



KWARTALNIK

PROBLEMY WCZESNEJ EDUKACJI

ISSUES IN EARLY EDUCATION

Rok VII 2011

Numer 3 (15)

**AWANGARDA W SZKOLNEJ
I POZASZKOLNEJ EDUKACJI**

**THE AVANT-GARDE IN SCHOOL
AND BEYOND SCHOOL IN EARLY
EDUCATION**

POLSKIE TOWARZYSTWO PEDAGOGICZNE

Grzegorz P. Karwasz

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
karwasz@fizyka.umk.pl

Między neo-realizmem a hyper-konstruktywizmem – strategie dydaktyczne dla XXI wieku

Summary

Between neo-realism and hyper-constructivism – didactic strategies for the twenty-first century

The development of new technical means of communication requires new didactical strategies. The inflation of information has led to difficulties in understanding it, while personal contact using the cell phone and the computer has led to underdevelopment in the emotional sphere. Because of this, didactical activities should run in two directions: 1) teach strategies for ordering information and constructing paths to build self-sustained knowledge, and 2) re-establish contact with physical reality. The first of these two strategies we call hyper-constructivism, the second neo-realism. We illustrate the practical implementation of these strategies using examples from universities for kids, a phenomenon under rapid development all over Europe.

Słowa kluczowe: nad-konstruktywizm, neo-realizm, strategie dydaktyczne

Keywords: hyper-constructivism, neo-realism, didactical strategies

1. Potrzeba zmian strategii edukacyjnych

Ostatnie 50 lat cywilizacji jest okresem niebywałego postępu informacyjnego – tradycyjne nośniki informacji, jak druk, rycina, obraz zostały zastąpione nośnikami cyfrowymi. Nowe nośniki są nie tylko bez porównania pojemniejsze¹, dostępne w ułamku sekundy, ale w coraz większym stopniu zaczynają obejmować całą dotychczasową wiedzę ludzkości². Postęp w praktycznym wykorzystaniu technologii informacyjnych wymknął się nawet prawu Moore’a, jako że dotyczyło ono jedynie rozwoju sprzętu (*hardware*), a rewolucja ostatnich 10 lat miała charakter *społeczny*, gdzie obok współzawodniczących korporacji przemysłowych pojawiły się setki milionów pasjonatów programistów i autorów stron internetowych. Rozwój mobilnych środków komunikacji uczyni wkrótce tę wiedzę dostępną w każdym miejscu i po minimalnych kosztach. Już w tej chwili większość wiedzy w zakresie fizyki współczesnej tak dzieci wczesnoszkolnych³, jak studentów pochodzi z tzw. telewizji edukacyjnych lub doniesień prasowych.

¹ Jedna płyta CD-Rom zawiera ilość znaków alfanumerycznych, która zajmowałaby sto tysięcy stron druku.

² Mamy tu na myśli fenomen encyklopedii *rozproszonej*, Wikipedii i fenomen Google Books, który już teraz obejmuje dzieła nie tylko literackie, ale i naukowe, włączając np. drugie wydanie „De Revolutionibus...”, Hennepertrina (1566).

³ Na stronie internetowej Zakładu Dydaktyki Fizyki UMK w Toruniu utworzyliśmy nawet specjalną zakładkę „Fizyka dla krasnoludków”, która ma, w założeniu, odpowiadać na pytania najmłodszych http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/171

Stan dostępności wiedzy we współczesnym świecie należałoby nazwać hyper-inflacją⁴ informacyjną. Problemem staje się nie sama wiedza, ale możliwość jej uporządkowania przez indywidualnego odbiorcę, a przez to możliwość jej wykorzystania, tak dla dalszego dodawania wiedzy do własnego, dysponowalnego zasobu, jak do użytkowania praktycznego⁵.

Poważnym problemem staje się również problem interpretacji docierającej do nas wiedzy, która głównie z powodu inflacji zawodu uczonego jest nie tylko nadmiarowa, ale również podawana tak, aby wzbudziła powszechną sensację. Nie mówimy tu tylko o znanych osobowościach świata nauki, niejako profesjonalnych popularyzatorach, ale nawet o noblistach (zob. np. Wilczek 2008). W tym (surowym) osądzie sensacyjnego tonu ogłaszania⁶ odkryć naukowych nie jesteśmy bynajmniej odosobnieni⁷. Jak w tym gąszczu nie do końca jasnych informacji, choć pochodzących z nobilitowanych źródeł ma sobie poradzić nie tylko dorosły odbiorca, ale przede wszystkim uczeń? Jak ma poradzić sobie nauczyciel z 8-letnim uczniem, który pyta, czy już odkryto cząstkę Higgsa⁸? Odpowiedzią są nowe strategie stosowane praktycznie przez autora od połowy lat 90-tych, tak w kraju, jak za granicą (zob. np. Karwasz, Wróblewski, Zanetti 2000:326).

Autor tworzy ramy dydaktyki interaktywnej w dziedzinie fizyki, głównie dla dzieci i młodzieży; w Polsce te działania autor podjął w 1997 roku. Wśród organizowanych przedsięwzięć były pierwsze w Polsce interaktywne wystawy z fizyki, pt. „Fizyka i zabawki” w Warszawie i Słupsku w 1998 roku dla dzieci i młodzieży, w Białymstoku w 1999 roku dla młodzieży licealnej (Karwasz 2000: 97), liczne dalsze lokalne edycje tej wystawy, nowa forma głównie dla dzieci 3–7 lat przy moło w Sopocie latem 2004 r. „W czasie deszczu dzieci się nudzą”, wystawy dla szkół z okazji dni otwartych i festiwali nauki (Kamińska, Karwasz 2008: 44), wystawy tematyczne, np. „Fiat Lux! Zabawy ze światłem” (Karwasz 2010: 154-158), głównie dla gimnazjalistów itd. Ocena efektywności tych działań jest dwójaka: 1) jakościowa, w postaci ocen zwiedzających (zob. cytowane prace) i ilości dzieci i młodzieży uczestniczących bezpośrednio w tych formach dydaktycznych (tylko pierwszą, dwutygodniową edycję „Fizyka zabawek” zwiedziło 14 tys. osób) oraz 2) ocena skutków działań – a jako te podamy nieprzeliczoną ilość niezależnych inicjatyw dydaktyki interaktywnej dla dzieci, którą obserwujemy w Polsce od 1998 roku, włączając w to milion zwiedzających Centrum „Kopernik” w ciągu roku. Sukces wystaw interaktywnych wskazuje na przemożną potrzebę manipulacji obiektem dla jego poznania: dydaktycznie nazywany jest ten typ poznania *hands-on*⁹.

Jednocześnie, postępująca wirtualizacja dostępu do wiedzy powoduje jej spłylenie: w powszechnej percepcji wizualizacja elektronu to kropka, protonu (składającego się

⁴ Przypominamy tu oryginalne, przed-ekonomiczne a medyczne znaczenie *inflacji* – stan zapalny z obrzękiem.

⁵ Konieczność przetłumaczenia wiedzy na potrzeby „szarego” człowieka (ang. *man on the street*) jest dostrzegana w różnych dziedzinach nauki i przez różne instytucje. W fizyce wspomnijmy nowy rodzaj podręczników, tzw. *conceptual physics*, jak np. książka P. Hewitta noszący w polskim wydaniu tytuł „Fizyka wokół nas” lub włoska „La matematica per il cittadino”, Zanichelli (2008) skąd wzięliśmy tytuł naszej zakładki internetowej „Fizyka dla obywateli” http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/178

⁶ Ogłoszone we wrześniu 2011 przełamanie prędkości światła w pomiarach transmisji neutrin dotyczy efektu, którego wielkość (względna) wynosi 0,002%.

⁷ Podobnego zdania jest np. prof. dr hab. M. Tempczyk, kierownik Zakładu Filozofii Nauki UMK w Toruniu, (zob. M. Tempczyk 2010).

⁸ Kuba, na stronie http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/171

⁹ Praktyczną realizację doświadczeń *hands-on* w zakresie elektromagnetyzmu opisuje np. praca A. Karbowskiego, M. Michelini, L. Santi, W. Peteers, J. Trna, V. Engström, G. Karwasz (2008:52).

z trzech kwarków) to też kropka i pojedynczego kwarku – również kropka. Wizualizacja taka nie niesie *żadnej* informacji, nie pełni więc roli *poglądowej* (Kruk, Karwasz 2009: 106). Wiemy natomiast z dokładnych danych doświadczalnych, że trzy *leptony* – elektron, cząstka *mu* i cząstka *tau*, wszystkie trzy niepodzielne, czyli będące cząstkami elementarnymi, różnią się znacznie masą. W naszej wizualizacji *rzeczywistej* leptony te, poczynając od elektronu, to trzy miedziane krążki, o rosnących masach, poczynawszy od elektronu w postaci greckiego euro-centa, *lepto* (Karwasz 2006: 28).

Te dwie pod-strategie: 1) doświadczenia fizycznego *hands-on*, w każdej dziedzinie i na każdy temat, oraz 2) poszerzania poglądowości na wielkości bezpośrednio nieobserwowalne mają na celu *sprawiedzenie* ucznia ze świata papierowego podręcznika (jak to jest nadal w praktyce szkolnej) i ze świata internetowo-komputerowego (w domu ucznia) do świata obiektów *namacalnych*: kulek, sprężynek, metalowych krążków – w fizyce; zieleników, kiełkujących fasolek, nici DNA z cebuli – w biologii; modeli kuli ziemskiej w postaci owocu avocado i fal sejsmicznych na sprężynie *slinky* – w geografii (Karwasz, Chojnacka, w druku). Ten powrót ze świata papierowego i internetowego do rzeczywistości fizycznej nazwiemy *neo-realizmem*. Jest to pierwszy element proponowanej strategii dydaktycznej¹⁰.

Niestety, na naturalnie już istniejącą w 1997 roku potrzebę poglądowości nałożyły się w Polsce trzy zmiany, różne, ale wszystkie obniżające efektywność nauczania. Z jednej strony jest to wspomniana *wirtualizacja* wiedzy, z drugiej powszechność dostępu do informacji, czyli *hyper-inflacja* wiedzy. Trzeci trend to lawinowe narastanie interaktywnych wystaw, pokazów, zabaw – proces pozornie pozytywny, ale czyniący znaczne szkody w *metodologii* dydaktyki. Różne instytucje prześcigają się w prezentowaniu *obiektów* interaktywnych i doświadczeń. W niektórych przypadkach są one powtórzeniami lub kopiami, zaś w zdecydowanej *większości* przypadków mają znacznie głębszą szkodę: autorzy nie szukają idei do pokazania, ale dążą do prezentacji jedynie (jakiegoś) obiektu. Dydaktyka zamienia się w czystą, powierzchowną *fenomenologię*. Idą za tym negatywne skutki pedagogiczne, omówione szczegółowo w pracy przygotowywanej do druku (Karwasz 2012), a zauważalne nawet publicznie, np. w ocenach funkcjonowania Centrum Nauki „Kopernik”¹¹.

