

8.4 Funkcje centrów nauki i wystaw dydaktycznych

7.1. 1 Centra nauki - ich rola regionalna i narodowa

Szczegółowo opisane w dalszych częściach pracy przykłady centrów nauki należą w większości do instytucji wiodących w dziedzinie muzealnictwa przyrodniczego i technologicznego na poziomie poszczególnych krajów. Zarówno Cite' de Science w Paryżu, Science Museum w Londynie jak i Exploratorium w San Francisco są narodowymi punktami odniesienia dla innych organizacji i wyznaczają polityki narodowe w zakresie zarówno edukacji pozaszkolnej jak i zachowania tradycji naukowych i przemysłowych określonych krajów. Poszczególne instytucje narodowe są jednocześnie zasadniczo odmienne w ich organizacji oraz sposobach oddziaływania na widza. Deutsches Museum w Monachium oraz jego część pochodząca z byłego Berlina Zachodniego, jak to opisano w rozdziale 1, są instytucjami stworzonymi dla zachowania historycznych dokonań w zakresie techniki przemysłowej i reprezentując głównie strategię realizmu i kolekcji.

Jak pokazujemy w rozdziale 1.3, muzea korzystają też z bardzo różnych strategii edukacyjnych, prowadząc inicjatywy tak na własnym terenie jak i w szkołach. Stopień różnorodności środków dydaktycznych oraz metody dydaktyczne również pozostają bardzo zróżnicowane, od zwykłego oprowadzania wycieczki szkolnej, do specjalnie organizowanych lekcji na zamówienie, laboratoriów i warsztatów tematycznych. Instytucją zdecydowanie w awangardzie światowej w zakresie metod współpracy ze szkołami pozostaje jednak Exploratorium w San Francisco.


Exploratorium w San Francisco, powstałe w 1969 roku, z założenia jest instytucją służącą poznaniu interaktywnemu. Jedną z wielu inicjatyw prowadzonych przez Exploratorium są letnie szkoły technik eksperymentalnych dla nauczycieli fizyki z całego terytorium USA. Nauczyciele przez miesiąc czasu poznają istniejące eksponaty interaktywne oraz konstruują własne urządzenia. Exploratorium pokrywa wszystkie koszty uczestnictwa. Jedynym warunkiem jest zgoda nauczycieli na pozostawienie wytworzonych eksponatów do wykorzystania przez Exploratorium. W ten sposób zasoby Exploratorium stale się powiększają – nawet jeśli nie w formie nowych obiektów to w formie wirtualnej lub *know-how*. Nad koordynacją współpracy z nauczycielami czuwa wydzielona organizacyjnie jednostka „Teacher Institute” [1]. Do dyspozycji nauczycieli są nie tylko szczegółowe opisy działania eksponatów i scenariusze dydaktyczne zawarte w wielotomowej, oficjalnej „cooking book”, ale także „podręczne” wersje doświadczeń, możliwe do przeprowadzenia samodzielnego w szkole, tzw. „snack”.

LEADERSHIP PROGRAM

Are you interested in starting a program to mentor new teachers? Find out about the Teacher Institute's approach, which combines a program for beginning teachers with a leadership program that trains coaches and mentors. Check out our [Leadership website](#).


BEGINNING TEACHER PROGRAM

Enhance your knowledge of science while learning how to bring the Exploratorium's hands-on philosophy of teaching into your classroom. For more information, check out our [New Teacher Program webpage](#).



PODCASTS

The Teacher Institute currently has **three podcast series** for science teachers that will inform and entertain you.



Teacher Institute Teaching Tips
A series of almost 70 five-minute episodes that include activities, science history, pedagogy tips, and "first year" teaching stories.

TI's Summer Institute
Hear about the Summer Institute experience from the directors of TI and from participating teachers.

SmallTalk
SmallTalk is a series of five episodes about nanotechnology featuring leading scientists, writers, and visionaries. Each episode is about 20–30 minutes long.

Grade 3–Grade 5

Grade 6–Grade 8

Geometry Playground is funded by a grant from the National Science Foundation.

Want to know more about the Teacher Institute's Summer Institute for educators? Then listen to our podcasts! Whether you're a teacher interested in applying to our Classic Summer Institute or you've already been accepted into it, you'll find detailed descriptions of the summer experience in these audio programs.


Full Version: 26 minutes, 9.2 MB
"Lite" Version: 11 minutes, 3.9 MB

MEET THE STAFF

Find out more about the [staff](#) at the Teacher Institute and their interests.

SCIENCE SNACKS

Our popular [Science Snacks](#) provide instructions for building classroom versions of Exploratorium exhibits.



SIGN UP!

Subscribe to EduNews! EduNews, the Exploratorium's free educator e-mail newsletter, is sent to subscribers four times a year. [Subscribe Now!](#)

OUR MISSION

The Exploratorium Teacher Institute (TI) has been a professional home for middle and high school science teachers for over twenty years. ([TI brochure in PDF](#))

The TI offers a rich mix of hands-on activities based on Exploratorium exhibits, content-based discussions, classroom materials, web-based teaching resources, and machine shop experiences.

We offer Summer Institutes and district-wide in-services for both new and experienced teachers. Our growing family of alumni may also attend a variety of Saturday workshops. All program participants are provided with stipends for attending our institutes and workshops.




Foto 1.1 Exploratorium w San Francisco oferuje nauczycielom specjalne ścieżki współpracy – szkolenia letnia, spotkania tematyczne, materiały video ilustrujące proponowane scenariusze lekcji, a także krótkie i proste doświadczenia, niejako „kieszonkowe” wersje dużych eksponatów, tzw. „snack”.

