

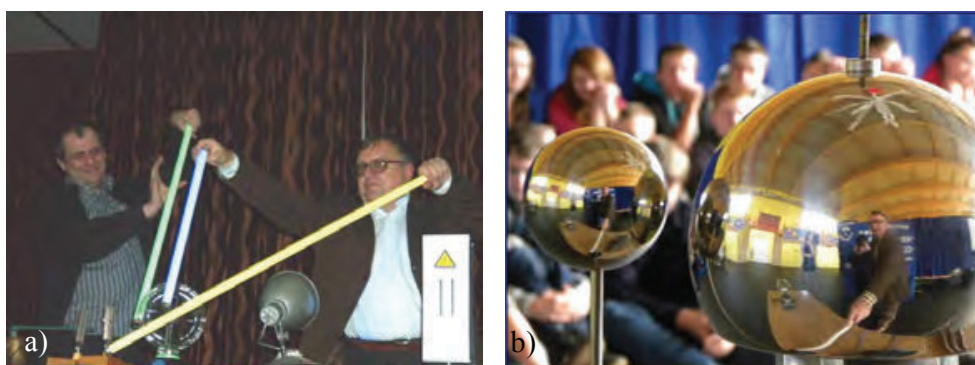


Fot. 4.18. Ustawiczne przekraczanie ustalonych granic wyobraźni jako warunek twórczego myślenia: a) „Kwarki to takie małe pieski, a barion, czyli np. proton, to sześćcian, w którym pieski siedzą w środku po trzech przekątnych”; b) „Elektron to eurocent, więc dwa cięższe leptony, muon i tau to też takie monety, tylko proporcjonalnie większe”; c) na lotnisku w Sao Paolo, w sklepie, który nazywa się Barion, pod tą nazwą sprzedawane są kolorowe papugi z drzewa balsy. Mają one po trzy kolory podstawowe, zielony, niebieski, czerwony, tak jak *liczby kwantowe* „zapachu” w chromodynamice kwantowej. Przypadek czy artysta rzeźbiarz – fizyk jądrowy z zamiłowania? (autor GK, fot. KS)

4.5. Wykład interaktywny

Obfitość materiału edukacyjnego w Internecie oraz w programach telewizyjnych popularyzujących naukę jest tak duża, że poszukujący uczeń nie ma żadnych trudności z dotarciem tak do treści jak i obrazów. W innych krajach jest również mnóstwo kanałów TV poświęconych wyłącznie edukacji, gdzie oprócz programów historycznych, przyrodniczych czy astronomicznych przedstawiane są regularne wykłady uniwersyteckie z filozofii, architektury, socjologii itd. Jak więc zainteresować widza/słuchacza? Receptą jest ponownie użycie eksponatów realnych, takich, które zwiedzający może dotknąć i samodzielnie wykonać kilka doświadczeń.

Wykłady interaktywne są jedną z form, które mogą być prowadzone w centrach nauki. Ich scenariusze mogą być jednak wypracowane i poza centrami. Przykładem może być wykład interaktywny Zakładu Dydaktyki Fizyki UMK dotyczący elektryczności pod tytułem „Niech to piorun trzaśnie!”.



Fot. 4.19. „Niech to piorun trzaśnie!” – wykład interaktywny z elektryczności (ZDF UMK): a) kula plazmowa jako źródło fali powierzchniowej zapalającej lampy jarzeniowe; b) obsługa generatora van der Graafa wymaga szczególnej ostrożności – wytwarzane napięcia to setki tysięcy woltów (fot. MK)

W przypadku tej tematyki forma wykładu interaktywnego jest najwłaściwsza jako że wiele eksponatów jest zasilanych wysokim napięciem i niezbędne jest zachowanie szczególnych zasad bezpieczeństwa. Zdjęcia przedstawiają edycję z grudnia 2008 z XV Zespołu Szkół w Bydgoszczy (liceum i gimnazjum).

Kolejna seria zdjęć, fot. 4.20, przedstawia, jak wykład przeistacza się w samodzielne poszukiwania badawcze uczniów. Jest to propozycja innowacyjnego scenariusza dydaktycznego i dla szkół, i dla centrów nauki: najpierw wykład z pokazami, później samodzielne eksperymentowanie.