Jaka jest recepta na ten niespodziewany nadmiar *poglądowości*¹²? Należy oderwać ucznia tak od wiedzy osiągalnej natychmiastowo z ekranu komputera, jak od manipulacji obiektem fizycznym w ręce i szukać informacji w jego własnym umyśle¹³. Pracując w zbiorowości klasowej, szukamy informacji nie w umyśle pojedynczego ucznia, ale w zbiorowości indywidualnych umysłów. Innymi słowy, *konstruujemy* wiedzę, tak indywidualnego ucznia jak całej klasy, z posiadanych już przez nich *rozproszonych* i najczęściej częściowych *informacji*. Czym to podejście różni się od dobrze znanego konstrukttywizmu?

¹⁰ Zwracamy uwagę, że strategia ta znacznie wykracza poza tradycyjne metody poglądowe, w których obiekt (np. zielenik) pozwala na ilustrację. W proponowanej strategii aktywnie szukamy *nowych obiektów*, które pozwoliły uczniowi pokonać zaistniałą trudność w zrozumieniu zjawiska, równania, idei.

¹¹ Zob. strony internetowe tej instytucji.

¹² Jak pisał K. Sośnicki, nadmiar poglądowości prowadzi do infantylizacji nauczania (zob. Kruk, Karwasz 2009).

¹³ Podkreślamy to w tytule koordynowanego przez nas projektu: nie *hands-on*, ale *minds-on* (zob. Karbowski i in. 2008).

Konstruktywizm jako preferowaną metodę nauczania deklaruje połowa polskich nauczycieli szkół gimnazjalnych (OECD 2009). Konstruktywizm „zakłada, że wiedza jest konstrukcją umysłu ludzkiego i powstaje w wyniku własnej, różnorodnej aktywności podmiotu. Aktywność poznawcza człowieka polega na tym, że zdobywa on, przechowuje, interpretuje, tworzy i przekazuje informacje, nadając im pewną subiektywną wartość, sens i znaczenie” (Kamińska w niniejszym numerze). Odnajdujemy tu oryginalne znaczenie nadane konstruktywizmowi przez Piageta, w jego pracach nad psychologią rozwojową dzieci. Alternatywne postrzeganie konstruktywizmu, jako swego rodzaju „umowy społecznej” pochodzi z drugiej połowy XX wieku (zob. np. P. L. Berger, L.T. Luckman 1986). Nie do końca zgadzamy się z tymi interpretacjami, gdyż nadają one w sposób nieco ukryty subiektywne znaczenie wiedzy, a przez to odbierają obiektywność prawdziwej naukowej. Wiedza nie może być ani wytworem umysłu ucznia ani wynikiem umowy społecznej – oznaczałoby to, że tzw. prawda naukowa jest również relatywna. Argumenty za absolutnym znaczeniem prawdy naukowej, mimo tymczasowych naszych niedoskonałości jej rozumienia przedstawiliśmy w oddzielnych pracach (Kruk, Karwasz 2006:97; Karwasz 2011a:5).

Czym jest więc wiedza ucznia, jeżeli ma być możliwie obiektywna, a przynajmniej spójna w grupie szkolnej? Winna ona być wytworem wiedzy składającej się z indywidualnych wkładów członków tej grupy. Rola nauczyciela sprowadza się do „wydobycia”, *heuresis* wiedzy z zasobów posiadanych przez uczniów. Nauczyciel pełni bardziej rolę przewodnika i uzupełnia brakujące ogniwa wiedzy niż dostarcza informacji.

Podstawą tak rozumianej roli nauczyciela jest oczywiście jego własny, uprzedni plan *doprowadzenia* uczniów do określonej wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych w określonej jednostce dydaktycznej. Podstawą działania jest więc nie przypadkowy obiekt dydaktyczny, jak to ma miejsce w wypaczonej zasadzie interaktywności, ale *zamysł*, pojęcie, idea (Kruk, Karwasz 2005). Nauczyciel konstruuje wiedzę uczniów, możliwie z ich wiadomości, ale według własnej ścieżki poznawczej.

W pracy proponujemy więc *dwie nowe strategie dydaktyczne*, adekwatne do obecnego momentu rozwoju środków technicznych, dostępu do informacji oraz do uwarunkowań społecznych wynikającym z nowych metod komunikacji naukowej i interpersonalnej. Strategie te zostały z powodzeniem wypróbowane w ostatnich latach w pozaszkolnej dydaktyce dzieci w warunkach polskich. Pierwsza z tych strategii ma na celu porządkowanie informacji i jest to *nad-konstruktywizm*, druga ma na celu przywrócenie właściwych relacji z rzeczywistym (niewirtualnym) światem fizycznym i społecznym, i jest to *neo-realizm*. Te dwie strategie dążą w jednym kierunku: opanowania *hektycznego* oblicza współczesnej dydaktyki, szczególnie w realiach polskich.

Dydaktyka obecna zdaje się poszukiwać sposobu na rozwiązanie trudności percepcyjnych ucznia poprzez dodawanie kolejnych porcji *informacji* (w podręczniku) i/lub *eksponatów* (w centrum nauki). Proponowane strategie mają na celu ograniczenie dostarczanych uczniowi informacji na rzecz uczenia metodologii myślenia, w szczególności myślenia twórczego. Mają więc na celu przeorientowanie obecnego, powszechnie krytykowanego systemu edukacyjnego, ale nie przez zmiany strukturalne, ale przez zmianę *paradygmatu*.

W pierwszej części artykułu przedstawimy uwarunkowania europejskie dla konieczności takiej zmiany, w drugiej pogłębimy *praxis* proponowanych metodologii, w kolejnej opiszemy szczegółowo jedną z form działań dla określonej grupy docelowej, a pracę zamykają wstępne, jakościowe oceny efektywności.

2. Wiedza i umiejętności

Europejskie dyrektywy dydaktyczne wyliczają, obok wiedzy, tzw. umiejętności, jakie ma zdobyć uczeń na poszczególnych etapach nauki. Zrozumienie tego rozgraniczenia wydaje się jednak mocno niedoskonałe. Posłużymy się przykładem z fizyki. Punkt 1 piątego etapu edukacji według reformy programowej MEN głosi:

Uczeń:

2) opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem oraz wskazuje przykłady sił pełniących rolę siły dośrodkowej;

Nawet dla zawodowego fizyka zapis ten nastrocza pewne trudności. Chodzi zapewne o wzór na siłę dośrodkową F ,

$$F = mv^2/r,$$

gdzie m jest masą ciała, v – jego prędkością liniową, a r promieniem trajektorii.

Wzór na siłę dośrodkową nie jest żadną specyficzną *umiejętnością* tylko po prostu zależnością matematyczną, której się trzeba nauczyć¹⁴!

Pojęcie „umiejętności”, nawet tak jak posługują się nimi obecnie wyższe uczelnie, pojawiło się z taksonomii B. Blooma, która w różnych polskich wydaniach i interpretacjach zrodziła określenia „uczeń rozumie, uczeń stosuje” itd. Niestety, ta taksonomia pochodzi z 1956 roku i nie do końca odpowiada wymogom XXI wieku. Organizacja ds. Rozwoju i Współpracy OECD w przygotowanym na lata 2011-12 systemie oceny osiągnięć studentów (AHELO) wymienia następujące kategorie (OECD 2010):

Generic skills common to all students, such as:

Critical thinking

Analytical reasoning

Problem-solving

Written Communication

Ta taksonomia celów kształcenia jest znacznie węższa niż taksonomia B. Blooma (lub B. Niemierki) i nie pojawia się w niej „wiedza”, „zapamiętanie”, „rozumienie” czy „zastosowanie”. Pierwszą kategorią jest „krytyczne myślenie” w ogólności, a nie węższe pojęcie „krytycznej analizy”, czy „krytycznej oceny”. Zagadnieniu „rozumowania analitycznego” poświęcimy więcej miejsca nieco dalej, w kontekście „Rozprawy o metodzie” Kartezjusza. „Problem solving” jest pojęciem nawet szerszym niż „analytical reasoning”, gdyż obejmuje nie tylko rozumowanie, ale też umiejętność właściwej *identyfikacji* problemu badawczego, umiejętność jego *werbalizacji*, umiejętność wyboru sposobu rozwiązania, organizację metody badawczej i narzędzi, organizację środowiska współpracy przy rozwiązaniu problemu, wreszcie umiejętność zamknięcia w odpowiednim momencie danego problemu i sformułowania wniosków. Zwróćmy tu też uwagę na znaczenie „written communication” jako podstawową umiejętność przekazu informacji, tę, która wręcz *wytworzyła* cywilizację euro-azjatycką i umożliwia bezosobowy kontakt stwierdzeń.

¹⁴ Stare podręczniki do fizyki podawały sposób na wyprowadzenie tego wzoru z zależności geometrycznych, ale sposób ten nie jest wcale prosty dla ucznia liceum. Jest to typowy przypadek, gdzie warto zastosować bezpośredni przekaz wiedzy zamiast podejścia konstruktywistycznego (zob. tekst J. Kruk i G. Karwasz w niniejszym numerze).

Czy taksonomię AHELO można/trzeba przenieść również na niższe szczeble nauczania, na jakie? formalne czy nieformalne? w jakich dziedzinach? z jakimi ograniczeniami? Jak zorganizować proces dydaktyczny, aby realizować nie tylko przekaz wiedzy, ale też rozwijać umiejętności wskazane przez OECD? Przed opisem różnych propozycji dydaktycznych w zakresie fizyki wróćmy do myślenia analitycznego.

Pierwszą zwięzłą i niezwykle jasną wykładnią myślenia analitycznego jest „Rozprawa o metodzie” Kartezjusza – jej znaczenie dla całej nowożytnej nauki trudno przecenić. Znajdujemy w niej, na jednej stronie (Descartes 1637: 29), wszystkie etapy analitycznego, tj. stopniowego i dychotomicznego (tak/nie) rozwiązywania problemów poznawczych¹⁵.

Le premier était de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie que je ne la connusse évidemment être telle, c'est-à-dire d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention, et de ne comprendre rien de plus en mes jugements que ce qui se présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit que je n'eusse aucune occasion de le mettre en doute.

Le second, de diviser chacune des difficultés que j'examinerais en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre.

Le troisième, de conduire par ordre mes pensées, en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour monter peu à peu comme par degrés jusques à la connaissance des plus composés, et supposant même de l'ordre entre ceux qui ne se précèdent point naturellement les uns les autres.

Et, le dernier, de faire partout des dénombrements si entiers et des revues si générales que je fusse assuré de ne rien omettre.

