanský</i>	

Didaktické a etické aspekty vo výučbe lekárskej fyziky a biofyziky na lekárskech fakultách	120
<i>Elena Ferencová, Eva Kráľová</i>	
Podpora motivácie študentov medicíny pre nadobudnutie vedomostí z lekárskej fyziky a biofyziky využiteľných v medicínskej praxi	133
<i>Eva Kráľová</i>	
Kvantifikácia elementárnych vedomostí z informatiky u študentov humánnej medicíny	153
<i>Zuzana Balázsiová</i>	
Społeczny odbiór chemii a edukacyjne możliwości wykorzystania <i>Zielonej chemii</i>	171
<i>Czesław Puchała, Wioletta Pikiel</i>	
Школьный инженерно-исследовательский проект в области биотехнологии	182
<i>Nadezhda Maltsevskaya, Natálie Karásková</i>	
Funkčné technologické modely historických výrobných zariadení a ich didaktické využitie. Výroba cukru z cukrovej repy. Súčasný stav vyučovania chémie a jeho smerovanie	188
<i>Mária Linkešová, Ivona Paveleková, Róbert Knap</i>	
Jednoduché pokusy s minerálmi. Simple experiments with minerals.	201
<i>Alžbeta Hornáčková, Mária Linkešová</i>	
Makrocyclické sloučeniny a výuka chemie	215
<i>Natálie Karásková, Naděžda Malcevskaja Vladislavovna, Karel Myška, Karel Kolář</i>	
Alkaloidy – výukové materiály pro SŠ	222
<i>Adéla Fantová, Simona Hybelbauerová</i>	
Nauczanie procesów utleniania i redukcji z wykorzystaniem nowoczesnych technologii.	235
<i>Michał Kasza</i>	
Междисциплинарные связи в обучении химии	243
<i>Polina Vasilyeva</i>	