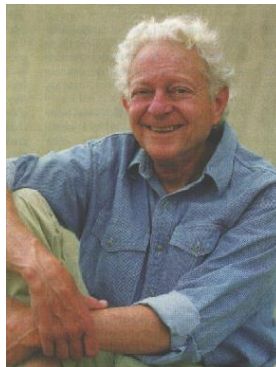




Mariaż edukacji z nauką

Z Leonem Ledermanem (LL) rozmawiają:
Carlos Fiolhais (CF) i Carlos Pessoa (CP)

Szkoły nie przygotowują ludzi do życia, które mają oni przeżyć, lecz do jakiegoś „innego życia”, w społeczeństwach, które już nie istnieją. Leon Lederman, zdobywca Nagrody Nobla w 1988 roku, uważa jednak, że jest możliwe i konieczne, aby szkoły „przygotowywały do życia w nowym świecie”. We wrześniu 2000 roku Lederman wziął udział w zjeździe Portugalskiego Towarzystwa Fizycznego, podczas którego udzielił nam wywiadu na temat swojej działalności edukacyjnej, a w szczególności swojego zaangażowania w nauczanie fizyki w szkole. Jego zdaniem, kluczem do wszelkich zmian są nauczyciele, więc kształcenie nauczycieli stanowi niezbędny element skutecznego programu poprawy edukacji. Obserwacje Ledermana dowodzą, że nauczyciele „nie znają nauki”, ponieważ „edukacja nie jest ożeniona z nauką”. Konkluzja: „Musimy ożenić te dwie społeczności, ponieważ powinno to przynieść wzajemne korzyści”.



CF i CP – *Wszyscy mówią o kryzysie w nauczaniu nauk ścisłych, w szczególności fizyki. Jaka jest Pana opinia na ten temat?*

LL – Wydaje mi się, że istotnie mamy do czynienia z kryzysem. Kryzys istniał zawsze, a przynajmniej od czasu, gdy pojawiła się kwestia zrozumienia nauki przez społeczeństwo, czyli od bardzo dawna. Dzisiaj kryzys stał się poważniejszy, ponieważ w XX wieku, a nawet pod koniec XIX wieku postęp technologiczny nabrał rozmachu i pędu. A kryzys wynika z zastosowań, jakie społeczeństwu daje nauka.

CF i CP – *Zatem nauka staje się ofiarą swego własnego sukcesu?*

LL – Tak. Nauka jako poszukiwanie wiedzy – a raczej poszukiwanie prawdy – stanowi rzecz bezcenną. Nie ma czegoś takiego jak zła nauka. Próbujemy znaleźć prawdę o świecie, w którym żyjemy. Wierzymy, że istnieje obiektywna prawda o Przyrodzie, że nauka zajmuje się poszukiwaniem tej prawdy i że to stanowi jej naczelną cel. Lecz istnieją także społeczne konsekwencje nauki i postępu techno-

logicznego. Aby oceniać kryzys, musimy także oceniać wpływ, jaki nauka wywiera na społeczeństwo.

Nikt dzisiaj nie kwestionuje faktu, że nauka i jej zastosowania wywierają olbrzymi wpływ na to, jak ludzie myślą, jak się zachowują, a także na optymistyczne lub pesymistyczne oczekiwania wobec wyzwań, jakie niesie ze sobą XXI wiek. Możemy ocenić ten wpływ, biorąc pierwszy lepszy przykład technologicznego postępu, na przykład silnik parowy. Ten dziewiętnastowieczny wynalazek dokonał transformacji przemysłu, stał się motorem industrializacji, umożliwił Amerykanom eksplorację i zjednoczenie całego kontynentu. Zmiany, jakie przyniósł, były jednak dość powolne i stopniowe. Upłynęło zapewne kilkadziesiąt lat, zanim nastąpiły widoczne efekty technologicznego postępu, związanego z wynalezieniem silnika parowego. Podobne tempo zmian przyniosły z sobą liczne inne sukcesy nauki i techniki, jakie miały miejsce w początkach XX wieku. Lecz pod koniec XX wieku... ktoś przegląda stronę internetową, ktoś ładuje dane z CD-ROM-u lub z witryny Yahoo. Można by sądzić, że to dziwny język, być może używają go jacyś obcy z Marsa. Lecz dzieci doskonale znają ten język i posługują się nim na co dzień.