Oczywiście, ta koordynująca niejako rola Exploratorium wynika ze specyfiki systemu edukacji w USA, o znacznym zróżnicowaniu poziomu i o braku standardów wymagań w stosunku do nauczycieli. Instytucje europejskie typu Science Center nie muszą spełniać tych zadań, co nie oznacza, że nie spełniają niezwykle ważnej roli, komplementarnej dla własnych systemów nauczania. Przed dokładniejszym zdefiniowaniem głównych funkcji wystaw i eksploratoriów omówimy jeden przykład instytucji europejskiej, spełniającej podobne zadania jak Exploratorium, ale w wymiarze regionalnym, w Regionie Trentino (pół miliona mieszkańców).

1.4.2 Muzeum regionalne - Nauk Przyrodniczych w Trydencie

W odróżnieniu od Deutsches Museum w Monachium czy Exploratorium w San Francisco, Muzeum Nauk Przyrodniczych w Trydencie (miasto rozmiarów Gdyni lub Torunia) spełnia głównie zadania regionalne, ale na niezwykle wysokim poziomie merytorycznym. Muzeum w Trydencie powstało jako typowe muzeum przyrodnicze, przechowujące zbiory minerałów i skał, zielniki roślin alpejskich oraz spreparowane egzemplarze fauny. Muzeum to prowadzi jednocześnie ogród botaniczny roślin alpejskich (na

górze Bondone), muzeum geologiczne (w miejscowości Predazzo) i muzeum lotnictwa poświęcone pionierowi aeronautyki we Włoszech, inżynierowi Caproni urodzonemu w Trentino. Muzeum w Trydencie realizuje więc jako główne zadanie ochronę dziedzictwa miejscowego, zarówno technologicznego jak i biologicznego.



Foto 1.2 Różnorodność tematów realizowanych przez muzea nauki. Przykład Museo Tridentino delle Scienze Natuali w Trydencie. 1) Alpejski ogród botaniczny http://www.mtsn.tn.it/rete/giardino_botanico.asp 2) Muzeum lotnictwa G. Caproni, z wystawami stałymi dotyczącymi lokalnej historii lotnictwa i czasową wystawą dotyczącą helikopterów i ratownictwa w regionie Trentino <http://www.museocaproni.it/>

Oprócz tych tradycyjnych działów Muzeum organizuje wystawy interaktywne, jak na przykład jedna z ostatnich „Lód i bieguny” poświęcone ekosystemom Arktyki i Antarktydy oraz badaniom polarnym. Muzeum w Trydencie, jak opisano w rozdziale 2 prowadzi również szeroką działalność dydaktyczną. W zakresie fizyki na poziomie szkoły podstawowej są to na przykład zajęcia z prawa Archimedesesa (siła wyporu, pływanie, gęstość różnych substancji itd.), zajęcia z rysunku czy w zakresie przedmiotu Przyroda zajęcia symulujące paleontologię (odszukiwanie szkieletu dinozaura w dużej piaskownicy, pedagogicznie dla lepszego podziału ról podzielonej na sektory geometryczne, zob. foto 1.4).



Foto 1.3 Różnorodność form pracy z dziećmi w centrach i muzeach nauki. Przykład Museo Tridentino delle Scienze Natuali w Trydencie, wystawa „Naga małpa”. 1) Wystawa z narracją (eksponaty anatomiczne – mózg człowieka i małpy); 2) Samodzielne odkrywanie - przeciwstawny kciuk jako warunek skoku technologicznego u naczelnych: „-Spróbuj wymacać, co jest w otworze w ścianie!” ;

Różnorodność form narracji oraz holistyczne podejście do procesu dydaktycznego ilustrują zdjęcia 1.3 i 1.4. Widz jest zaskakiwany formami narracji, od oglądu do palpacji; uczeń operuje w wykopaliskach szczotką i młotkiem, później lupą a w końcu katalogiem znalezisk.



Foto 1.4 Przykład kompletnego (i wewnętrznie komplementarnego) scenariusza dydaktycznego z paleontologii w Museo Tridentino delle Scienze Naturali. 1) Podział obszaru badań na sektory i „wykopaliska” 2) Porządkowanie znalezisk; 3) Protokołowanie (klasyfikowanie i werbalizacja) wyników wykopalisk.

Funkcje dydaktyczne realizowane są i przez ekspozycje stałe typu kolekcji (np. geologiczną), przez wystawy dla szerokiej publiczności jak wspomniana wystawa „Lód i bieguny” lub przez wystawy tymczasowe ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb szkół. Tego ostatniego typu była np. przedstawiana również w innych częściach niniejszej pracy wystawa „Naga małpa”. Wystawa była zorganizowana z okazji roku Darwina a miała za zadanie pomóc nauczycielom w odpowiedzi na pytania dotyczące ewolucji i różnic biologicznych/ środowiskowych/ kulturowych między *homo sapiens* a innymi naczelnymi, foto 1.4. W rozdziale 4.2 pokażemy inne możliwe sposoby ujęcia tego samego problemu.

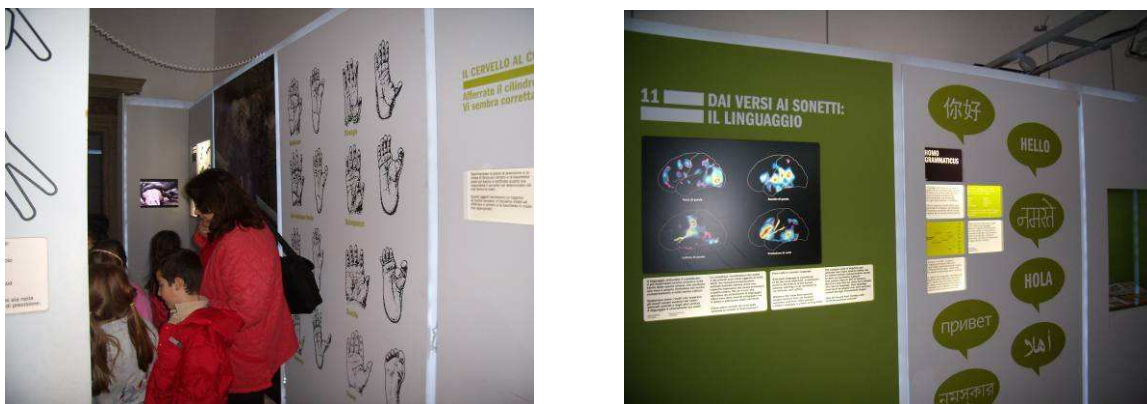


Foto 1.5 Interrogacja jako forma konstruowania narracji naukowej w centrach nauki – „- Człowiek a małpa?” 1) Różnice anatomiczne; 2) Wyższe funkcje mózgu jak mowa i pismo (Museo Tridentino delle Scienze Naturali, 2007)

