

Hyper-konstruktywizm w nauczaniu fizyki: Definiowanie kompetencji społecznych

Andrzej Karbowski, Grzegorz P. Karwasz

*Zakład Dydaktyki Fizyki, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej,
Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Grudziądzka 5, 87-100 Toruń*

Abstrakt

Wykłady i warsztaty z wykorzystaniem metod hyper-konstruktywizmu w fizyce wprowadzają nie tylko pojęcia w nauce, ale także kompetencje społeczne takie, jak: zrozumienie ryzyka związanego z ładunkami elektrostatycznymi, wiedzy na temat subiektywnych efektów w postrzeganiu kolorów, wpływu składowych harmonicznym w słyszanych głosach i muzyce wytwarzanej przez instrumenty muzyczne. Ponad 70 wykładów dla dzieci w wieku od 6 do 12 lat, przyniosło entuzjastyczne opinie zarówno dzieci jak i ich rodziców.

Słowa kluczowe

kompetencje społeczne, hyper-konstruktywizm, elektrostatyka, kolory, akustyka

Wstęp

Unia Europejska standaryzuje nauczanie na poziomie uniwersyteckim poprzez wprowadzenie tzw. europejskiego systemu kredytowego (Credits Transfer System), który określa jakie efekty powinny występować w programach nauczania w zakresie: wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych. Uniwersytety (a także szkoły) starają się "imitować" te wymagania przez rozmaite sformułowania takie, jak "student wie", "student potrafi". Takie podejście jest szkodliwe do nauczania: kompetencje społeczne mogą być dźwignią i mogą uczynić fizykę, jako przedmiot bardzo przydatny i interesujący. Zmiana w nauczaniu jest potrzebna: *wykładowca określi* co jest ważne i konieczne dla studentów na podstawie kompetencji społecznych, które są potrzebne społeczeństwu. Taki sposób nauczania powinien zwiększyć użyteczność i przydatność fizyki w życiu zawodowym.

Uzasadnienie

Dydaktyka fizyki w ostatnim czasie uczyniła znaczący krok naprzód: wrosło znaczenie pojęć fizycznych [1], w tym sprzężeń zwrotnych między zawartością i dydaktyką [2], w zastosowaniu wzorów matematycznych do opisu świata zewnętrznego [3], we wprowadzeniu podejścia konstruktywistycznego do nauczania [4]. System OECD dotyczący nauczania na poziomie uniwersytetów

(AHELO) monitoruje: krytyczne myślenie, rozumowanie analityczne, rozwiązywanie problemów, komunikację pisemną [5]. Fizyka jest jedną z dziedzin nauki i spełnia powyższe wymagania - rodzaj forma mentis (sposób myślenia, mentalność). Ale uczniowie twierdzą, że fizyka jest trudna i nie angażuje ich bardzo formalnie. Osoby wykształcone doceniają astronomię, matematykę, biologię, mają jednak mniej pozytywny stosunek do fizyki. Wprowadzenie doskonałych elementów metodologii fizyki pozwoli uzyskać sukces w życiu zawodowym. Zdefiniowanie ewentualnych kompetencji społecznych, które mogą być zdobyte w nauczaniu fizyki, jest konieczne. Kompetencje te powinny wykraczać poza banalne: "student rozumie znaczenie fizyki w życiu codziennym".