CF i CP – Zatem społeczeństwo zmienia się pod wpływem nauki, lecz szkoły stoją w miejscu.

LL – Na tym właśnie polega problem. Jeżeli mówimy o edukacji i ktoś zapyta „po co jest szkoła”, to może otrzymać wiele różnych odpowiedzi. Sądzę, że moglibyśmy się zgodzić, iż celem szkoły jest przygotowanie jej absolwentów, powiedzmy siedemnasto-, osiemnastolatków, aby potrafili sobie poradzić w nowym świecie, w którym się pojawiają. Problem polega na tym, że ten świat jest inny niż świat ich nauczycieli i inny niż świat ich rodziców.

CF i CP – Czy szkoły przygotowują młodych ludzi do życia?

LL – Nie do życia, które spodziewają się przeżyć, lecz do jakiegoś innego życia.

CF i CP – Do życia wczorajszego?

LL – Właśnie. Więc jeśli ktoś zapyta, czy jest możliwe przygotowanie ich do nowego świata, to odpowiedź brzmi oczywiście, że tak, jest to możliwe. My, fizycy, dobrze o tym wiemy, gdyż jesteśmy przygotowani na to, co nieoczekiwane, na niespodzianki, na rzeczy niezwykle. Wiemy, że jeśli wybierzemy się rakieta w jakieś dziwne miejsce, to nic nie będzie tak, jak moglibyśmy się spodziewać.

CF i CP – Czy lubicie być zaskakiwani?

LL – O tak, uwielbiamy niespodzianki. Zazwyczaj oznaczają one, że dowiemy się czegoś nowego. Jeżeli nie ma niespodzianki, to jesteśmy niezadowoleni. Dlatego uważam, że nauki ścisłe stanowią klucz do nauczania w ogóle, ponieważ przygotowują ludzi na to, co nieoczekiwane, na niespodzianki, na to, co czeka ich w świecie, w którym będą żyć. Kiedyś żyło się inaczej. Po szkole średniej uczyliśmy się obsługiwać jakąś maszynę, na przykład tokarkę, pracowaliśmy przy niej przez jakieś czterdzieści lat, po czym szliśmy na emeryturę. Dostawaliśmy złoty zegarek, po czym żyliśmy cicho i spokojnie. A dzisiaj przychodzimy do pracy i widzimy, że maszyna zniknęła. Zastąpiła ją inna, sterowana przez komputer, więc musimy się nauczyć programować komputer. Nasza praca uległa zmianie. Wszystko wokół nas ulega takim zmianom.

CF i CP – *Czy tak się dzieje na całym świecie?*

LL – Skupiam się tu oczywiście na jakichś 20% świata, na krajach uprzemysłowionych i być może najbardziej zaawansowanych spośród krajów rozwijających się. W krajach Trzeciego Świata mamy do czynienia z inną sytuacją, choć tam też istnieje kryzys edukacji. Ma on nieco inne wymiary, aczkolwiek niektóre z nich nie są tak bardzo różne, zwłaszcza z punktu widzenia najmłodszych dzieci. Pracuję w Chicago z małymi dziećmi, od przedszkolaków do dwunastolatków i widzę, że problemy są bardzo podobne na całym świecie. Nawet w afrykańskich wioskach... Pracowałem kiedyś dla Międzynarodowej Rady Unii Naukowych w Paryżu, gdzie przewodniczyłem komitetowi do spraw *capacity building* (rozwijania zdolności). Poznałem bardzo wiele problemów, z jakimi boryka się edukacja w afrykańskich wioskach i w krajach Trzeciego Świata. Gdy wróciłem do Chicago, powiedziałem moim kolegom: „Nie uwierzycie, ale są na świecie miasta, które mają problemy niemal tak poważne jak Chicago”. Na poziomie szkoły podstawowej różnice kulturowe są minimalne. Rodzice mogą się różnić, lecz dzieci są dziećmi na całym świecie, więc uczenie stanowi dość podobny międzynarodowy problem! Na czym na przykład polega ten problem w Chicago? Nauczyciele nie umieją matematyki, nie umieją fizyki, nie umieją przyrody, a nauczyciel w szkole podstawowej musi uczyć wszystkiego. Na drugiej lekcji jest przyroda i nauczyciel, chcąc nie chcąc, uczy przyrody. Dzieci są bardzo bystre i natychmiast wyczuwają jego niepewność, co jeszcze bardziej powiększa jego niechęć i obawy. W niektórych szkołach w ogóle nie uczy się przyrody, ponieważ nauczyciele są totalnymi ignorantami w tej dziedzinie.