1.4.3 Funkcje poznawcze (pedagogiczne) centrów nauki

Jak pokazano na dwóch przykładach powyżej, centra nauki realizując w pierwszej kolejności zadania wynikające z ich usytuowania w strukturze regionalnej - odpowiadając zarówno na lokalne zapotrzebowanie odbiorców, oddając różne koncepcje ich twórców i realizując zadania zlecone przez finansujące je instytucje. Szczegóły organizacyjne oraz dziedziny nauki wpływają na metody oddziaływania edukacyjnego. Dla przeprowadzenia analizy porównawczej, niezależnie od tych różnic celowe jest jednak wyróżnienie wspólnych funkcji, jakie centra nauki, muzea oraz wystawy (tradycyjne i interaktywne) spełniają w stosunku do odbiorcy. Mimo różnorodności organizacyjnej i spełnianej misji, szczegółowe porównanie sposobów oddziaływania na widza pozwala we wszystkich przypadkach na wyodrębnienie trzech następujących funkcji *pedagogicznych*:

- 1) funkcja zabawowa (ludyczna)
- 2) funkcja dydaktyczna
- 3) funkcja poznawcza (naukowa).

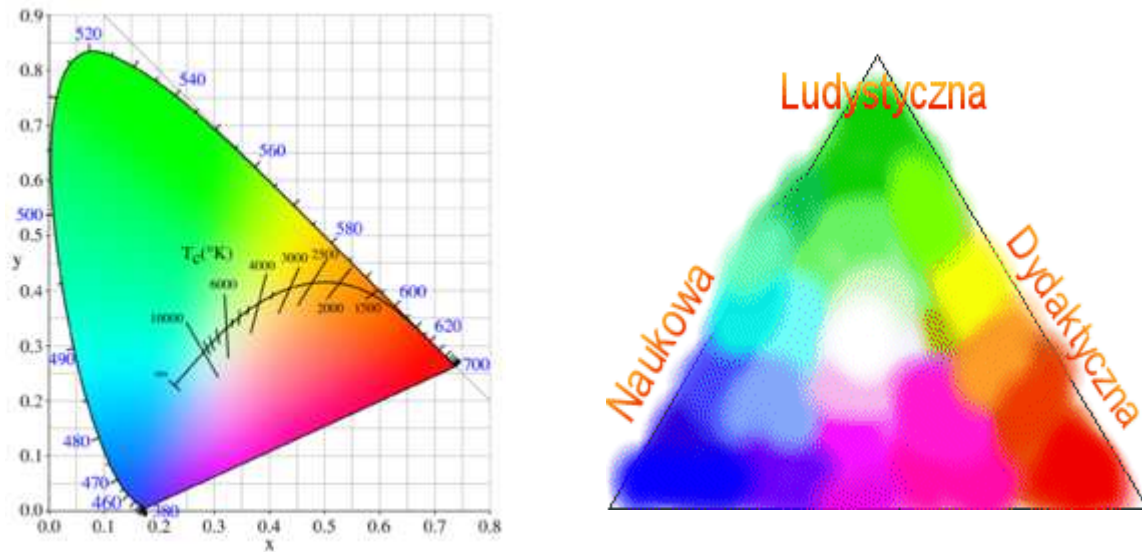
Funkcje te nazywamy *pedagogicznymi*, jako że nie oddziałują one tylko na sferę *poznawczą* odbiorcy ale również na jego zmysł artystyczny, emocje, przyszłe zachowania praktyczne itd. Szczegóły definicji przedstawimy poprzez omówienie ich praktycznych realizacji.

Wyodrębnienie tych funkcji w konkretnych realizacjach nie jest więc łatwe, jako że są one obecne we wszystkich działaniach, ale z różnym względnym *natężeniem*. Co więcej, wyodrębnienie, czy raczej wyróżnienie poszczególnej funkcji zależy nie tylko od rodzaju wystawy czy eksponatu ale głównie od odbiorcy i sposobu przedstawienia treści, dostosowanego do tego odbiorcy.

Funkcja ludyczna, dydaktyczna i naukowa są więc ze sobą wymieszane, jak barwy na paletce malarza. Posługując się przykładem syntezy kolorów z kolorów podstawowych (zielonego, czerwonego, niebieskiego) możemy przedstawić trzy funkcje pedagogiczne eksploratoriów w postaci trójkąta, podobnie jak to się dzieje dla trójkąta barw. Konkretny kolor, na przykład pomarańczowy, powstaje przez domieszkę koloru zielonego i bardzo niewielkiej ilości niebieskiego do koloru czerwonego. Konkretna wystawa może głównie bawić, a przy okazji też uczyć i włączać widza w pogłębianie zagadnień naukowych.

Przed przykładami wyszukiwania trzech funkcji w instytucjach stanowiących główny przedmiot opracowania posłużymy się kilkoma własnymi przykładami (*case studiem*) z realizacji wystaw interaktywnych (oraz ich wersji multimedialnych [1]). Pokażemy jak

funkcja ludyczna stwarza możliwości dydaktyczne a w miarę pogłębiania zagadnienia prowadzi również do funkcji poznawczych.