Fot. 4.20. „Niech to piorun trzaśnie” – wykład interaktywny z elektryczności w XVO LO w Bydgoszczy 2009 (IF UMK): **a)** nie ma nic zabawniejszego jak samodzielne puszczanie kółek z dymu za pomocą armaty z membraną; **b)** klub młodych eksperymentatorów, samoistnie zawiązany po pokazie, sprawdza oddziaływanie magnesów; **c)** jak odwrócić kierunek obrotu silniczka? Młodzi „naukowcy” zaskakują oryginalnością odpowiedzi (źródło GK, fot. MK)

Szczególnie druga faza powyższego procesu jest interesująca. Prawie zawsze młodzi doświadczalnicy proponują eksperymenty nieprzewiedziane przez autorów. Tak było również na wykładzie w Bydgoszczy. Prosty silniczek kręci się nad baterijką umieszczoną na magnecie. Jak odwrócić kierunek obrotu? Odpowiedź zaproponowana przez autora – odwrócić magnes. Ale odpowiedź dana przez jednego z uczniów jest równie dobra, jeśli nie lepsza: „Odwrócić bieguny baterii”. Odpowiedź pozornie oczywista, o ile już została dana! Analiza ruchu silniczka jest na tyle niebanalna, że poświęciliśmy jej oddzielny artykuł popularno-naukowy³¹.

Wykład interaktywny, czyli z udziałem publiczności, pozwala na przełamywanie oporów lub obaw, tak uzasadnionych, jak i pozornych. Atrakcyjne są np. wykłady z akustyki, i to nie tylko jako przedstawienie różnych instrumentów muzycznych. Do funkcji czysto ludycznej można wprowadzić skomplikowane elementy analizy dźwięku za pomocą tzw. transformaty Fouriera³². Analiza Fouriera składowych harmonicznych różnych dźwięków, przedstawiona za pomocą prostego programu komputerowego, mimo że matematycznie skomplikowana, jest intuicyjnie tak prosta, że stanowi znakomitą zabawę nawet na poziomie szkoły podstawowej (zob. w par. opis 4.7 konkursów-teatrów „Wszystko gra”). Skojarzenie dźwięków wytwarzanych przez uczestników pokazu – gwizdów, śpiewów, poklaskiwań – z ich *widmem* jest i dydaktyczne, i zabawne. Słyszany dźwięk, w multimedialny sposób, zabawny, ale matematycznie poprawny, zamieniliśmy w obraz. Paradoksalnie można nie znać się na muzyce, nie mieć słuchu, a rozumieć, ba!, nawet widzieć harmonię dźwięków.

³¹ Zob. K. Gołębiowski, W. Peeters, G. Karwasz, *Mikser z magnesem (na deser)*, „Foton”, nr 104/2009, 54–56.

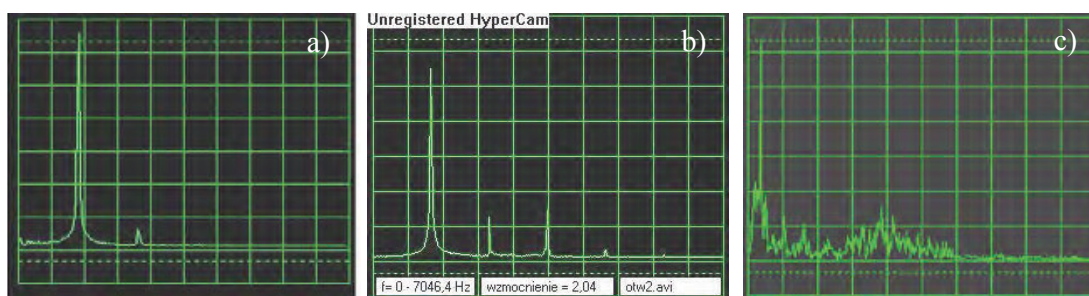
³² Zagadnieniu analizy Fouriera poświęciliśmy cykl artykułów, od najprostszego (spektralnie) dźwięku glass-harmoniki (E. Rajch, G. Karwasz, *Szampańska muzyka*, Foton, nr 85/2004), przez wykład o składowych harmonicznych (E. Rajch, G. Karwasz, *Czarodziejski flet*, „Fizyka w Szkole”, nr 1/2006), po transgraniczne rozważania o sumowaniu funkcji sinus za pomocą dwóch, nieco rozstrojonych dzwonków (G. Karwasz, G. Osiński, *Trygonometria akustyczna*, cz. 1, „Matematyka w Szkole”, nr 28/2007, G. Karwasz, G. Osiński, *Trygonometria akustyczna*, cz. 2, „Matematyka w Szkole”, 29/2007).