CF i CP – *Powiedział Pan, że naukowcy wierzą w obiektywność Natury. Lecz w społeczności nauczycieli istnieją ludzie, którzy nie podzielają tego poglądu. Uważają oni, że każdy ma prawo do swoich własnych poglądów na temat świata. Co sądzi Pan o tych tzw. postmodernistycznych teoriach?*

LL – Nauka jest jedyną uniwersalną kulturą. Mimo iż uważamy, że wszystkie naukowe teorie są tymczasowe, istnieją znaczne obszary naukowych przekonań, które przez wiele pokoleń były poddawane obiektywnym testom. Czy ktokolwiek słyszał o postmoderniście, który poddałby się operacji u postmodernistycznego chirurga?

CF i CP – *Więc nie przywiązuje Pan do tego zbyt wielkiej wagi?*

LL – Nie, sędzę, że to nonsens. Wydaje mi się, że postmoderniści mają swoje własne problemy, i mam nadzieję, że sami je rozwiążą, zanim zwariują. Ich nastawienie do nauki jest całkowicie nonsensowne. Wynika ono z ich własnych słabości i z ich wrogości wobec wiedzy.

Kwestia sprowadza się do pytania, czy istnieje obiektywna rzeczywistość. Fizycy uważają, że tak, istnieje. Może niezupełnie w takim sensie jak sądził Einstein, lecz istnieje.

CF i CP – *Podjęliście jakieś innowacyjne przedsięwzięcia edukacyjne w Illinois. Które z nich okazały się najbardziej skuteczne?*

LL – Mogę opowiedzieć o moich działaniach w szkołach podstawowych. Do publicznych szkół w Chicago uczęszcza 400 000 dzieci. Poziom ubóstwa jest bardzo wysoki, ponad 60% z nich pochodzi z ubogich rodzin. Rodzice zarabiają bardzo niewiele, niektórzy z nich są bardzo biedni, inni mniej, lecz większość w takim czy innym sensie jest biedna. Szkoły są niedofinansowane, a nauczyciele nie chcą uczyć w takich szkołach. Ulice są niebezpieczne, budynki szkolne są stare. Nie są to przyjazne okolice, ani dla ucznia, ani dla nauczyciela, więc nie uczą tam najlepsi nauczyciele. Zatem także i w tym sensie uczniowie są upośledzeni. Zdecydowaliśmy się podjąć pewien eksperyment, grupa naukowców z Fermilabu, z University of Chicago i z innych uniwersytetów w Chicago, przy wsparciu przedstawicieli biznesu i pewnej grupy nauczycieli, którzy zgodzili się wziąć w tym udział. Dostaliśmy na to pieniądze, ponieważ byłem dyrektorem Fermilabu. Budżet Fermilabu sięga setek milionów dolarów, więc gdy poprosiłem Departament Energii o dodatkowy milion...

CF i CP – *Wykorzystał Pan swoje znajomości wśród polityków?*

LL – Dostałem pieniądze od rządu federalnego, od władz stanu Illinois, od biznesu, itd. Założyliśmy fundację i organizację pod nazwą „The Teachers Academy”. „The Teachers Academy of Mathematics and Science” (Akademia Nauczycieli Matematyki i Nauk Ścisłych)...

CF i CP – Czy to szkoła dla nauczycieli?

LL – Właśnie – to szkoła dla nauczycieli. W Chicago istnieje 530 szkół, z czego 450 to szkoły podstawowe. W każdej z nich uczy około 30–40 nauczycieli. Więc idziemy do dyrektora takiej szkoły i negocjujemy z nim umowę. Ponad 80% nauczycieli zgodziło się wziąć udział w naszym programie. Początkowo prowadziliśmy go przez trzy czy cztery miesiące w latach 1989–1990, po czym we wrześniu 1990 uruchomiliśmy program dla dziesięciu szkół. Około 300 nauczycieli przychodziło do nas dwa razy w tygodniu, a my wysyłaliśmy do ich szkół nauczycieli zastępczych. Z początku nauczyciele mówili, że „nie powierzą swoich uczniów nikomu innemu”, więc przez dwa tygodnie zastępca prowadził lekcje wspólnie z nauczycielem, którego miał zastępować. Nazywaliśmy to „bonding” (budowanie więzów). Pracowali wspólnie, aż nauczyciel powiedział „OK, mogę powierzyć moich uczniów tej osobie”. Wtedy po raz pierwszy zdaliśmy sobie sprawę, że ci nauczyciele rzeczywiście kochają swoich uczniów i troszczą się o nich.