Ryc. 1. Jako ilustrację praktyczną dwóch proponowanych zasad nauczania – hyper-konstruktywizmu i neo-realizmu przedstawiamy obok kopię pierwszego wydania „Rozprawy o metodzie” R. Descartesa (1637, books.google.fr, hasło katalogowe wywołania BCULVD2178290). Egzemplarz tej pracy istnieje (w bibliotece Uniwersytetu w Stanford), może więc być realnym odnośnikiem do konstruowania wiedzy o metodzie pracy naukowej wg Kartezjusza.

Pierwszem jest aby nie przyjmować nigdy żadnej rzeczy za prawdziwą, dopóki nie poznamy jej oczywiście jako takiej: to znaczy, aby unikać starannie pośpiechu i uprzedzenia i nie pomieszać w swoim sądzie nic, tylko, co się przedstawiło memu umysłu tak jasno: wyraźnie, iż nie będzie miał żadnej możliwości poddania tego w wątpliwość.

Drugim, aby każdą z rozpatrywanych trudności podzielić na tyle części, na ile się da i ile będzie potrzeba dla lepszego jej rozwiązania.

Trzecim, aby prowadzić myśli po porządku, zaczynając od początku najprostszych i najłatwiejszych do poznania, i pomału, jak gdyby po stopniach, wstępować aż do poznania bardziej złożonych i przy czym należy przypuszczać porządek nawet między temi, które nie tworzą naturalnego szeregu.

Ostatnie, aby wszędzie czynić wyszczególnienia tak dokładnie i przeglądy tak powszechne, aby był pewny iż nic nie opuściłem.

W dyskursie Kartezjusza zwracamy uwagę na postulaty: 1) konieczność kwestionowania wiedzy niesprawdzonej, 2) dzielenia problemu na zagadnienie elementarne, 3) rozwiązywania problemów, poczynając od najprostszych, 4) syntezy rozwiązań i kontroli ich kompletności. Wykładnia Kartezjusza postępowania poznawczego okazuje się niezwykle adekwatna również dla dydaktyki współczesnej. Stanowi właściwą bazę metodologiczną do przeorientowania kształcenia z przekazu wiedzy na jej *konstruowanie*.

¹⁵ Zauważmy, że analityczny sposób postrzegania rzeczywistości oraz arystotelowska dwuwartościowa logika jest cechą charakterystyczną kultury europejskiej. Kultury wschodnie mają tendencję do *holistycznego* postrzegania rzeczywistości – jedności przeciwieństw *yin* i *yang*. Niedostateczną asymilację analitycznego rozumowania zdarzyło się autorowi postrzec nawet w artykułach naukowych, gdzie założenia badawcze i wyniki badań nie do końca są jasno rozdzielone.

Tego rodzaju zmiana w amerykańskim systemie szkolnictwa miała miejsce dopiero w latach 90-tych zeszłego stulecia. Przeorientowanie systemu oświatowego na tendencje konstruktywistyczne rozumiane było początkowo jako konstruktywizm społeczny – wspólnego konstruowania środowiska szkolnego przez uczniów i nauczycieli. Wynikiem tej wstępnej fali konstruktywizmu było pojawienie się „nauczania nastawionego na myślenie” – *thinking-centered classrooms* (Goldman 1998) jako propozycji zasadniczego przeorientowania podejścia do przekazu wiedzy i umiejętności. Nauczanie utraciło dominujący atrybut „transmisji danych”, gwarantowanego pieczęcią szkolną. Klasa szkolna stała się miejscem, gdzie nauczyciel używając swej wiedzy i doświadczenia może prowadzić (ang. *guide*) uczniowski proces kształcenia się. Nauczyciel powinien rozwinąć w uczniu umiejętność samodzielnego rozwiązywania problemów. Kształcenie umiejętności krytycznego myślenia i logicznej analizy powinno stać się nadrzędnym celem dla wszystkich uczniów, a nie jedynie dodatkowym wzbogaceniem osobowości u jednostek najzdolniejszych.

Cytowana tu S. Goldman, przyznaje, że w uprzednio obowiązującym systemie jedynie elity społeczne otrzymywały wykształcenie w „*thinking-centered classrooms*”, natomiast większość uczniów otrzymywała podstawową jedynie wiedzę i umiejętności¹⁶. Stwierdzenie to, historyczne już w praktyce systemu amerykańskiego, wydaje się jednym z kluczy do zrozumienia fenomenu Uniwersytetów Dziecięcych UniKids. Polska szkoła nadal opiera się na niepodważalnym autorytecie nauczyciela, przekaz wiedzy ma charakter transmisji, dodatkowo spetryfikowanej wymaganiami egzaminacyjnymi, a krytyczne umiejętności uczniów są niechętnie widziane i maskowane zastępczym działaniem „pracy z uczniem zdolnym” jako swego rodzaju socjologicznym ewenementem...

Zmiany w filozofii amerykańskiego systemu szkolnictwa zostały natychmiast zauważone w Europie. W VII Programie Ramowym UE i w programach edukacyjnych UE pojawiło się pojęcie „*inquiry-based learning*”. Już nie sama zawartość nauki (ang. *science*), ale ścieżki samodzielnego dochodzenia do wiedzy stały się celem kształcenia¹⁷.

3. Hyper-konstruktywizm i neo-realizm – zasady dydaktyczne

W porównaniu do lat 90-tych XX wieku dokonała się kompletna rewolucja informacyjna: na świecie w 2011 roku zarejestrowanych jest 2 mld użytkowników Internetu, w krajach rozwiniętych gospodarczo komputer znajduje się w większości gospodarstw domowych, ponad połowa dzieci w Polsce w wieku 9-16 lat korzystających z Internetu czyni to za pomocą własnego komputera osobistego (Kirwil 2011). Czas dostępu za pomocą wyszukiwarek internetowych typu Google do dziesiątek milionów haseł zajmuje ułamki sekund, angielskojęzyczna Wikipedia zawiera ponad 3 mln haseł, a polska i włoska ponad 800 tysięcy.

Jednocześnie ta wszechobecność informacji czyni poruszanie się w internetowych zasobach wiedzy niezwykle trudne. Hasło „pęd” posiada (05.11.2011) 3,8 mln odniesień,

¹⁶ S. Goldman pisze: „For most of this century, our educational system served only the elite in thinking-centered classrooms. The majority of students received an education aimed at the acquisition of basic skills and routine knowledge” (1998:258).

¹⁷ Wspomniany projekt Leonardo da Vinci (2007-2009) koordynowany przez autora nosił tytuł *MOSEM Mind-on experiments on electromagnetism and superconductivity*. Już nie same eksperymenty, już nawet nie samodzielnie wykonywane przez uczniów (*hands-on*), ale zamysł na eksperyment – jego planowanie, analiza, wnioski stały się osią centralną projektu (zob. witryna internetowa <http://mosem.fizyka.umk.pl/>).

z czego nawet dla tych związanych z fizyką już na pierwszych podanych stronach pojawiają się wyjaśnienia kompletnie niezrozumiałe nie tylko dla przeciętnego użytkownika, ale nawet dla studenta fizyki. W wyjaśnieniach tych wzory na poziomie szkoły podstawowej sąsiadują ze wzorami na poziomie uniwersyteckim, wiedza przedstawiona jest poprawna, ale dla większości użytkowników kompletnie *bezużyteczna*. Nawet na stronach Wikipedii informacje podstawowe sąsiadują z najtrudniejszymi, niebędącymi w programie studiów uniwersyteckich na kierunkach specjalistycznych (zob. przykład na ryc. 2).

Drugim, poważnym problemem edukacyjnym wynikającym z wszechobecności komputera i Internetu jest *wirtualizacja* wiadomości. Multimedialny przekaz wiedzy – schematy, wzory, opisy słowne, a dopiero ostatnio bardziej nieco realistyczne formy jak filmy zastępują rzeczywistość „namacalną” – spadające piłki, strzelające z maszyny elektrostacyjnej iskry, nadpalone przewody elektryczne itd. Wirtualna edukacja komputerowo-telewizyjna stwarza dzieciom poważne problemy rozwojowe, tak we współżyciu społecznym, jak w rozwoju emocjonalnych, a nawet w odróżnieniu fikcji i rzeczywistości. Nie jest to bynajmniej problem tylko polski. 5-letni syn kolegi z Australii, James, nie mógł zrozumieć, dlaczego ojciec nie złapie za ogon jadowitego węża, który się usadowił w sypialni, nie rozkołysze go nad głową i nie wyrzuci przez okno, „jak to robi superman”. 9-letni Sławek, mający trudności w komunikacji z młodszą siostrą, spędza popołudnia rozmawiając z człokopodobnym robotem. Przykłady te można mnożyć...

$p = mv$

Ma on taki sam kierunek i zwrot, co wektor prędkości danego ciała, ale jego wartość obliczamy mnożąc wartość prędkości przez liczbę – wartość masy danego ciała.

Widać, że wzór na energię kinetyczną możemy też przedstawić w postaci:

$E_k = p^2/2m (= \frac{1}{2} m^2 v^2 / m)$

W mechanice kwantowej nierelatywistyczna (poruszająca się z małą prędkością w porównaniu z c) cząstka swobodna o określonym pędzie $p = \hbar k$ i określonej energii $E = E_k = \hbar \omega$, opisywana jest funkcją falową: $\exp i(kx - \omega t)$, spełniającą równanie Schrödingera zależne od czasu (dla uproszczenia w jednym wymiarze):

$-\hbar^2/2m (\partial^2 \Psi / \partial x^2) = i \hbar \partial \Psi / \partial t$

$\vec{F} = 0$

to całkowity pęd ciała (układu ciał) nie zmienia się:

$\Delta \vec{p} = 0$
 $\vec{p} = \text{const}$

Powyższe zdanie stanowi treść zasady zachowania pędu. Zasada zachowania pędu jest konsekwencją symetrii translacji w przestrzeni (twierdzenie Noether)

$\vec{x} \rightarrow \vec{x}' = \vec{x} + \vec{a}$.

Jeżeli energia potencjalna jest niezmiennicza ze względu na translację,

$U(\vec{x}) = U(\vec{x}') = U(\vec{x} + \vec{a}) = U(\vec{x}) + a^i \frac{\partial U}{\partial x^i} + \dots$

to

$F^i = -\frac{\partial U}{\partial x^i} = 0$

Ryc. 2. Nawet najprostsze pojęcia fizyki na popularnych stronach internetowych są wyjaśniane w sposób kompletnie niezrozumiały dla przeciętnego użytkownika, a przez to stanowią wiedzę w dużej mierze *bezużyteczną*. Na stronach Wikipedii [[http://pl.wikipedia.org/wiki/Pęd_\(fizyka\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Pęd_(fizyka))] już pierwszy ekran odwołuje się do skomplikowanych zagadnień mechaniki racjonalnej, jak zasada Noether. Strona przypuszczalnie w założeniu dydaktyczna obok wzoru na poziomie szkoły podstawowej podaje kwantowe równanie Schrödingera w jego trudniejszej, zależnej od czasu postaci [<http://edunauka.pl/fizepe.php>, 05/11/2011]

Odpowiedzią na te istniejące już a narastające w niezwykle szybkim tempie zagrożenia procesu edukacyjnego są dwie wspomniane już wcześniej strategie edukacyjne:

- **hyper-konstruktywizm**,
- **neo-realizm**.