Fot. 4.21. Uporządkowany logicznie i technicznie wykład z akustyki, którego celem w zakresie *umiejętności* jest przedstawienie analizy harmonicznej różnych dźwięków, IV Powiatowe Dni Przyrody w Nadrożu, 2010: **a)** analiza różnych sposobów generacji składowych harmonicznych w dźwięku zabawkowego fletu; **b)** wysokość dźwięku zależy od długości słupa drgającego powietrza – organowe rury kupione na rynku w Schöneberg w Berlinie grają uczniowie i dyrektor szkoły; **c)** rura do zaklinalnia deszczu z Peru – przesypujące się kamyczki dają dźwięk o „szerokim” widmie składowych harmonicznych, przypominający plusk deszczu (zbiory GK, fot. MK)

Na marginesie metodologii wykładów interaktywnych dodajmy kilka uwag dotyczących wzajemnej równowagi funkcji poznawczych zdefiniowanych w rozdziale III. Po pierwsze, wykład pokazowy nie może być nagromadzeniem doświadczeń „na temat”, wyjętych z pracowni uczelni. Spełniałby wówczas funkcję *kolekcyjną*, zob. rozdział VI, z zupełnym zaniedbaniem wymogu atrakcyjności *intelektualnej* dla widza. Po drugie, wykład nie może być również zestawieniem „niezwykle ciekawych”, ale zazwyczaj tylko w idei twórcy, doświadczeń pokazowych: „Dzwoni, wybucha, dymi, syczy, ale dlaczego to nie wiadomo” – funkcja ludyczna zdominowała funkcję dydaktyczną³³. Kolejnym niebezpieczeństwem jest pokusa multimedialności – wszystko z ekranu komputera, a na zakończenie pokazanie, że można to zrobić doświadczalnie (ale lepiej nie, bo może „nie wyjść”).

Zajmujący wykład interaktywny powinien przede wszystkim odpowiadać na jasno postawione zagadnienie, np. „Skąd się bierze prąd elektryczny?”, lub innymi słowy na pytanie o źródła elektryczności³⁴. Odpowiedzi jest wiele: z pocierania (efekt trybologiczny), ze zjawisk elektrochemicznych (ogniwo Volty), z efektu piezoelektrycznego (Pierre Curie), z indukcji elektromagnetycznej. Widz na koniec wykładu powinien te podstawowe wiadomości wynieść. W zabawach z transformatą Fouriera dzieci uczą się rozpoznawać dźwięki na podstawie ich „wyglądu”, czyli widma składowych harmonicznych, fot. 4.22.



Fot. 4.22. Uporządkowane koncepcyjnie widma dźwięków: **a)** pisk kieliszka, praktycznie o jednej składowej harmonicznej; **b)** dźwięk zabawkowego fletu z fot. 4.21a – kilka składowych; **c)** „grzmot” rury burzowej – skomplikowane widmo o wielu składowych (zbiory i analiza GK)

³³ Europejska Organizacja ds. Badań Nuklearnych od kilkunastu lat organizuje międzynarodowe festiwale – konkursy pt. „Cyrk fizyczny”. Po kilku latach uczestnictwa polski koordynator tak wyraził się o imprezie: „Dużo cyrku, mało fizyki”.

³⁴ Zob. A. Okoniewska, G. Karwasz, *Źródła elektryczności*, „Fizyka w Szkole”, nr 5/2003, s. 12, i portal Ogniwo Volty, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/files/zrodla/ogniwa.htm> (30.12.2011).