Wdrożenia

Wiele jest podręczników napisanych przez uznanych fizyków [3, 6, 7], w których fizyka jest przedstawiona w sposób "przyjazny" dla szerokiej rzeszy czytelników, pokazując obecność praw fizycznych w wielu zjawiskach codziennych. Jest to użyteczne podejście, które wdrożyliśmy w późnych latach 90-tych przyjeżdżając do Polski z interaktywną wystawą "Fizyka i zabawki" i rozwijając ośrodki naukowe [8]. Jednakże służyła ona jedynie do wywołania zainteresowania fizyką i nie zmieniała społecznego odbioru fizyki. Nasze podejście polega na dwóch, połączonych metodach: neorealizm i hyper-konstruktywizm [9]. Przepis stosowania hyper-konstruktywizmu [10] polega na konstruowaniu wiedzy uczniów przez nauczyciela, ale podczas dyskusji z nimi, nie odrzucając ich wcześniejszej wiedzy. Uczniowie muszą być przekonani i uczestniczyć w zbiorowej dyskusji oraz myśleniu twórczym, wykonywać eksperymenty ad hoc, stwierdzać że czasami ich myślenie na początku lekcji było złe (jeśli faktycznie było złe, to oczywiście tak). Po drugie, interaktywne, zbiorowe nauczanie z przewodnikiem (nauczycielem) rozwija cały szereg oddziaływań społecznych, zarówno między uczniami i nauczycielem oraz z publicznością - to wszystko można nazwać praktyką społeczną. Jak pisze B. Rogoff [11]:

"Praca doświadczalna jest modelem dla rozwoju poznawczego dzieci, skupia uwagę na aktywnej roli dzieci w organizowaniu pracy, wymaga aktywnego wsparcia i zachęca ich do interakcji społecznej, różnych zadań i działań, porządkuje socjokulturalny charakter instytucjonalnych treści, technologii i celów czynności poznawczych". Poniżej podajemy przykłady zadań (fizyczne pojęcia i prawa), działania, technologie (instrumenty dydaktyczne), cele (kompetencje społeczne) oraz konteksty społeczne, które mogą być zdefiniowane podczas nauczania fizyka we wczesnym dzieciństwie. Kompetencje społeczne obejmują: - interdyscyplinarne zdolności zawodowe, -

zapewnienie uczniom, że posiadają właściwe zdolności doświadczalne, - nauczanie jak *sformułować* istotne pytania, - wskazują *przybliżone* rozwiązania. Przedstawiamy przykłady hyper-konstruktywistycznego nauczania akustyki, optyki, elektrostatyki w kategoriach wymienionych przez B. Rogoffa.

Postrzeganie kolorów

Część interaktywnego wykładu (5 minut) przypomina pokaz mody z modelkami:

- i) zadanie – tło fizyczne: widmo światła, kolory podstawowe, kolory złożone (purpurowy, brązowy), źródła światła (LED) = te zostały omówione oddzielnie w naszych poprzednich pracach [12],
- ii) działalność: interaktywny teatr, w którym publiczność próbuje odgadnąć kolory włosów oświetlane lampami LED w różnych kolorach (zielony, czerwony, niebieski),
- iii) technologia: dwie peruki posiadające niepodstawowe kolory (patrz rys. 1b).
- iv) kompetencje społeczne: "kupowanie sukienki w sztucznym świetle może doprowadzić do poważnego rozczarowania",
- v) kontekst społeczny: zbiorowe zdumienie jak oświetlenie LED zmienia postrzeganie kolorów różnych przedmiotów.



Rys. 1. Interaktywne nauczanie kompetencji społecznych w rozpoznawaniu kolorów (UMK, IV 2011): a) w środku standardowego interaktywnego wykładu z optyki, umieszczona jest następująca scena, w której dwie wybrane dziewczynki odgrywają role modelek. W całkowitej ciemności mają one założone przez wykładowcę sztuczne kolorowe włosy (peruki); b) publiczność powinna domyślić się, jakie są naturalne kolory włosów. W ciemności zapalane są w odpowiedniej kolejności światła LED: czerwone, zielone i niebieskie i oświetlane są nimi włosy modelek. Zdziwienie jest kompletne, ponieważ publiczność nie przewiduje prawidłowo żadnego koloru (w pierwszych ławkach z przodu siedzą dzieci w wieku 9-10 lat, z tyłu - uczniowie Liceum Pedagogicznego z Trento we Włoszech, na stojąco - nauczyciel fizyki); c) w trakcie wykonywania eksperymentu różne kolory zostały wybrane, ale żaden z nich nie był kolorem podstawowym (projekt, obiekty, prezentacja doświadczenia - GK, zdjęcia M. Karwasz).