Pierwsza z tych strategii jest konsekwencją wszech-dostępności informacji. W zasadzie, w każdej zbiorowości szkolnej (lub pozaszkolnej) na postawione pytanie prawie na pewno pojawią się odpowiedzi „poprawne”, to znaczy takie, które oddają istniejący „średni, społeczny” stan wiedzy. Z tego względu konstruowanie wiedzy można prawie w całości oprzeć na zbiorze tych indywidualnych informacji, bez odwoływania się *in situ* (to znaczy w trakcie lekcji) do zewnętrznych źródeł wiedzy takich, jak podręcznik, Internet, książki. Rolą nauczyciela jest nie tylko *uporządkowanie* i usystematyzowanie wiedzy, bo tę rolę postuluje tradycyjny *konstruktywizm*. Rola nauczyciela lub wykładowcy jest bardziej skomplikowana – jest nią takie **poprowadzenie analitycznego rozumowania grupowego**, aby ze wszystkich możliwych ścieżek poznawczych prowadzących do założonego przez nauczyciela celu wybrać tę, która jest najbardziej przekonująca, a przy tym naukowo i logicznie poprawna. Nazwaliśmy ten rodzaj nauczania **hyper-konstruktywizmem**.

W hyper-konstruktywizmie rola nauczyciela jest znacznie trudniejsza niż w tradycyjnym podejściu konstruktywistycznym. Nauczyciel nie zajmuje się *uzgadnianiem* wiedzy uczniów, ale prowadzi ich w niezwykle *rygorystyczny logicznie* sposób jedną z możliwych dróg do osiągnięcia założonego celu poznawczego (czyli określonej porcji wiedzy). Wiedza uczniów jest z jednej strony *zasobem*, z którego korzystamy konstruując ścieżkę, a drugiej jest jedynie pretekstem – epistemologicznym dowodem doświadczalnym, że tak jest. „Jeżeli istnieje pojęcie śnieg, to pewno gdzieś on jest”.

Cel dydaktyczny nauczyciel jasno wyznacza: może to być wiedza (napięcie mierzymy w voltach), umiejętności (aby zmierzyć napięcie na baterii podłączamy kabelek zielony do...), czy wreszcie kompetencje praktyczno-społeczne (iskra przeskakująca z palca na komputer może go nieodwracalnie zniszczyć!). Niestety, ścieżka dojścia jest zazwyczaj nieznana przed lekcją – zależy ona od wiedzy uczniów, ich skłonności do dyskusji, ich wzajemnych uwarunkowań społecznych w grupie („Głupi! Siedź cicho!”). Oznacza to, że nauczyciel musi dysponować sporą wiedzą, tak aby odpowiedzieć na każde (niepoprawne) stwierdzenie dyskutantów oraz spore umiejętności dydaktyczne, aby prowadzić dyskusję w ściśle określonym kierunku, niezależnie od różnych porcji wiedzy każdorazowo zastanych w społecznościach klasowych.

Do dydaktyki hyper-konstruktywistycznej stosują się te same zasady co do dydaktyki tradycyjnej – stopniowania trudności, odwoływania się do praktyki, kontroli stopnia zrozumienia itd.¹⁸ Obrazowo, proponowana dydaktyka przypomina przejście przez rzekę po ukrytych nieco pod powierzchnią wody, gęsto rozstawionych palach (fot. 1). Wiedza pojedynczych uczniów to te wygodne pale. Nauczyciel wybiera, z którego pala skorzystać do wykonania kolejnego kroku rozumowania. Po ustawieniu się na wybranym palu, nauczyciel upewnia się, że pozostała część klasy do niego doszła – pyta o konsensus w rozumieniu. Jeśli ten konsensus udaje się osiągnąć, można dokonać kolejnego kroku. Jeśli zaś konsensusu nie ma, trzeba z całą klasą wrócić do poprzedniego punktu, dla którego osiągnęliśmy konsensus – na twardo wbity w grunt „filar”.

¹⁸ Zasady dydaktyki hyper-konstruktywistycznej zostaną rozwinięte w oddzielnej pracy.



Fot. 1. (a) Zasada hyper-konstrukttywizmu przypomina dojście do chaty przez pomost zbudowany na palach. (b) W neolicie wbijanie pali w dno jeziora i konstruowanie na niej chat było sposobem na zapewnienie osadzie bezpieczeństwa. [Lago di Ledro, Trentino, fot. MK]

Niezwykle pomocna przy wyborze ścieżki dojścia do celu dydaktycznego jest druga z proponowanych zasad – neo-realizmu. Prawdziwe doświadczenie, *ad hoc* wykonane w klasie w trakcie dyskusji, jest niezawodnym sposobem skierowania rozumowania na *realny* świat i obowiązujące w nim prawa fizyczne. Jeśli celem lekcji jest wprowadzenie pojęcia „energii”, przygotowujemy (w kieszeni marynarki) taki zestaw doświadczeń piłeczki, kulki, wózki, który uczniów na to pojęcie bezpiecznie zaprowadzi.

Neo-realizm jest strategią uzupełniającą do hyper-konstrukttywizmu, ale też w znacznym stopniu niezależną: wszystko, co można pokazać jako obiekt w świecie realnym, należy spróbować pokazać. Akcelerator cząstek elementarnych jest niedostępny do bezpośredniego zwiedzania? Zbudujmy jego model oraz wyjaśnijmy w małej skali, jak poszczególne elementy działają! Atomy, elektrony, protony i kwarki to punkciki? Nadajmy im jakąś „fizjonomię”: elektron należy do klasy cząstek elementarnych zwanych leptonami (razem np. z neutrinami). Przyjmijmy jako skalę dla cząstek elementarnych grecki *lepton*, 1-centówkę euro. A kwarki to zabawne pieski, z ogonkami w górę lub w dół (zob. fot. 2). W ten sposób, możemy w rysunku zawrzeć znacznie więcej informacji – nie tylko o kolorze kwarku¹⁹, ale i o jego masie, generacji (up-down etc.) i ładunku elektrycznym. Czy kwarki tak wyglądają naprawdę? A jak Ziemia wygląda z odległej galaktyki? Też kropczka! A mimo to ma swoich mieszkańców...

Neo-realizm można więc uznać za zasadę *poglądowości*, tyle że doprowadzoną bardzo daleko, prawie poza granice pewności naukowej. To wyścig, kto ma wyobraźnię bardziej kreatywną, jako że coraz częściej odkrycia, naukowo poprawne, będą natrafiały na granicę naszych możliwości ich zrozumienia (zob. Karwasz 2011a). Historie odkryć, jak np. skojarzenie Kekule, węża zjadającego własny ogon z cykliczną postacią cząsteczki benzenu to nie „genialne” intuicje, ale raczej swobodna wyobraźnia mózgu pozostawionego we śnie bez krytycznej kontroli jaźni.

¹⁹ W myśl *chromo dynamiki kwantowej* kwarki występują w jednym z trzech „kolowo” – czerwonym, niebieskim, zielonym, a antykwarki w kolorach dopełniających.



Fot. 2. Neo-realizm jest z jednej strony wspomogieniem wykładu hyper-konstruktywistycznego, a z drugiej – rozciągnięciem wyobraźni na nieeksploatowane wcześniej rewiry. Kwarki, typowo kulki (wewnątrz kulek, protonów, zob. wstawkę z prawej strony) w naszym wykładzie mają swoją, psią w tym przypadku, fizjonomię. Co więcej, nie tylko mają wygląd (a), ale także swoją wagę (b) w protonie – żelazny sześciąt, o krawędzi 8 cm, o ile elektron jest greckim *leptonem* (górna wstawka z prawej strony). Wykład dla II i II klasy gimnazjum, Rzęnowo, 07/11/2011. [fot. M. Karwasz]

Podkreślamy ponownie, że konieczność *neo-realizmu* wynika nie tylko z uwarunkowań poznawczych, ale w dużej mierze z problemów pedagogicznych. Około 1/3 dzieci w wieku 11-16 lat (tak w Europie, jak w Polsce) wykazuje symptomy uzależnienia od internetu (Kwirill 2011). Neo-realizm jest odpowiedzią na świat wirtualny: prawdziwy kanarek może wyrządzić sporo szkód, ale też dostarczyć sporo niespodziewanej radości w porównaniu z ptaszkiem tamaguchi²⁰.

3. Fizyka dla „UniKids”: hyper-konstruktywizm dla dzieci

Fenomen „Uniwersytetu Dziecięcego” jest zjawiskiem zupełnie nowym. Pierwszy tego rodzaju wykład w Tübingen nt wulkanów w 2002 roku zebrał 400 dzieci, a jego powtórzenie aż 900. W Polsce Uniwersytety Dziecięce działają od kilku lat, zarówno w małych miejscowościach (Tuchola, Namysłów, Brzeg), jak i w Krakowie, Katowicach, Gdańsku. Formy organizacyjne są dwojakiego rodzaju, choć zewnętrzny obserwator lub nawet słuchacz Uniwersytetu nie musi tych różnic być świadomy. Z jednej strony UniKids są organizowane przez definiowalne w terminologii Unii Europejskiej *SMEs* („small and medium enterprises”), z drugiej strony przez duże uczelnie, jak Uniwersytet Jagielloński czy Uniwersytet Mikołaja Kopernika. W pierwszym przypadku działają najczęściej przy prywatnych szkołach językowych i *de facto* mają charakter *non-profit*, mimo że słuchacze płacą za uczestnictwo. Opłaty są podobne – tak w uczelniach, jak w *SMEs* – rzędu kilkuset złotych za semestr.

Fenomen UniKids nie polega tylko na ich szybkim rozkwicie – powstają prawie w każdym mieście powiatowym w Polsce południowo-zachodniej, ale przede wszystkim na autentycznej potrzebie społecznej, z jakiej wynikają. Potrzeba ta to nie tylko pierwowzór

²⁰ Przypomina się tu baśń Ch. Andersena o mechanicznym słowiku.

zagraniczny, ale głównie uwarunkowania systemu społeczno-edukacyjnego w Polsce. Nie komentując obecnego systemu oświatowego, odsyłamy Czytelnika do winiety internetowej autora z 1997 roku, tj. z okresu kształtowania założeń reformy ministra Handtkiego (Karwasz 2005).

Niestety, nieprzemyślane zmiany w systemie oświatowym generują, na dłuższą skalę, niekorzystne zmiany w systemie społecznym. Tymi zmianami jest powstające rozwarstwienie ekonomiczne, w którym dostęp do szkolnictwa o właściwym poziomie staje się wyznacznikiem statusu społecznego. Częściowo za sukcesem UniKids stoją więc dążenia rodziców do zapewnienia dzieciom odpowiedniego poziomu wiedzy, ale byłoby to uproszczenie tematu.