Ryc. 1.6 Trzy funkcje przekazu w centrach nauki: zabawowa (ludyczna), przekazu wiedzy (dydaktyczna) i poznawcza (naukowa) nawzajem się uzupełniają, tak jak to jest w trójkącie barw – trzy kolory podstawowe, niebieski, zielony i czerwony pozwalają na wzajemne różne kombinacje [rys. GK]
[<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/ba/PlanckianLocus.png/250px-PlanckianLocus.png>]

Przedstawiona analiza jest szczegółowa, wyjaśniająca zarówno sposoby przejścia od funkcji ludycznej do dydaktycznej jak i źródła zdobywania wiedzy pogłębionej oraz sposoby jej przystępnej prezentacji dla widza na różnym poziomie komplikacji. Zaznaczmy również, że poszczególne funkcje rzadko występują pojedynczo. W poniższych przykładach pokażemy jak w różnych realizacjach tego samego eksponatu (i w różnych sposobach jego przedstawienia) zmienia się udział poszczególnych funkcji.

Przykład 1,

Zacznijmy od „lejka grawitacyjnego” obecnego nie tylko w wielu centrach nauki ale również np. na lotnisku w Stansted, gdzie służy do zbierania monet na cele charytatywne od osób opuszczających terytorium Wielkiej Brytanii, zob. foto 1.7. Działanie lejka jest bardzo proste – wpuszczona moneta lub kulka kręci się na obwodzie lejka i stopniowo zbliża się do jego środka, coraz bardziej przyspieszając.

Na lotnisku w Standsted lejek ma średnicę około 80 cm, stoi na niskim postumencie stanowiącym skarbonkę, jest eksponatem wyprodukowanym przemysłowo. Monety są wpuszczane przez otwór w plastikowej przezroczystej pokrywie. Dla podkreślenia aspektu widowiskowego, wewnątrz lejka jest wymalowana jednokolorowa spirala zbiegająca się ku jego środkowi.



Foto 1.7. Dwie różne funkcje takiego samego eksponatu. 1) Ludyczny (i zbierania monet) w hali odlotów lotniska w Standsted; 2) naukowy i dydaktyczny – hiperboliczny kształt potencjału grawitacyjnego Słońca jako warunek występowania zamkniętych orbit planet.

Aspekt ludyczny

Moneta krążąca dookoła i zbliżająca się ku środkowi przykuwa uwagę widza, nie tylko z uwagi na stopniowe przyspieszanie ruchu ale też z uwagi na jej oddalanie się od widza. Stopniowa niejako, z każdym obrotem, utrata monety jest nie do odwrócenia ale jednocześnie fascynująca. Efekt przykucia uwagi jest podobny do obserwacji płomienia. Na zdjęciu xx przedstawiamy przykład eksponatu symulującego palący się w kominku płomień; falujące w strumieniu powietrza czerwone kawałki jedwabiu w hipnotyczny sposób przykuwają uwagę widza, podobnie jak w lejku „grawitacyjnym”.



Foto 1.8. Zwykły lejek kuchenny i metalowa kulka wirująca w nim może służyć do ilustracji skomplikowanych pojęć, jak ruch planet w polu grawitacyjnym Słońca. 2) Eksponat symulujący płomień – skrawki jedwabiu w świetle lampy; efekt fascynacji ruchem i światłem

Aspekt dydaktyczny) – dzieło Kopernika

Najprostszym użyciem lejka grawitacyjnego w procesie dydaktycznym jest pokazanie analogii między ruchem monety, przyspieszającej w miarę zbliżania się do środka a ruchem planet w Układzie Słonecznym – im bliżej Słońca, tym planety szybciej obiegają Słońce. Zależność zaobserwowana już przez Kopernika i przedstawiona nawet na dawnym banknocie 1000 zł. Na własnoręcznym rysunku Kopernik zapisał: Mars okrąża Słońce w 2 lata, Jowisz [znajdujący się dalej] okrąża w 11 lat, [jeszcze dalszy] Saturn okrąża w 30 lat.

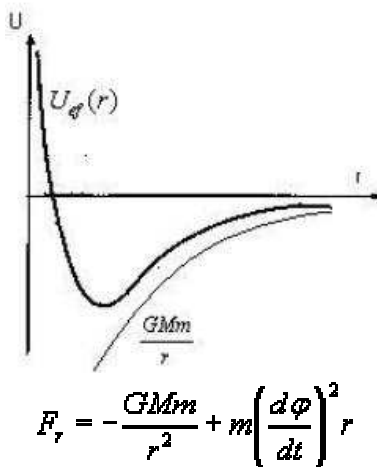
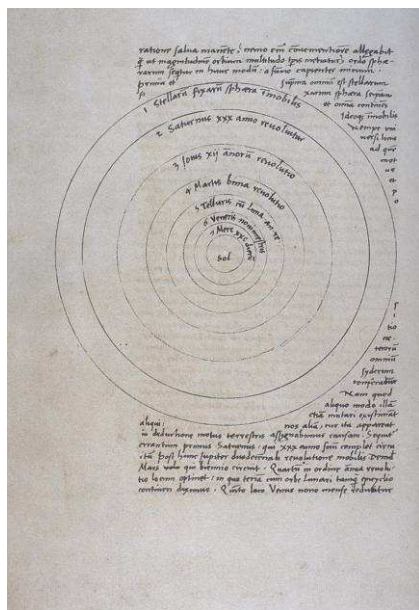


Foto 1.9. Przejście od aspektów ludycznych do dydaktycznych i naukowych: 1) Dzieło Kopernika – im bliżej centrum lejka, tym kulka porusza się szybciej, jak planety dookoła Słońca; 2) kształt lejka przypomina potencjał grawitacyjny; 3) rozwiązanie równania ruchu daje orbity eliptyczne, jak w lejku

Aspekt naukowy – prawa Keplera

Z prostego doświadczenia z lejkiem grawitacyjnym (tym o kształcie hiperbolicznym) można wyprowadzić jeszcze inny, znacznie trudniejszy problem naukowy. Porównanie lejka *hiperbolicznego* z jakimkolwiek lejkiem ale innego kształtu, zob. foto 1.8, wskazuje na wyjątkowy charakter pola grawitacyjnego Słońca (a raczej ogólnie, pola Newtona, zob. foto 1.9, część 2). Pole to jest jedyne, które zapewnia *zamknięte* trajektorie kulek (lub planet). W ten sposób dochodzimy do drugiego prawa Keplera – planety poruszają się po orbitach eliptycznych. W centrach nauki, mimo popularności lejka grawitacyjnego, możliwe aspekty *dydaktyczne* i *naukowe* są rzadko wykorzystywane.