Ten sam pokaz, ale na poziomie liceum może mieć już inną strukturę: co wiemy o budowie materii i jak z własności materii wynikają poszczególne sposoby wytwarzania prądu. Innymi słowy, dobry wykład tak jak dramat ma swój problem i swój (często mrożący krew w żyłach i pełen zaskakujących rozwiązań) scenariusz.

W myśl pogładowości, a szczególnie przeświadczenia Alberta Einsteina o nadrzędnej roli doświadczenia, korzystamy z istnienia obiektów rzeczywistych, np. napisów na akumulatorach w telefonach komórkowych albo na wtyczkach do sieci do konstruowania kategorii pojęciowych, np. „napięcia” lub „mocy prądu”. Pojęcie fizyczne z jednej strony jest koniecznym wynikiem doświadczenia (jak „pęd” w wahadle Newtona), z drugiej strony pozwala na dalsze doświadczenia, np. sprawdzanie, że w banalnym pocieraniu plastikowej rurki kawałkiem wełny wytwarzamy *napięcia* elektryczne rzędu tysięcy woltów.

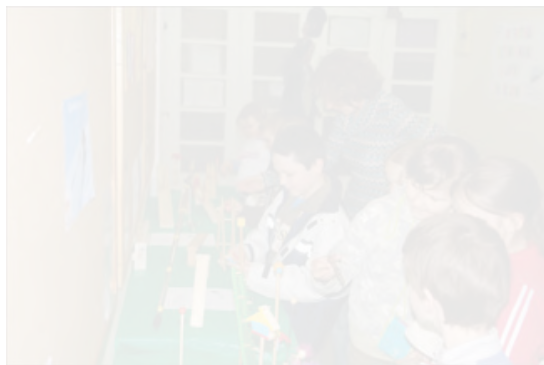
W myśl nowoczesnej pedagogiki wiedza przedmiotowa winna być uzupełniona o umiejętności tak praktyczne, jak i „społeczne”. W problematyce elektryczności umiejętnością praktyczną może być np. samodzielna budowa ogniwa elektrochemicznego (z blaszek i ogórka), umiejętność obsługi woltomierza. Umiejętnością „społeczną” dla dzieci młodszych będzie ostrzeżenie, że prąd jest niebezpieczny, a dla studentów szczere wyznanie, że potencjały elektrochemiczne pozostają nadal problemem za trudnym dla współczesnej fizyki (i chemii) teoretycznej.

Niewątpliwą zaletą wykładów interaktywnych z nauk fizycznych dla młodzieży gimnazjalnej i ponadgimnazjalnej jest możliwość przeprowadzenia lekcji dla dużej liczby widzów (nawet do 300 osób w praktyce UMK). Niestety, warunki uczelni nie zawsze pozwalają na drugi etap, czyli samodzielne odkrywane. Do tego celu niezbędne są centra nauki.

4.6. Tunel dydaktyczny

Nie jest łatwo zorganizować wystawę interaktywną tak, aby widz zdobywał wiadomości według *rosnącego stopnia trudności* albo według *właściwej ścieżki poznawczej*. Zazwyczaj zwiedzający wybierają dość przypadkowy scenariusz zwiedzania (a który powinien być scenariuszem interaktywnego, *stopniowego* odkrywania). Jak to pokazujemy w rozdziale VI, eksponaty nawet w renomowanych centrach proponują w dowolnej sekwencji różne aspekty w danej tematyce, np. w optyce, a zwiedzający dość przypadkowo je wybiera.

Przykładem interaktywnej wystawy ludyczno-dydaktycznej zorganizowanej w *rygorystycznie* uporządkowaną ścieżkę poznawczą była wspomniana już wystawa „Z góry na pazurki” zorganizowana w Instytucie Fizyki UMK na VII Festiwalu Nauki w 2007 roku.



Fot. 4.23. Tunel dydaktyczny – eksponaty ustawione są według ściśle zdefiniowanej ścieżki dydaktycznej. Wystawa „Z góry na pazurki” w korytarzu Zakładu Dydaktyki Fizyki UMK w Toruniu, 2007 (zbiory i fot. autor, współpraca JK, KS, AK, G. Osiński)