Fot. 3. Fenomen UniKids – wykłady w sobotę, przy pełnej sali, dla niehomogenicznej kulturowo grupy dzieci w wieku 6-12 lat. Jest poważnym wyzwaniem dla wykładowcy utrzymać dużą grupę dzieci w ciekawości, ale i uwadze. [G. Karwasz, „Z górki na pazurki, 16.10.2010, Zielona Góra, fot. M. Karwasz]

Wykłady UniKids odbywają się w czasie wolnym (soboty, warsztaty również w niedziele), przy czym „śmiertelność” uczestnictwa (tj. odsetek dzieci niekończących semestru) jest relatywnie bardzo niska (kilkanaście procent), to znaczy niższa niż na prawdziwych studiach uniwersyteckich. Oznacza to, że sami słuchacze znajdują w UniKids zaspokojenie określonych potrzeb, nie zawsze nawet wyartykułowanych.

Treści dydaktyczne, które obejmuje tematyka UniKids dotyczą głównie nauk przyrodniczych – „Jak wyginęły dinozaury?”, „Dlaczego Bałtyk jest słony?” jako budzące największe zainteresowanie wśród dzieci. Nauki przyrodnicze są również bardziej spektakularne jako przedstawienie quasi-teatralne dla szerokiej publiczności na widowni. Prowadzone przez nas wykłady z fizyki dotyczą wszystkich jej dziedzin, w szczególności mechaniki „Z górki na pazurki”, elektryczności „Pstryczek-elektryczek”, optyki i akustyki „Ale kino!” W ciągu kilku lat zostało wygłoszonych parędziesiąt wykładów w całej Polsce. W każdym z nich uczestniczy od około 80 dzieci do nawet 300. Zajęcia odbywają się w salach kinowych, teatralnych, aulach uniwersyteckich. Formy organizacyjne są podobne, dające

dzieciom przedsmak „prawdziwego” uniwersytetu – z biletami i indeksami (zob. fot. 3). Jak wskażemy dalej, dzieci nie tylko chętnie i aktywnie uczestniczą w wykładach (i warsztatach), ale wynoszą również sporą, poprawną naukowo i trwałą wiedzę.

Rodzić się może pytanie, czy nauczanie fizyki dzieci w wieku 6-8 lat (to są najbardziej chłonni słuchacze UniKids) nie mija się z celem i czy może, czasem, dostarczać wiedzy niewłaściwej w dalszych etapach nauczania. Czy zbyt upraszczanie zagadnień nie może doprowadzić do niemożności nauczenia praw fizyki w ich całej złożoności w późniejszym okresie szkolnym? Pytania te są jak najbardziej uzasadnione i to z kilku względów.

Po pierwsze, nigdy nie jest *za wcześnie* na nauczanie się praw fizyki. Bez dogłębnej, choć podświadomej znajomości praw fizyki nie jest możliwe chodzenie, i to nie tylko na dwóch nogach. Praktyczne zastosowania prawa grawitacji²¹, działającego pionowo w dół, zagadnień równowagi sił, znajomość siły tarcia zdobywamy w pierwszym roku życia. Na wystawie „Fiat Lux” pokazujemy, na każdej edycji i dla każdej widowni, „hologram”, a właściwie półprofil wytrawiony w bryle szkła (fot. 4). Widzowie są przekonani, że twarz w szkłe patrzy na nich, nawet, jeśli obejrzawszy z boku przekonają się, że oglądają twarz od wewnątrz. Niemowlę, gdy przy matczynej piersi wodzi ręką po jej twarzy, nabiera przekonania na całe życie, że twarz ludzka jest *wypukła*, a nie *wklęsła*. Dzieci, nawet gdy zauważą, że kot zamknięty w bryle szkła patrzy na ścianę, a nie w ich stronę, kilkakrotnie to sprawdzają!



Fot. 4. „W którą stronę patrzy kot?” Doświadczenie osobiste od pierwszych chwil niemowlęcych uczy, że twarz ludzka czy mordka kota jest *wypukła*. Nawet więc, gdy widzimy wypaloną w szkłe twarz *wklęsłą*, patrzącą w ścianę, wydaje się nam, że patrzy ona na nas. Niestety, złudzenie to jest trudne do oddania na fotografii. [G. Karwasz, *Fiat Lux. Zabawy ze światłem*, Wystawa interaktywna, fot. M. Karwasz]

Obserwacje dydaktyczne np. na organizowanych przez nas wystawach interaktywnych wskazują, że prawa fizyki są podstawową wiedzą, zakodowaną bardzo głęboko w naszym systemie nawet nie psychicznym, ale motorycznym. W doświadczeniu z celtyckim członkiem (Okoniewska 2005) widz instynktownie łapie czółenka, gdy zatrzymuje się ono i zawraca. Nie zdarza się, aby rozpędzone koło rowerowe samo się zatrzymało i zaczynało pędzić w kierunku widza. Psychomotoryczna znajomość optyki jest niezbędna dla odróżnienia ruchu odległej chmury od nadlatującego kamienia, itd. itp. Prawa fizyczne ruchu umiejscowione są w najgłębszych obszarach naszego mózgu, zapewne na poziomie pnia mózgu.

²¹ Ulubioną zabawą niemowlaków stojących w łóżeczku jest wyrzucanie przedmiotów na zewnątrz. Zazwyczaj rodzice postrzegają to jako chęć zrobienia „psikusy” ze strony dziecka. Spójrzmy na to inaczej: czy nie jest zaskakujące, że przedmioty wylatują z kojca same, ale aby wróciły potrzebny jest rodzic?

Nieznane są nam badania nad możliwością nauczania praw fizyki wśród dzieci najmłodszych. Szczegółowe badania w dziedzinie zdobywania przez dzieci w bardzo młodym wieku (3 lata) umiejętności matematycznych przeprowadziła m.in. fińska autorka C. Björklund (2010). Zauważa ona, jak podstawowe kategorie matematyczne (znajdujące zresztą odbicie w gramatyce wielu języków, jak polski i rosyjski) w rodzaju kilka (dwa, trzy), a wiele (więcej niż 2-3) są identyfikowalne nawet przez dzieci w wieku trzech lat.

Drugie zastrzeżenie jest *terminologiczne*. Czy wprowadzanie skomplikowanych pojęć i praw fizyki w wieku 6 lat nie jest przedwczesne? Przede wszystkim, kategorie pojęciowe fizyki takie, jak „energia”, „pęd”, „siła”, „prędkość”, „przyspieszenie” są ściśle skodyfikowane zarówno w znaczeniu, jak w określeniu warunków ich stosowalności. Niewłaściwe użycie słowa „popęd” dyskwalifikuje dalszą jego użyteczność²² w wyjaśnianiu zjawisk fizycznych. Słowo „energia”, u Arystotelesa będące jedną z podstawowych kategorii ontologicznych (– akt, działanie) w połowie XIX wieku przyjęło skodyfikowane znaczenie „zdolności ciała do wykonania pracy”. Debata na temat znaczenia słowa „energia” – czy jest to immanentny atrybut obiektów fizycznych, czy jedynie własność ujawniająca się w procesach transformacji (– przekazu energii), a także na temat możliwości nauczania tego terminu na różnych poziomach nauczania pozostaje ciągle otwarta (Karwasz, Kruk 2008). Może więc lepiej nie używać pojęcie *energia*, aby nie spłyć jego znaczenia?

Odpowiadamy na ten zarzut cytując inny, elementarny wręcz problem dydaktyczny: „skąd się biorą dzieci”. Oczywiście, poprawna odpowiedź musiałaby poruszać zagadnienia mitozy i mejozy, replikacji kodu DNA za pomocą RNA, mutacji i *cross-over* w sekwencjach genowych. Może więc, dla małych dzieci, historyjka o bocianie jest jednak nadal *dydaktycznie* bardziej efektywna?

Pojęcia energii nie będziemy więc mitologizować, na kursie uniwersyteckim można je bardziej uszczegółowić i skodyfikować, co nie przeszkadza, aby „wartość energetyczna” była podawana na każdym opakowaniu żywności, dla dorosłych i dla dzieci. „– Czytaliście, co jest napisane na waszych ciasteczkach w plecaku? Wartość energetyczna! Nie boicie się jeść czegoś, co jest wam nieznane?” Podobnie jak wiele innych pojęć fizycznych, pojęcie „energii” zostało zastrzeżone przez fizyków profesjonalistów, z pozomą korzyścią dla ścisłości wypowiedzi, a z ogromną stratą społeczną wskutek *hermetyzacji* nauki²³.

Praca z dziećmi pozwala, na szczęście, abstrahować od akademickich nieco dyskusji – poprawnych, ale niekonstrukcyjnych. Co więcej, wykłady w grupie wiekowej 6-11 lat pozwalają na *rozszerzenie* metod nauczania na elementy emocji, zabawy, zadziwienia, o ile oczywiście jest jasno postawiony cel dydaktyczny i jego uwarunkowania. Posłużmy się przykładami – elementami (pozornego) teatru interaktywnego na wykładzie „Z górki na pazurki”. Przytoczmy jeszcze raz zagadnienie badawczo-dydaktyczne, stojące u podstaw i wystawy interaktywnej (Karwasz i in. 2007), wykładu interaktywnego dla dzieci (Karwasz 2008), a także wykładów na międzynarodowych konferencjach dydaktyki fizyki: „Dlaczego ciała spadają?” Dopuszczamy, na etapie tworzenia koncepcji, wszystkie możliwe

²² W fizyce „popęd”, włoskie *impulso* ma znaczenie iloczynu siły i czasu jej działania, a właściwiej całki z siły po czasie $[Fdt]$.

²³ Przytoczmy tu jeszcze inny przykład „zawłaszczania” przez fizyków pojęć języka potocznego. Szybkość i prędkość, tak w polskim, jak angielskim i włoskim mają zamienne znaczenia. W polskiej literaturze dydaktycznej na początku tego wieku pojawiła się dyskusja, aby do opisu ruchu używać tylko słowa „prędkość”, bo jest wielkość wektorowa (zob. Z. Gołąb-Meyer).

odpowiedzi²⁴. Pierwszą jest, oczywiście „Bo Ziemia je przyciąga”. Zdanie jak najbardziej poprawne, niestety, jak to okaże się natychmiast, *tautologia*²⁵.

„– A dlaczego Ziemia je przyciąga?

– Bo działa siłą grawitacji.

– A co to jest grawitacja?

– Siła przyciągania ziemskiego.”

W trzech pytaniach dochodzimy ponownie do punktu wyjścia. Możliwych jest kilka wariantów odpowiedzi, ale praktycznie wszystkie się do powyższego schematu prowadzą.