Przykład 2 Wyścigi kaczek

Innym typowym eksponatem ludycznym są różnego rodzaju zjeżdżalnie, obecne praktycznie we wszystkich centrach nauki. Podobnie jak w przypadku lejka, nieodwracalny ruch w dół fascynuje widzów. Na licznych pokazach dla dzieci udało się wzbogacić funkcję ludyczną o funkcję dydaktyczną – pokazania, że ruch po równi nie zależy od masy schodzących zwierzątek czy staczających się wózków. Podwójna równia z kaczkami wyzwala jeszcze inne emocje w widzach – nie tylko fascynacji, ale i współzawodnictwa. Najlepszą zabawą jest, gdy na którąś z kaczek stawia połowa widowni a na drugą pozostała część a następnie obie dopingują kaczki do wyścigu. Efekt zabawowy gwarantowany ale i ten dydaktyczny jasny: kaczki nie reagują na doping widowni, bo ich ruch jest rządzone przez *prawa fizyki*.



Foto 1.10. Aspekty ludyczne eksponatów *dydaktycznych*; 1) Wyścigi kaczek, Festiwal Nauki Warszawa 2007, 2) Wyścigi samochodów – niezależność przyspieszenia od masy – Pokazy na Uniwersytecie I wieku, Tuchola

1.4.4 Funkcje pedagogiczne a wiek odbiorcy

Z obu powyższych przykładów - lejka grawitacyjnego i schodzących kaczek wynika jeszcze inne uporządkowanie trzech funkcji *pedagogicznych* eksponatów (i całych wystaw oraz centrów nauki) – z uwagi na wiek odbiorcy. I tak funkcja ludyczna służy do przekazu najprostszych treści, prawie że prawie na poziomie sensoryczno- motorycznym: „Uwaga! Schodząc z góry łatwo się przewrócić, jak to się zdarza kaczkę za mocno popchniętej” (na przykładzie kaczek) lub „Uwaga! taki wir w wodzie może wciągnąć do środka!” (na przykładzie lejka grawitacyjnego). Przekaz treści na poziomie ludycznym nie wymaga specjalnej wiedzy odbiorcy ani użycia skomplikowanych opisów. Są to niejako eksponaty dla widza od „0 do 99 lat”. Dwa przykłady wystaw interaktywnych opartych głównie o funkcję ludyczną, „W czasie deszczu dzieci się nudzą” w Biurze Wystaw Artystycznych przy moło w Sopocie w sierpniu 2004 roku oraz wystawę „Z góry na pazurki” w *korytarzu dydaktycznym* na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w kwietniu 2007 roku przedstawiamy w rozdziale 4.2.



Foto 1.11. Różne funkcje podobnych eksponatów (Muzeum geologiczne w Toronto). 1) Ogromne, piękne ametysty przykuwają uwagę widza i zapraszają do wejścia; 2) Takie same eksponaty składają się na dydaktyczny przekaz o klasach twardości minerałów.

Funkcja nazwana przez nas dydaktyczną umiejscawia się w sposób naturalny w środowisku szkoły – uczeń otrzymuje wstępną wiedzę od nauczyciela a eksponat służy do:

- przekazania nowych treści
- ilustracji zjawiska (realizacji zasady pogładowości)
- pogłębienia wiedzy (funkcja wyjaśniająca)
- pokazaniu zastosowań praktycznych przekazanej uprzednio wiedzy (funkcja praktyczna).

Na przykładzie wystawy geologicznej w Muzeum Narodowym w Toronto w Kanadzie te same minerały mogą być pokazane jako przykłady wspinających, dużych, symetrycznych i różnokolorowych kryształów (róża pustyni, szpat islandzki czy ametyst na fot. 1.8) lub zostać uporządkowane w gablotach według np. klasy twardości (gips, kalcyt itd., fot. 1.8). Kalcyt i szpat są to dokładnie te same minerały z punktu widzenia chemicznego i krystalograficznego ale uporządkowane w gablotach w Toronto spełniają dwie różne funkcje – ludyczną lub dydaktyczną. Nauczyciel przyprawdzając grupę (lub korzystając z zasobów on-line) jest w stanie przeprowadzić cały cykl lekcji o minerałach i ich własnościach, jak skład chemiczny, klasy krystalograficzne, twardość, domieszki w kamieniach szlachetnych, zastosowania itd.

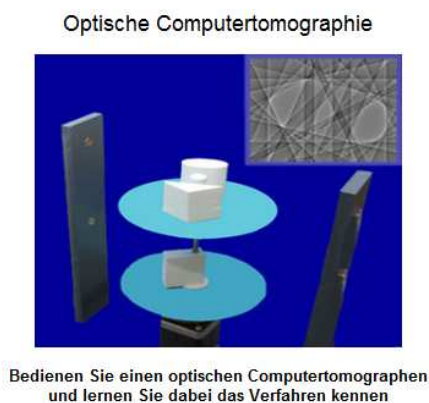


Foto 1.12. Przekraczanie barier (geograficznych, koncepcyjnych, technicznych) w funkcjach wystaw i formach przekazu - zaawansowane funkcje naukowe: 1) krystalografia na przykładach minerałów (Ontario Royal Museum Toronto); 2) tomografia komputerowa on-line na Uniwersytecie w Kaiserslautern.