Elektrostatyka: napięcia i zagrożenia

- i) zadania: pojęcia napięcia, prądu, wolt – V,
- ii) działalność: warsztaty, głównie organizowane przez uczniów,
- iii) technologia: rury z tworzyw sztucznych, małe papierki *confetti*, elektroskop Volty, miernik uniwersalny, stare baterie,
- iv) kompetencje społeczne: wykorzystanie uniwersalnego miernika; "Elektrostatyka jest bardzo niebezpieczna",
- v) kontekst społeczny: podział zadań (rys. 2a), napisanie raportów (rys. 2c).

W nauczaniu elektryczności koncepcje napięcia, prądu i mocy nie wymagają definicji matematycznych, a uczniowie mogą znaleźć je napisane na baterii telefonów komórkowych. Oni rozumieją, że 4 kV to znacznie więcej niż 220 V, a zatem napięcie pierwsze jest bardziej niebezpieczne. Pozwólmy sprawdzić uczniom napięcie wytworzone przez efekt trybologiczny, rys. 2b "Jeśli ta strzałka obróci się, napięcie będzie wynosiło 4 kV! Sprawdźmy to. Pamiętaj, że nigdy nie należy dotykać elementów wewnątrz telefonu komórkowego, kiedy siedzicie na plastikowym krześle!".

Lekcje i warsztaty z elektryczności oferują także inne kompetencje społeczne: dzieci (dziewczynki również, rys. 2a) zapoznają się z pomiarami elektrycznymi. Używamy do tego celu starych baterii. Dzieci wykonują pomiary elektryczne za pomocą miernika uniwersalnego i przygotowują *pisemne* raporty, które są jednym z czterech celów edukacyjnych określonych przez OECD [5], rys. 2c. Warsztaty pozwalają również eksperymentować dzieciom *współpracując* w grupach, ze spontanicznym definiowaniem i podziałem zadań, patrz rys. 2a i 2b.



Rys. 2. Interaktywne warsztaty z elektryczności (UniKids, Głogów, X 2011): a) spontaniczny podział zadań podczas mierzenia napięcia starych baterii; b) sprawdzenie, że efekt trybologiczny jest niebezpieczny: strzałka elektroskopu pokazuje 4 kV; c) pisemne raporty są jednym z dodanych efektów społecznych warsztatów; dziewczynka jest smutna, ponieważ jej silnik nie obraca się (foto M. Karwasz)

Akustyka - analiza harmoniczna

- i) zadania: wysokość i amplituda dźwięków, składowe harmoniczne (analiza Fouriera),
- ii) działalność: warsztaty, głównie organizowane przez uczniów;
- iii) technologia: okulary, rury od odkurzacza, butelki, zbiory etnograficzne,
- iv) kompetencje społeczne: wszystko gra,
- v) kontekst społeczny: gra w zespole wymaga ćwiczeń, uwagi, współpracy.