Trudność w wyjaśnieniu natury siły grawitacji nie jest, bynajmniej, trudnością tylko dydaktyczną. Nad przyczynami grawitacji gólowią się najtęższe umysły. A. Einstein, w „Ogólnej teorii względności” wyjaśnia grawitację poprzez zakrzywienie geometrii czasoprzestrzeni; fizycy, specjaliści od teorii cząstek elementarnych – poprzez istnienie odpowiedniej cząstki, o zerowej masie, egzotycznym spinie równym 2 (foton światła ma spin równy 1) i dodajmy – cząstki do tej pory nieodkrytej doświadczalnie. W największych laboratoriach, CERN i Fermilab intensywnie poszukuje się tzw. cząstki Higgsa, jako hipotetycznej przyczyny *masy* wszystkich ciał²⁶. Pytanie o grawitację jest więc poważne, a tautologia niemalże usprawiedliwiona.

Możliwość działania interaktywnego oraz spontaniczność dzieci pozwala jednak rozszerzyć dodatkowo wachlarz możliwych odpowiedzi, na te absurdałne, śmieszne, zaskakujące. Jedną z możliwych odpowiedzi na przyczyny ruchu jest *telekineza*, podobno pokazywana przez wielu magów. W rzeczywistości nasza wiedza o świecie musiałaby być bardzo niekompletna, jeśli za pomocą myśli można byłoby poruszać obiekty fizyczne. Ale dlaczego nie spróbować tego z dziećmi? Jak pokazujemy na fotografii 5, trzeba tylko mocno się skupić, nastawić telepatyczne anteny na uszach i zdecydowanie skandować „– Piłeczko, podskocz!”²⁷

Używamy telekinezy nie tylko dla zabawy, ale przede wszystkim dla pokazania, że fizyka rządzi się swoimi prawami, z których, od czasów Galileusza, *powtarzalne* doświadczenie jest podstawowym paradygmatem. Telekineza, o ile istnieje, nie należy do klasy doświadczeń *powtarzalnych*, więc nie należy do fizyki.²⁸ Jak widać na tym samym zdjęciu, część dzieci, szczególnie starszych (11-12 lat) „nie da z siebie zrobić głupka!” i w eksperymencie-zabawie nie uczestniczy.

²⁴ Odrzucenie niektórych odpowiedzi na etapie *twórczym* jest sprzeczne z podstawowymi zasadami psychologii poznawczej (zob. np. E. Nęcka, J. Orzechowski, B. Szymura 2006). Odrzucenie niektórych odpowiedzi jako „zbyt nieprawdopodobnych” świadczy tak o braku wyobraźni, jak wiedzy, szczególnie w zakresie dydaktyki i historii nauki.

²⁵ Zaznaczmy Czytelnikowi, że rozumowanie tautologiczne nie musi być negatywnie oceniane niejako *a priori*. Cała matematyka opiera się na rozumowaniach tautologicznych, bo tylko one mają walor logicznej, niepodważalnej prawdy. Niestety, dla fizyka doświadczalnego mają one ograniczony walor poznawczy.

²⁶ Cząstkę Higgsa, laureat nagrody Nobla, L. Lederman nazywa „boską cząstką”. W książce pod tym samym tytułem narzeka, że z powodu cięć budżetowych w USA, nie udało się tej jedynej w swego rodzaju cząstki odkryć. Po czym, w zakończeniu dodaje pokornie „O ile, oczywiście, taka cząstka istnieje, i jest tylko jedna” (L. Lederman, D. Teresi 2005).

²⁷ Co, oczywiście nie przynosi skutku, chyba że na naszym kolejnym wykładzie „Ale kino!”, gdzie piłeczka sama wraca do ręki (zob. odwrócony film na stronie http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/171).

²⁸ Odwołanie do telekinezy próbujemy w auli bardziej dla dorosłych niż dla dzieci. We Włoszech, w ostatnich latach liczba magów i wróżbitów przekracza ilość księży. W nadmiarze informacji naukowej, która nie daje jednak oczekiwanych odpowiedzi, sukces popularności para-nauk jest społecznie niepokojący.



Fot. 5. Elementy zabawy dydaktyczne, gry ról, zgadywanek, w wykładzie interaktywnym „Z góry na pazurki”: a) próba telekinezy – pierwszy chłopiec z lewej strony, nieco starszy, w zabawie nie uczestniczy, b) ważenie z zamkniętymi oczyma (precyzyjniejsze niż z otwartymi), c) wsłuchiwanie się w jednostajny stukot nóg kaczki schodzącej po równi pochyłej. [G. Karwasz, *Z góry na pazurki*, Gdańsk, 09.10.2010, fot. M. Karwasz]

Podstawowego sukcesu działań należy upatrywać nie w użytych, różnorodnych, zabawnych i barwnych rekwizytach, ale w przyjętej **koncepcji przekazu dydaktycznego**: przygotowania widza do **pojawienia się nowej kategorii pojęciowej** jako odpowiedzi na **zaistniałą trudność rozumowania**. „Energia” nie pojawia się jako aksjomat fizyczny, ale jako sposób na *uogólnienie* zagadnienia ruchu w górę i dół spadających i podskakujących piłeczek. Potrzeba sformułowania „energia” pojawia się jednocześnie, u wielu dzieci na widowni, w dużej mierze niezależnie od ich wieku. Pojęcie to wynika z ich własnego toku rozumowania, prowadzonego jedynie zdalnie (ang. *guided*) przez wykładowcę.

Hyper-konstruktywizm polega więc na pozwolenie uczniowi/uczniom na podążanie własnym tokiem myślenia, a jedynie w kluczowych punktach rozumowania ewentualnie je korygować. Świadome rozumowanie ucznia spełnia kilka celów, z których właściwy wynik wcale nie jest najważniejszy. Najistotniejsze jest stymulowanie samodzielnej analizy i jej właściwe dowartościowanie. W rozumowaniu grupowym nie wyróżniamy żadnej z pojedynczych odpowiedzi: „– Tak, masz rację, ale posłuchajmy jeszcze co mówi twój kolega”. Wytworzenie u dziecka świadomości własnych możliwości „badawczych” jest głównym celem naszych lekcji UniKids. Hiper-konstruktywistyczna ścieżka poznawcza jest sposobem na nadanie/podkreślenie *podmiotowości* dzieci w roli małych dziś, a w przyszłości potencjalnie wielkich naukowców. Dokładnie to samo stwierdza w konkluzji swoich badań nad rozwojem pojęć matematycznych u bardzo małych dzieci C. Björklund „W procesie uczenia się istotne jest aby osoba była świadoma swego indywidualnego sposobu rozumowania i aby była w stanie włączyć inne sposoby do własnego, rozwijając w ten sposób swoje doświadczenie i dochodząc do nowych sposobów rozumienia” (C. Björklund 2010:82)²⁹.

1^o Prof.: – Dlaczego ciała spadają?

Aula: – *Bo działa na nie grawitacja.*

Prof.: – Tak, to już sobie wyjaśniliśmy, ale nie wiele z tego wynika.

Prof.: – Był taki brodaty filozof, Arystoteles, który twierdził, że ciała spadają, bo są ciężkie, a naturalnym miejscem ciał ciężkich jest środek Ziemi.

²⁹ C. Björklund pisze: „In the learning process, it is essential that a person be aware of his or her individual way of understanding and that he or she is capable of incorporating her ways of understanding into his or her own, thus expanding his or her experience and resulting in a new way of understanding”.

[W tym czasie zdejmuję marynarkę, niby z gorącą, kładę na stole i spuszczam na nie piłkę]
 Prof.: – Widzicie, że to prawda? Piłeczka chciała polecieć do środka Ziemi i gdyby nie stół, poleciałaby niżej.

2° Prof: Ale czy ciała mogą same podskoczyć? [I tu następuje (nieudana) próba telepatii]

Prof: Teraz wam pokażę inne doświadczenie.

[Następuje sekwencja z listwą wygiętą w środku i piłeczką. W pierwszej fazie piłeczkę zatrzymujemy w najniższym, środkowym punkcie listwy]

Prof: – Podobało się doświadczenie?

Aula: Następuje pomruk dezaprobaty, ale nie pozwalamy na jej wyartykułowanie!

Prof: – A teraz pokażę wam, jak można kuleczkę wytresować. [Następuje chuchanie, pomrukiwanie i pocieranie kulki]

Prof.: – Kuleczko leć! [Tym razem nie zatrzymujemy jej w środku, ale kiedy przeleci najniższy punkt i wtoczy się pod górę z drugiej strony listwy] – i wracaj!

[Śmiech na sali, czasem pokrzykiwania – *[Bo Pan ją przedtem zatrzymał]*³⁰

3° Prof.: – Widzicie? Mamy nowy sposób na tresowanie piłek.

[Teraz spuszczamy tę samą piłeczkę co poprzednio, tylko nie na marynarkę, ale na twardą podłogę. Oczywiście, piłeczka się odbija]

4° [Następuje sekwencja z dwoma piłeczkami, spadającymi jedna na drugą, po czym lżejsza odbija się pod sufit.]

Dzieci same, po 2–3 próbie odpowiedzi mówią:

Aula: *Bo ta dolna przekazała górnej energię.*

5° Na tym w zasadzie cel dydaktyczny został osiągnięty – wskazanie na *energię* jako źródło ruchu ciał.

W lekcji pokazujemy około 20 innych zabawnych eksponatów, ale jak widać z weryfikacji wyników, doświadczenie z listwą i piłeczkami pozostaje dzieciom dobrze w pamięci.

Podkreślamy, odmiennie niż wielu autorów nurtu konstruktywizmu, że celem nie jest „zabawa” w małych naukowców, dokonanie odkrycia, ale nauczanie (*didacto*) szczególnej metodologii rozumowania naukowego, ściśle według wskazań Kartezjusza, nawet jeśli dzieciom o Kartezjuszu nie mówimy.



Fot. 6. Wykład „Z górki na pazurki” realizuje poważne zadanie dydaktyczne – jak w nauczaniu praw ruchu wyjść poza standardowe, lecz nieco tautologiczne pojęcie grawitacji. Ściśle zaplanowana sekwencja doświadczeń, opierając się tylko na nich (= neo-realizm) oraz wiedzy i logice dzieci w auli (= hyper-konstruktywizm) prowadzi do sformułowania pojęcia **energii** jako przyczyny ruchu. Wykład w Brzegu, 20.11.2010, na pierwszym planie po lewej listwa wygięta w dół do „tresowania” kulek. [Fot. M. Karwasz]

³⁰ Dzieci same się dziwią, że zaakceptowały poprzednie doświadczenie z kulką zatrzymaną na środku i że przyjęły wyjaśnienie Arystotelesa: kulka, według Arystotelesa, nie miała prawa wrócić!