Funkcja nazwana przez nas *poznawczą* jest w zasadzie działaniem naukowym – wykazania związku z innymi otwartymi problemami badawczymi, pokazania sposobu stawiania pytań naukowych oraz poszukiwania odpowiedzi na nie. Przedział wiekowy odbiorcy oraz wymagany wstępny zakres wiedzy jest więc inny niż w pozostałych funkcjach. Korzystając ze wspomnianego przykładu muzeum geologii w Ontario Royal Museum w Toronto, funkcję naukową mogłyby spełnić np. doświadczalne badanie struktury kryształu i klas krystalograficznych za pomocą doświadczenia on-line z wykorzystaniem tomografii optycznej takiej jak na Uniwersytecie w Kaiserslautern [<http://rcl.physik.uni-kl.de>].

1.4.5 Wzajemne oddziaływanie trzech funkcji pedagogicznych

Wzajemne przeplatanie się trzech funkcji pedagogicznych jest trudne do określenia *a priori*. Ekspozycje same w sobie mogą być wykorzystane na różne sposoby. Dopiero praktyczne realizacje wystaw i prowadzenie obserwacji dydaktycznych na widzach pozwala na odkrycie całej różnorodności funkcji pedagogicznych ukrytych w ekspozycjach. Okazuje się, że nawet najmłodszy odbiorca są zdolni do działań badawczych w nie mniejszym stopniu jak naukowcy o bardzo szerokiej wiedzy. Podamy tu dwa zdarzenia zaobserwowane na wspomnianej wystawie „Z górki na pazurki”. Dwa bardzo podobne urządzenia – kilka kulek na równi przechodzącej w poziomy tor miały dwa różne cele *dydaktyczne*. W trakcie wystawy, ku zdziwieniu twórców, odbiorcy w pełni oryginalny sposób wynaleźli nowe funkcje poznawcze.

Przykład 1

Pierwsza równia, zob. fot. 1.4 w założeniu projektowym miała być modyfikacją tzw. wahadła Newtona. Wahadło Newtona, składa się z pięciu kulek zawieszonych na niciach – jeśli pierwsza z kulek uderza w cztery pozostałe pozostające w spoczynku, tylko ostatnia odskakuje, a reszta włącznie z pierwszą pozostaje w spoczynku. Rozwiązanie problemu wymaga, co prawda, znajomości dość prostych metod matematycznych ale jest skomplikowane tak, że przekracza możliwości przeciętnego maturzysty, zob. [1]. W szczególności istotnym elementem rozwiązania (i działania urządzenia) jest fakt, że ruch wszystkich kulek odbywa się wzdłuż jednej prostej, czyli zderzenia są centralne.

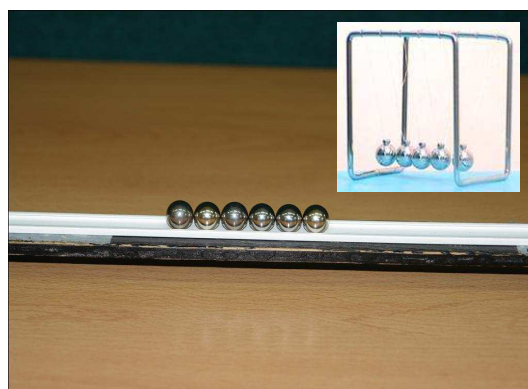


Foto 1.13: „Z górki na pazurki, ze zderzeniami” – zjeżdżalnia „Newtona” i jej pierwowzór wahadło Newtona (w górnym rogu; Festiwal Nauki Toruń, kwiecień 2007)

Przygotowany ekspozycja przypominał wahadło Newtona: cztery kulki spoczywały na poziomym torze a piąta staczała się z pochylonego odcinka toru i uderzała w pozostałe cztery. Jak należało się spodziewać, nowy ekspozycja działał inaczej niż wahadło Newtona – po zderzeniu odskakiwała nie tylko ostatnia kulka ale i pozostałe poruszały się, choć wolniej.

Przyczyną takiego działania był fakt, że kulki toczyły się po równi, a nie były zawieszona na niciach. Rozwiązanie problemu jest znacznie bardziej skomplikowane i wymaga również uwzględniania tarcia. Ekspонат mógłby więc służyć skomplikowanym celom badawczym, weryfikacji modelu matematycznego i siły tarcia, ale niezbędne byłyby pomiary prędkości kulek po zderzeniu, a to nie jest proste. Funkcja ludyczna eksponatu jest stosunkowo mało interesująca, nie rzuca się w oczy żadne specjalne zjawisko – jedna kulka uderza a pozostałe zaczynają się toczyć. Ekspонат spełnia natomiast dobrze funkcję dydaktyczną na poziomie liceum lub kursu fizyki na I roku uniwersytetu: „o ile kulki posiadają nie tylko energię kinetyczną ruchu posuwistego ale również energię kinetyczną toczenia się, to podział energii w zderzeniu jest inny niż w wahadle Newtona i rozwiązanie matematyczne również jest inne, co widać w doświadczeniu!”



Zupełnym zaskoczeniem było natomiast odkrycie nowej funkcji badawczej eksponatu, którego to odkrycia dokonał 2,5 letni syn jednego z asystentów na wystawie. Piotruś pozostawiony sam sobie zaczął się bawić równią w nieprzewidziany sposób: zamiast spuszczać kulkę z równi Piotruś puszczał kulkę po torze poziomym, tak aby wtoczyła się pod górkę w części pochylonej. Piotruś bawił się w ten sposób prawie 15 minut. Piotruś odkrył dwie nowe funkcje eksponatu. Pierwsza z nich funkcja ludyczna jako że wracająca kulka sama w sobie jest zabawna, jakby była przywiązana na gumce.