Fig. 3. Interaktywna akustyka, UniKids Wałbrzych, X 2014 - celem edukacyjnym (i narzędziem) jest transformata Fouriera: a) "Spójrz na ekran! Głos jest miły, gdy widzisz tylko kilka kresek pionowych"; b) "A teraz wszyscy – starajcie się naśladować dźwięki wydawane przez owce! Poznasz swój głos w gęstej trawie (pionowych kresek) na ekranie" [np. z wielu elementów nieharmonicznych w widmie] (foto M. Karwasz) c) gra z wykorzystaniem kieliszków nie jest zbyt pedagogiczna ("Pamiętaj! Nigdy nie rób tego bez ojca!"), ale bardzo pouczające - rozwija koncentrację uwagi i precyzję ręcznego wykonania doświadczenia (foto UMCS, Lublin, 25/09/2014). Analiza harmoniczna było trudnym zadaniem, nawet sto lat temu. Zobacz zdjęcia. Teraz wszystkie dzieci wiedzą co oznaczają "słupki" w sprzęcie muzycznym, które pojawiają się podczas słuchania muzyki. W sposób hyper-konstruktywistyczny można skojarzyć widma harmoniczne z niektórymi dźwiękami: najbardziej prosty, pojedynczy jest pisk kieliszka wina [14], patrz rys. 3c. Ludzki głos jest multi-harmoniczny, nie mówiąc o dźwiękach wytwarzanych przez bębny, drewnianą żabę afrykańską, puszkę Coca-coli wypełnione ryżem lub kaszą. Dzieci uczęszczają w Polsce na interaktywne Uniwersytety Dziecięce, gdy mają 6 lat i więcej. Eksperymenty z prostymi przedmiotami (objektami), wykonanymi w taki sposób, aby mogły być zrealizowane określone cele pedagogiczne, umożliwiają dzieciom odkrywanie zjawisk fizycznych, nawet w młodym wieku, i przynosi to wiele radości!

Literatura

- [1] Boohan R., Ogborn J., *Energy and Change. Introducing new approach*, Ass. Sci. Education., Hatfield (1996).
- [2] Duit R., Gropengießer H., Kattmann U., Komorek M., Parchmann I., *The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving teaching and learning science*, in:

- D. Jorde & J. Dillo (Eds), Science education research and practice in Europe, Sense Publishers, Rotterdam (2012), 13-37.
- [3] Hewitt P., *Conceptual Physics*, Prentice Hall School Group, Upper Saddle River, NJ (1997).
- [4] Michelini M., Mossenta A., *The construction of a coherent interpretation of electrostatic interactions in the context of training teachers*, *Il Nuovo Cimento B* 122 (2007) 797-812.
- [5] AHELO. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD): *Testing student and university performance globally: OECD's AHELO*, <http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/testingstudentanduniversityperformancegloballyoecdahelo.htm>
- [6] Frova A., *La Fisica sotto il naso. 44 pezzi facili*, RCS Libri, Milano, 2001.
- [7] Landau L., Kitaigorodskij A., *La fisica per tutti*, Editori Riuniti, Roma, 1969.
- [8] Karwasz G., Służewski K., Kamińska A., *Constructive paths in teaching physics: from interactive experiments to step-by-step textbooks*, *Problems of Education in the 21st Century* 64, (2015) 6-23.
- [9] Karwasz G. P., *In-between neo-realism and hyper-constructivism – didactical strategies for XXIth century*, *Problemy Wczesnej Edukacji (Problems of Early Educations)*, 3 (2011) 8-30.
- [10] Karwasz G., *Teaching science in early childhood – inquiry-based, interactive path on energy*, in: *Physics Alive, Proceedings GIREP-EPEC Conference 2011*, ed. A. Lindell et al., University of Jyväskylä (2012), 68-73.
- [11] Rogoff B., *Apprenticeship in Thinking. Cognitive Development in Social Context*, Oxford University Press, New York, Oxford, 1990, p. 39.
- [12] Karwasz, G., Fedus, K., Służewski K., Stolarz D., Krzysztofowicz A., Gagoś M., *Inside the didactics of colours - red-cabbage juice as a teaching tool*, in: “Color and Colorimetry Multidisciplinary Contributions”, Maurizio Rossi (ed.), Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), Italia, 2013.

Adres:

Grzegorz Karwasz i Andrzej Karbowski
Zakład Dydaktyki Fizyki
Instytut Fizyki
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
ul. Grudziądzka 5
87-100 Toruń
e-mail: karwasz@fizyka.umk.pl
akarb@fizyka.umk.pl