4. Nie tylko dydaktyka

Fenomen UniKids nie ogranicza się jednakże do samego przekazu dydaktycznego. Wykłady i warsztaty, w których dzieci uczestniczą w soboty, z określoną regularnością, w dużej grupie, w sposób zorganizowany, z koniecznością utrzymania dyscypliny – stanowią również określony przekaz *pedagogiczny*. Jest to przekaz alternatywny dla szkoły; to jest, jak wynika z kwestionariuszy, główna motywacja rodziców. Z drugiej strony, ci sami rodzice pokładają w dzieciach (i strukturach UniKids) nadzieję na nadprzeciętny rozwój dziecka. Tu rodzi się niebezpieczeństwo swego rodzaju indywidualizmu dzieci. Ten indywidualizm obserwujemy praktycznie na każdym wykładzie; w niektórych przypadkach przybiera on formy prawie patologiczne. Opiekunki grup są tego świadome i często informują przed wykładem: tym większe wyzwanie pedagogiczne dla wykładowcy włączenia do zbiorowości uczestniczącej w heurystyczne zabawy również dzieci nad-indywidualnych i to na zasadach identycznych jak reszta widzów.

Dzieci „nad-indywidualne” są tylko jednym z wyzwań pedagogicznych na wykładzie UniKids. Pozornie trudniejszym zadaniem, przynajmniej na początku, jest włączenie do wspólnego rozumowania *wszystkich* dzieci. Łączy się to z podawanym przez nas nadrzędnym celem pedagogicznym epoki post-konstruktywizmu: podkreślanie **podmiotowości** wszystkich bez wyjątku uczestników procesu dydaktycznego, od uczniów, poprzez organizatorów do techników obsługujących sale. Las wzniesionych rąk dzieci w odpowiedzi na zadany problem, a szczególnie na pytanie, kto chce wykonać eksperyment jest dowodem, że wśród dzieci podmiotowość nietrudno indukować. Brak podmiotowości jest, według nas, głównym hamulcem tak prawidłowego rozwoju ucznia, jak powodem trudności reform systemu szkolnictwa. Zagadnienie to zostało naszkicowane w oddzielnej pracy (Karwasz 2011b:75).

Na poniższych zdjęciach przedstawiamy kilka z wielu sytuacji, kiedy interakcja pedagogiczna z dziećmi stawała się priorytetem w stosunku do działań dydaktycznych. Są to działania mające na celu wyzwolenie współpracy zespołowej, wyzwolenie solidarności grupowej, podkreślenie podmiotowości indywidualnej, okiełznanie nadpobudliwości itd. itp. Właściwa interakcja pedagogiczna z widownią wydaje się niezbędna do uzyskania również szczegółowych celów dydaktycznych³¹.



Fot. 7. Zadania pedagogiczne w działaniach UniKids: a) Spontaniczny podział ról w planowaniu eksperymentu; b) Wspomaganie podmiotowości: „– No, powiedz wszystkim, co chciałeś!”; c) Fascynacja zwycięża stress: „– Wreszcie mogę spróbować sam!”

³¹ Interaktywne wykłady z wielką ilością eksperymentów i dla dużej widowni dziecięcej są bardzo absorbujące. Po wykładzie dzieci mają możliwość zadawania pytań. W sumie, czas interakcji dzieci z wykładowcą przeciąga się nawet do dwóch godzin lekcyjnych bez przerwy. Ostatnie pytanie dzieci „Czy ten pan przyjedzie jeszcze do nas?” jest chyba największą satysfakcją, jaka może być udziałem wykładowcy.

5. Ewaluacja

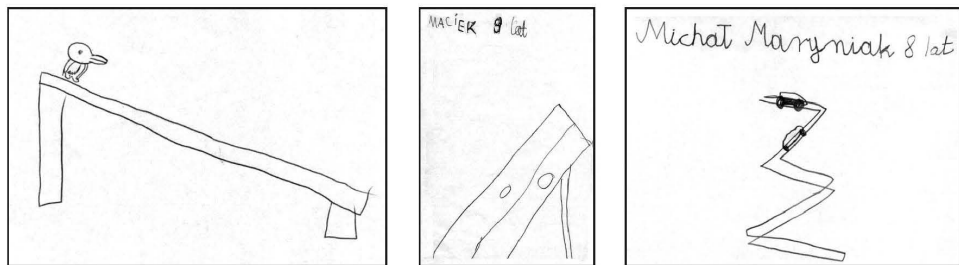
Oczywiście, ambitny program interaktywnego nauczania trudnych zagadnień z fizyki, na wczesnym etapie szkolnym, w niejednorodnej wiekowo i kulturowo grupie jest poważnym wyzwaniem i wymaga weryfikacji uzyskanych wyników. Systematyczne badania będą przedmiotem planowanych prac (M. Sadowska 2012), poniżej przedstawiamy wyniki wstępnych ocen.

W dwóch grupach UniKids (Namysłów i Brzeg) przed drugim z kolei wykładem poprosiliśmy kilkunastu przypadkowo wybranych słuchaczy o narysowanie jednego, dowolnie zapamiętanego eksperymentu z wykładu, który odbył się 5 miesięcy wcześniej i po którym jego treści nie były ponownie dyskutowane. Wszystkie wyniki prac należy uznać za zaskakująco dobre. Wybrane „reportaże” zamieszczamy poniżej.

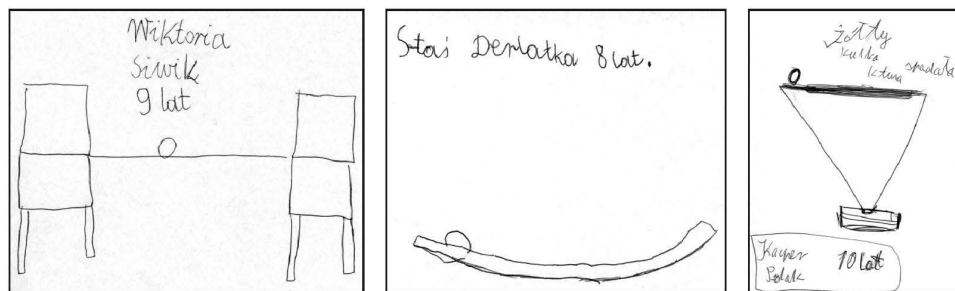
Niektóre z relacji graficznych mają postać „zdjęcia zbiorowego”, ale są one w zdecydowanej mniejszości. Drugą z kolei grupę stanowią rysunki pojedynczych doświadczeń i to wcale nie tych najbardziej widowiskowych. Okazuje się, że dzieci zapamiętują bardzo dobrze *treść pojęciową* doświadczeń. Wreszcie pewna grupa rysunków to jedynie schematy zachodzących procesów, czyli zasadnicza treść prezentowanych *praw fizycznych*.



Ryc. 3. Weryfikacja rezultatów dydaktycznych wykładu „Z górki na pazurki” – reportaże dzieci przygotowane *ad hoc* po upływie 5 miesięcy. Pierwsza grupa rysunków to „fotografie zbiorowe”, ale nawet na nich można odnotować, że dzieci zauważyły doświadczenia kluczowe, nawet jeśli nie były one spektakularne: Daniel (7 lat) na pierwszym planie przedstawia doświadczenie z „zaczarowaną” kulką, która wtacza się pod górę, niezgodnie z przewidywaniami Arystotelesa.

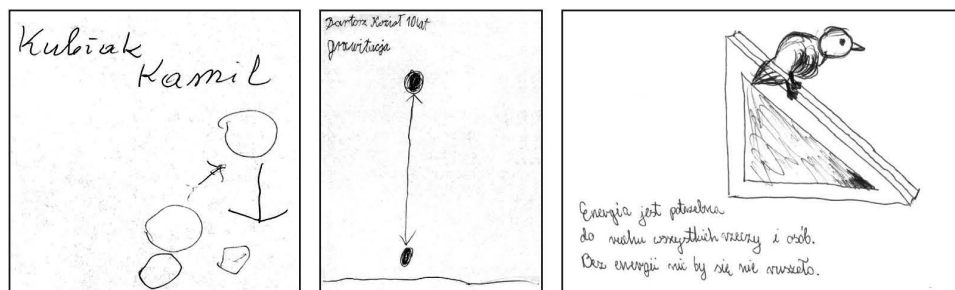


Ryc. 4. Weryfikacja rezultatów dydaktycznych wykładu „Z górki na pazurki” (cd). Kolejną grupą rysunków są te, odtwarzające doświadczenia kluczowe: a) schodzenie kaczek było ilustracją ruchu jednostajnego; b) staczanie się kulek po tej samej równi ilustruje ruch jednostajnie przyspieszony; c) doświadczenie z dwoma samochodzikami o różnych masach ilustruje niezależność przyspieszenia grawitacyjnego od ciężaru ciała.



Ryc. 5. Weryfikacja rezultatów dydaktycznych wykładu „Z góry na pazurki” (cd). Zaskoczeniem jest, że kilkoro z kilkunastu pytaných dzieci umieściło na rysunkach doświadczenia, które były niezwykle proste i zupełnie niewidowskowe – kulki na wygiętej równi i w lejku „grawitacyjnym”. Te dwa doświadczenia stanowiły zasadniczą treść wykładu: „Jak energia potencjalna zamienia się w energię kinetyczną i vice versa.”

Podkreślamy, że dzieci wykonywały rysunki bez żadnego wcześniejszego instruktażu, ani nie były o tym uprzedzone wcześniej: „– Narysuj, co zapamiętałeś z poprzedniego wykładu!”



Ryc. 6. Weryfikacja rezultatów dydaktycznych wykładu „Z góry na pazurki” (cd). Najwyższą ocenę za umiejętność podsumowania *praw* fizycznych otrzymują trzy powyższe rysunki. Dwa pierwsze przedstawiają *schemat* koncepcyjny doświadczenia ze spadającymi piłeczkami; trzeci, sądząc z charakteru pisma dziewczynki 12-letniej, stanowi najjaśniejsze możliwe podsumowanie treści, która leżała u podstaw wykładu.

Szczególnym zaskoczeniem były rysunki przedstawione na ryc. 6. Dwa pierwsze, dzieci młodszych, pokazują *schematy* praw fizycznych spadania i odbijania się piłek. Strzałki nie pojawiły się na wykładzie w żadnej formie, są więc autonomicznym *rozszerzeniem* obserwowanego zjawiska na wcześniej istniejące w zakresie pojęciowym dziecka graficzne sposoby wyrazu. Wreszcie trzecia praca to najkrótsze możliwe streszczenie wykładu, którego ukryty temat mówił właśnie: „Dlaczego ciała spadają, zjeżdżają, podskakują”. Pomijamy w tej ilustracji kilka jedynie rysunków, głównie dzieci starszych, których treścią była zakorzeniona (i poprawna) pre-koncepcja: „Ciała spadają, bo działa na nie grawitacja”. Niestety, nie zawsze działania hyper-konstruktywne potrafią przełamać ugruntowane już u kilkunastoletnich dzieci przekonania, wyniesione głównie ze szkoły. Cennym uzupełnieniem wykładów są warsztaty, w których dzieci samodzielnie – indywidualnie lub w małych grupach przeprowadzają doświadczenia. Zagadnienie warsztatów jest w chwili obecnej przedmiotem dalszych badań.