Foto 1.14 Piotruś Karbowski (3 lata) odkrywa prawo zachowania energii: kula puszczone z równi wraca „samoczynnie”; w rzeczywistości energia potencjalna kuli na początku równi zamienia się w energię kinetyczną w najniższym punkcie równi po czym ponownie w energię potencjalną na drugim końcu, i tak cyklicznie (Toruń, Festiwal Nauki 2007)

Druga funkcja to funkcja badawcza: Piotruś odkrył prawo zachowania energii. Kulka puszczone po poziomym torze posiada energię kinetyczną. Wtaczając się pod górkę kulka zwalnia, czyli traci energię kinetyczną na rzecz energii potencjalnej. W końcu zatrzymuje się, zawraca i wraca do Piotrusia. Piotruś odkrył cykliczną przemianę energii: energia kinetyczna zamienia się potencjalną a ta z kolei w kinetyczną. Spontaniczne odkrycie prawa zachowania energii przez dwuletnie dziecko jest ewenementem dydaktycznym i świadczy o dodatkowej, nieprzewidzianej na poziomie projektowania funkcji badawczej eksponatu. Wyniki odkrycia Piotrusia zostały przedstawione na międzynarodowym kongresie dydaktyki fizyki [5].

Przykład 2

Drugi eksponat, pozornie dość podobny, wzbudził zainteresowanie widza umiejscowionego na „drugim końcu piramidy edukacyjnej”, a mianowicie dyrektora Instytutu Fizyki UMK, wybitnego teoretyka. Doświadczenie składało się z prostego odcinka równi zakończonego dwoma odcinkami pochyłymi, zob. foto xx. Doświadczenie w zamierzeniu projektowym miało na celu pokazanie innego jeszcze niż w doświadczeniu „Piotrusia” aspekty prawa zachowania energii. Przyzwyczajeni jesteśmy, że w realnych sytuacjach, np. piłki odbijającej się od podłogi, energia jest tracona. Piłka odbija się „prawie na taką samą” wysokość, z jakiej spadła. Innymi słowy, odbija się na taką samą wysokość lub *mniejszą*, nigdy większą. Przykłady, w których dzieje się inaczej, są dla widza zaskakujące, o wybitnie ludycznej funkcji. Dwa przypadki obiektów odbijających się na większą wysokość niż początkowa zawiera kolekcja „Fizyka i zabawki”.

Pierwsze z tych doświadczeń to „skaczące piłeczki”, pozwalające na stworzenie *scenariusza* pokazu o charakterze teatralnym lub fragmentu wykładu interaktywnego. W pracy [7] przedstawiono scenariusz takiego pokazu, zob. foto 1.9. „Skaczące piłeczki” są również jednym z trzech doświadczeń składających się na mini-ścieżkę edukacyjną pt. „Prawa nie-zachowania” [6]. Istotne w wyjaśnieniu, dlaczego lżejsza piłeczka odbija się na większą wysokość niż wysokość, z której spadła, jest prawo zachowania energii – lżejsza piłeczka odbija się wyżej, gdyż uzyskała dodatkową energię w zderzeniu z piłeczką cięższą.



Foto 1.15. „Jak to działa?” samoistne wyzwolenie funkcji poznawczej przez eksponat o charakterze ludycznym 1) podwójny stożek pozornie wjeżdża pod górę, w rzeczywistości na rozwartym torze jego środek ciężkości się obniża; 2) kółka o różnym rozkładzie masy [momencie bezwładności] zjeżdżają z różnymi „prędkościami” ; 3) podwójna równia z wyrzutnią magnetyczną w części poziomej przykuła uwagę nawet dorosłych.

Rozważając więc zjawisko z punktu widzenia lżejszej piłeczki mamy do czynienia z zewnętrznym, niejako ukrytym źródłem energii. Rozważając natomiast dwie piłeczki jako składniki tego samego jednego systemu, energia pozornie uzyskana (przez piłeczkę lżejszą) pochodzi z wewnętrznego źródła (tj. z energii cięższej piłeczki). W przypadku dwóch atomów, zderzenie, w którym jeden z nich otrzymuje dodatkową, „ukrytą” przed zderzeniem energię, nazywamy zderzenie nad-sprężystym. Ta dodatkowa energia pochodzi ze de-ekscytacji drugiego atomu (który przed zderzeniem znajdował się w wyższym niż podstawowy stanie energetycznym, czyli posiadał nadmiar energii, możliwy do oddania pierwszemu atomowi). Zjawisko dość istotne dla działania np. ulicznych lamp „neonowych”, słabo znane studentom, nawet specjalistom w zakresie fizyki atomowej.

Zaplanowane doświadczenie z dwoma równiami miało na celu przekaz treści *naukowej*, o zderzeniach nad-sprężystych. Doświadczenie to stanowi rozwinięcie znanego dobrze, tzw. działa magnetycznego. Jeżeli po dwóch stronach silnego magnesu, zob. foto xx, umieścimy cztery kulki, ale niesymetrycznie, tzn. jedną z jednej strony a trzy z drugiej, to taki układ jest dość niestabilny – łatwo oderwać trzecią kulkę natomiast trudno oderwać kulkę „samotną”.

Umieszczając układ takich magnesów z kulkami na jednej prostej uzyskujemy działo magnetyczne – wystarczy lekko uderzyć w samotną kulkę na początku równi (zob. fot xx) aby kolejno, w całej serii magnesów, trzecia kulka z poprzedniego magnesu przeskoczyła samoistnie do pierwszej kulki z magnesu następnego. Fizycznie, taki układ przed startem należy „załadować”, lub raczej naciągnąć, jak cięciwę łuku lub cyngiel w pistolecie. Innymi słowy, należy dostarczyć do układu energię, która jest następnie w układzie zmagazynowana, jak energia naciągu z sprężynie cyngla. Działo magnetyczne jest pokazywane na wielu wystawach, jako typowy element zabawowy: naciągamy cyngle, puszczone kulki na początku listwy z magnesami a ostatni kulka odskakuje daleko. Silna funkcja ludyczna a jednocześnie anty-funkcja dydaktyczna: tak naprawdę niewiadomo, co się stało i dlaczego.

Aby eksponat spełniał również funkcję dydaktyczną (oprócz ludycznej i naukowej o atomowych zderzeniach nad-sprężystych) wymaga on jednoznacznego pokazania prawa zachowania energii. Jak to zrobić? Bardzo prosto – kulka puszczone z równi z określonej wysokości i wtaczająca się na podobną równię na końcu toru nigdy nie wtoczy się na wyższą wysokość niż początkowa. Chyba że „po drodze” uzyska dodatkową energię. Tę energię może uzyskać z działa magnetycznego ustawionego na poziomym odcinku toru. Tak naprawdę proponowany eksponat stanowił złożenie dwóch pomysłów – podwójnej, zwykłej równi z działem do zderzeń nad-sprężystych. Dyrektor Instytutu Fizyki UMK trzykrotnie

wracał na wystawę, aby „pobawić się” tym eksponatem. Na poziomie wiedzy i percepcji bardzo doświadczonego naukowca (i dydaktyka) trzy funkcje, naukowa, dydaktyczna i ludyczna (w tej kolejności tworzące eksponat) zlały się w jedną całość pedagogiczną.



Foto 1.16. Przykłady zderzeń nad-sprężystych, tj. takich w których jeden z obiektów zyskuje energię od drugiego: 1) dwie piłeczki [6] 2) pół- piłeczki kangury i kangur wallabie [7].

Nawiasem mówiąc, „piłeczki kangury” z kolekcji „Physics and Toys” stanowią koncepcyjne taki sam eksponat. Piłeczki, a w zasadzie pół-piłeczki, przed spuszczeniem wymagają „naciągnięcia”, czyli przeniebowania na drugą stronę. Uderzenie piłeczki w ziemię wyzwala zgromadzoną w przeniebowaniu energię, jak pociągnięcie za cyngiel uwalnia energię sprężyny. Pół-piłeczka odbija się wyżej niż jej wysokość początkowa. Nawiasem mówiąc, tak właśnie skaczą pchły. Wysokość skoku pchły przekracza stukrotnie jej własne rozmiary, tak jakby skoczek wzwyż skakał na wysokość dwustu metrów! Otóż przed skokiem pchły naciągają więzadła, jak cięciwę w łuku, a raczej w kuszy: proste doświadczenie z piłeczką daje odnośnik do zaskakującej zoologii. Na płycie „Physics and Toys” nie byliśmy w stanie pokazać pchły, więc zjawisko wyzwala energii zmagazynowanej pokazujemy, a raczej *sugerujemy* przy pomocy zdjęcia wallabie, małego kangura, ze skalistych wzgórz Australii, zob. foto 1.7, i za pomocą zdjęcia golfisty, który przekazuje golfowej piłce energię (kinetyczną) ciężkiego kija.

Multimedialny przekaz wiedzy, czyli przekaz z wykorzystaniem różnych środków, bardzo wspomaga funkcje pedagogiczne tradycyjnych wystaw i muzeów. Niestety, połączenie wystaw ze środkami multimedialnymi jest dość rzadkie w praktyce muzealniczej. Nieliczne przykłady zostaną przedstawione w następnych rozdziałach.

Trudności w definiowaniu funkcji poznawczych

Obszerna dokumentacja centrów nauki będzie przedstawiona w rozdziale czwartym. Poniżej wymienimy parę eksponatów, dla których zdefiniowanie funkcji poznawczych wydaje się nie być dostatecznie jasne. Przykłady są zaczerpnięte z dawnego muzeum nauki „Spectrum” w Berlinie (NRD).



Foto 1.17. Przykłady przerostu jednej w funkcji poznawczych nad pozostałymi, na przykładzie dawnego muzeum nauki w Berlinie (NRD). 1) pomiar siły nośnej skrzydła jest fizycznie *precyzyjne* ale mało interesujące; 2) przekazywanie ruchu między dwoma tarczami z magnesami jest *niejasne*; 3) podobny do poprzedniego eksponat z „Fizyki zabawek” oferuje znacznie większe bogactwo doświadczeń.

Pierwszy z eksponatów na ryc. 1.17 przedstawia bardzo precyzyjny, wręcz inżynierski sposób na pomiar siły nośnej skrzydła samolotu. Wyjaśnienie jest nieprecyzyjne a sam pomiar mało interesujący. Zdjęcie, wykonane przez autora pokazuje, że nawet po odwrócenie skrzydła występuje siła nośna: funkcja dydaktyczna jest wykorzystana tendencyjnie a możliwa funkcja poznawcza ginie w tej poprzedniej.

Druga fotografia na ryc. 1.17 to przykład oddziaływania dwóch magnesów – jeden z nich obraca się a oddziaływanie magnesów wprawia w ruch drugą tarczę. Znacznie większe bogactwo możliwych doświadczeń przedstawia eksponat z wystawy „Fizyka i zabawki” – ruch między dwoma karuzelami magnesów może być przekazany, „odbity”, Kub wręcz chaotyczny. Dwa magnesy mogą stanowić znakomitą ilustrację tzw. chaosu klasycznego. Prostota eksponatu, wynikająca z celowego ograniczenia funkcji dydaktycznej owocuje wzbogaceniem zarówno jego funkcji ludycznej jak i naukowej.

Właściwa interakcja funkcji poznawczych w centrach nauki i eksploratoriach jest zagadnieniem skomplikowanym i więcej przykładów przedstawimy w dalszych rozdziałach.