6. Podsumowanie

Zabawa w UniKids to nie tylko wykład, ale przede wszystkim wyzwolenie spontanicznej aktywności poznawczej dzieci. Po wykładzie pozostawiamy im kilkanaście minut na samodzielne przeprowadzenie doświadczeń według ich pomysłów. Również w trakcie wykładu, prawie wszystkie doświadczenia, z wyjątkiem tych kluczowych jak „tresowanie” piłeczki, wykonują na scenie dzieci, ale pod kierunkiem wykładowcy. Inwencja dzieci jest nieporównanie bogatsza niż dorosłych. Potwierdza się teza (zob. Kruk, Karwasz w niniejszym zbiorze) o nieadekwatności, w stosunku do współczesnych możliwości edukacyjnych, standardowych doświadczeń przygotowanych z góry i o zadanym z góry wyniku.



Fot. 8. Zabawa po wykładzie: „– A co będzie gdy...?” Nieskalana inwencja, autonomia działania i satysfakcja z własnoręcznie zaplanowanego eksperymentu.

Strategie edukacyjne na początku XXI wieku muszą ulec presji nowych środków technicznych. Problemem jest nie brak informacji, ale jej nadmiar. Informacja dociera do odbiorcy w postaci ogromnych ilości, skłębionych wzajemnie i niespójnych treści. Wyzwaniem edukacyjnym staje się uporządkowanie tych wiadomości i w konsekwencji możliwość ich wykorzystania w procesie nauczania. Koncepcja hyper-konstruktywizmu opiera się na założeniu o wszech-dostępności informacji. Informację tę, już w posiadaniu ucznia lub osiągalną w sieci w ułamku sekundy, traktujemy jako *rzeczywistość zastalą* i w oparciu o nią konstruujemy zasób *wiedzy* i *umiejętności*. Świat realny, doświadczeń i obiektów uzupełnia, a raczej dominuje nad światem wirtualnej informacji. Neo-realizm jest naturalnym uzupełnieniem, a właściwie warunkiem *sine qua non* hyper-konstruktywizmu. Prosty obiekt, doświadczenie *ad hoc*, przykład z rzeczywistości, powinny być celnymi strzałami zawsze przygotowanymi w „kołczanie” wykładowcy.

Wczesny wiek szkolny, w którym dzieci dysponują całkiem już sporą wiedzą, ale są skłonne do dalszego poznania świata, wydaje się dobrym momentem na realizację proponowanych strategii. Koncepcja (i konieczność) hyper-konstruktywizmu nie ogranicza się bynajmniej tylko do fizyki. Przegląd podręczników z innych dziedzin wskazuje, że większość z nich jest przeładowana szczegółową wiedzą, którą bez trudu można znaleźć w tysiącach odnośników internetowych. Jednocześnie, podręczniki te nie uczą, jak poszczególne fakty nanizać na nić analitycznego rozumowania, tak w kategoriach praw natury, jak np. prawidłowości językowych czy sekwencji historycznych. Konieczne są działania interdyscyplinarne, w szczególności specjalistów od metodologii i od pedagogiki szkolnej i pozaszkolnej.

P.S. Już w trakcie pisania niniejszego tekstu pojawiły się nowe wyniki badań myślenia twórczego dzieci w wieku 5–6 lat (Cook, Goodman, Schulz 2011). Wynika z tych badań – np. z prostego zagadnienia ustawiania paciorków, że dzieci w wieku 4–5 lat wykazują

nadzwyczajne umiejętności kojarzenia faktów i poszukiwania niespodziewanych rozwiązań. Jak pisze autorka komentująca ten wynik (Begley 2011:6), w starszym wieku dzieci tracą tę umiejętność. W związku z tym sugeruje ona, że nauczyciele powinni podtrzymywać te zdolności w dzieciach, również w starszym wieku.

Nie do końca należy się z tym sądem zgodzić: pojawianie się umiejętności stawiania spontanicznych pytań i ich rozwiązywania obserwujemy również u dzieci starszych, u studentów, u nauczycieli – absolwentów. Trzeba jedynie właściwie *tworzyć* sytuacje wymagające działań twórczych, właściwie dziecko/studenta ukierunkować, stworzyć motywację do twórczej aktywności i zapewnić mu (spórą, lecz kontrolowaną) swobodę myślenia i działania. Parafrazując powiedzenie Napoleona o buławie marszałkowskiej w plecaku każdego żołnierza można powiedzieć, że: „Każde dziecko jest, potencjalnie, młodym Kopernikiem lub Skłodowską”.

Literatura:

- Begley S. (2011), *Więcej niż zabawa*. „Świat Nauki” 11/ 243.
- Berger P. L., Luckman L.T. (1986), *Społeczne tworzenie rzeczywistości*. Warszawa, PWN.
- Björklund C. (2010), *Broadening the horizon: toddlers' strategies for learning mathematics*. “International Journal of Early Years Education” 18. <http://dx.doi.org/10.1080/09669761003661246>
- Cook C., Goodman N.D., Schulz L.E. (2011), *Where science starts: Spontaneous experiments in preschoolers' exploratory play*. “Cognition” 120 / 341
- Descartes R. (1637), *Discours de la méthode: pour bien conduire sa raison, et chercher la vérité dans le sciences*. Leyden, Imprimerie de Ian Maire, books.google.fr, hasło katalogowe wywołania BCULVD2178290.
- Gołąb-Meyer Z., *Trudności w zrozumieniu pojęcia prędkości*. http://www.ptf.agh.edu.pl/SN/meyer_11.pdf
- Goldman S. (1998), *Researching the Thinking-Centered Classroom*. W: J. G. Greeno, S. V. Goldman (red.), *Thinking practices in mathematics and science learning*. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates
- http://www.oecd.org/document/22/0,3746,en_2649_35961291_40624662_1_1_1_1,00.html
- Hewitt P.G. (2010), *Fizyka wokół nas*. Warszawa, Wyd. Naukowe PWN.
- Kamińska A., Karwasz G. (2008), *Rola interaktywnych wystaw w nauczaniu fizyki*. „Fizyka w Szkole” 3.
- Karbowski A., Micheli M., Sant L., Peteers W., Tma J., Engström V., Karwasz G. (2008), *MOSEM – Teaching Electromagnetism via Minds-on Experiments*. GIREP 2008 International Conference, MPTL 13th Workshop, “Physics Curriculum Design, Development and Validation, 18-22.08.2008, Nicosia, Cyprus, Program and Book of Abstracts, University of Cyprus.
- Karwasz G. (2000), *Czy świat kręci się w prawo? Fizyka i zabawki*, XXXV Zjazd Fizyków Polskich, 20.09.1999 Białystok, „Postępy Fizyki” 51, zeszyt dodatkowy, <http://postepy.fuw.edu.pl/zjazdy/Bialystok1999/B2-spis.pdf>
- Karwasz G. (2005), *Nauczanie fizyki w Europie (i nie tylko)*, Wykład na sesji dydaktycznej XXXVII Zjazdu PTF w Warszawie, <http://www.fizyka.umk.pl/~karwasz/pliki/reforma08.pps>
- Karwasz G. (2006), *Droga do fizyki współczesnej*. „Foton 92”, wiosna 2006.
- Karwasz G. (2008), *Z górki na pazurki*. Inauguracyjny pokaz Polskiego Towarzystwa Fizycznego, Toruń, 18.10.2008 http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/29
- Karwasz G. (2010), *„Fiat Lux!” – czyli zabawy ze światłem*. „Postępy Fizyki” 4.
- Karwasz G. (2011a), *Czyżby koniec nauki? Na razie na nie grozi!* „Edukacja Filozoficzna” 52
- Karwasz G. (2011b), *Post-konstruktywizm a korzenie kulturowe Europy*, Acta Universitatis Nicolai Copernici, Pedagogika XXVII.

- Karwasz G. (2012 w druku), *Zagrożenia w interaktywnym przekazie wiedzy*. W: G. Karwasz i J. Kruk, *Idee i realizacje dydaktyki interaktywnej – wystawy, muzea i centra nauki*. Toruń, Wydawnictwo Naukowe UMK.
- Karwasz G., Chojnacka J. (w druku), *Wewnętrzny ogień – czyli o tektonice płyt Ziemi*, „Geografia w Szkole”.
- Karwasz P., Wróblewski T., Zanetti V. (2000), *Toys in Physics*. INFM Meeting, National Congress on the Physics of Matter, Genova, 12-16-06.2000, Abstracts.
- Karwasz G. i in. (2007), *Z górki na pazurki*. Wystawa interaktywna na VII Festiwalu Nauki i Sztuki w Toruniu, 19-21.04.2007, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/pazurki/Z_gorki_pierwsza.html
- Kirwil, L. (2011), *Polskie dzieci w Internecie. Zagrożenia i bezpieczeństwo – część 2. Częściowy raport z badań EU Kids Online przeprowadzonych wśród dzieci w wieku 9–16 lat i ich rodziców*. http://www.swps.pl/images/stories/zdjecia/eukidsonline/l_kirwil_raport_polska_eukidsonline_v3.pdf
- Kruk J., Karwasz G. (2005), *Reprezentacja, przyczynowość i badania eksperymentalne jako znaczące punkty „mapy poznawczej” dydaktyki ogólnej*. „Forum Oświatowe” 2 (33).
- Kruk J., Karwasz G. (2009), *Jak współcześnie stosować zasadę pogłębienia – dwugłos interdyscyplinarny*. Seria: *Multimedialna Biblioteka Pedagogiczna*, red. B. Siemieniecki, Toruń, Wyd. Adam Marszałek.
- Lederman L., Teresi D. (2005), *Boska cząstka. Jeżeli Wszechświat jest odpowiedzią, jak brzmi pytanie?* Warszawa, Prószyński i Ska.
- Nęcka E., Orzechowski J. Szymura B. (2006), *Psychologia poznawcza*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- OECD (2009), *Creating Effective Teaching and Learning Environments, First Results from TALIS*.
- OECD (2011), *Testing student and university performance globally: OECD's AHELO*, OECD 2010.
- Okoniewska A. (2005), *Kamień celtycki*. W: *Fizyka zabawek*, CD-ROM, Wyd. Muzyczne Soliton, na stronie <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki1/files/mech/kamien-pl.html>
- Sadowska M. (2012), *Efektywność dydaktyczna nauczania fizyki – testowanie rozwiązań europejskich*. Rozprawa doktorska, Toruń, UMK.
- Tempczyk M. (2010), *Koniec nauki „Edukacja Filozoficzna”* 50.
- Wilczek F. (2008), *The lightness of being: mass, ether, and the unification of forces*. Basic Books.