CF i CP – Więc pierwszy krok polegał na przygotowaniu nauczycieli.

LL – Tak. Zorganizowaliśmy kursy dla nauczycieli, w których główną zasadą był aktywny udział i własnoręczne wykonywanie doświadczeń przez uczniów. Po angielsku nazywa się to „hands on”, po francusku „mains à la pâte”. Takie programy powstały znacznie dawniej, w latach sześćdziesiątych. Berkeley stanowiło dobre źródło programów, które tu i ówdzie zostały uprzednio wypróbowane. Gdy w latach sześćdziesiątych wprowadzono je po raz pierwszy w niektórych ośrodkach, okazały się niezwykle skuteczne, lecz później cały ten ruch zamarł. Spróbowaliśmy go ożywić, wykorzystując różne programy, między innymi autorstwa profesora z University of Illinois. Najlepszy program, jaki znam, nazywa się TIMS, co oznacza „Teaching Integrated Math and Science” (zintegrowane nauczanie matematyki i przyrody).

CF i CP – Czy to jest program nauczania?

LL – Tak. Dam wam przykład eksperymentu, który wykonują dzieci w przedszkolu. Nauczyciel trzyma dużą tacę, pełną małych kolorowych cukierków.

CF i CP – To coś, co dzieci lubią.

LL – Właśnie. Wszystko na kolorowo. Pierwsza rzecz, jaka ulega zmianie, to wyposażenie klasy. Zamiast tradycyjnego układu, gdzie dzieci siedzą na krzesłach przy biurkach, a nauczyciel wyklada przy tablicy, bla, bla, bla..., w naszej szkole są stoły, wokół których dzieci grupują się w zespoły, a nauczyciel chodzi dookoła.

Od czasu do czasu przychodzą rodzice i pomagają w przeprowadzeniu lekcji, co na ogół polega na tym, że starają się dopilnować, żeby dzieci robiły to, co powinny robić, czyli wykonywać eksperyment. Każdy członek zespołu bierze pełną garść jellybeans (cukierków żelków) i kładzie je na stół.

CF i CP – Jaki eksperyment można zrobić z cukierkami, zanim zostaną zjedzone?

LL – Wszystko, co się robi, najpierw jest dyskutowane. Nauczyciel zadaje pytania, a uczniowie odpowiadają. Zaczynają od ułożenia cukierków. Spójrzcie na tę tacę z cukierkami. Ile ich jest? Czy więcej jest czerwonych, czy niebieskich? Dzieci mówią: „Musimy policzyć”. Dzieci umieją liczyć. Na razie tylko to umieją. Spróbujmy więc. Układają cukierki, czerwone w jednym rzędzie, niebieskie w drugim, dalej żółte, jeszcze dalej zielone. Układają je i dostają rozkład według kolorów. Dokładnie tak, jak my robimy to w Fermilabie. Zbieramy dane, dyskutujemy, po czym organizujemy dane. Nie mówimy im, że to jest histogram...

CF i CP – To jest różnica między pracą na wysokim i na niskim poziomie?

LL – Właśnie. Nauczyciel mówi: „Teraz przedyskutujmy nasze dane”. Na przykład: „Przypuśćmy, że ktoś z zasłoniętymi oczami podejdzie do stołu i weźmie osiem cukierków. Jak wam się wydaje, czy często trafi mu się czarny?”. Dzieci patrzą na swoje rozkłady: „Nie, ja nie mam czarnego”. „Tak, jak mam jeden czarny”. W całej klasie jest tylko jeden czarny cukierek, więc niemal nigdy go nie dostaniesz. Prawdopodobieństwo trafienia czarnego jest bardzo małe.

CF i CP – W ten sposób dzieci poznają pojęcie prawdopodobieństwa.

LL – Krok po kroku. To jest dla nich pierwsze zetknięcie z rozkładami i z prawdopodobieństwem. Pytamy ich o najczęściej występujący kolor. Patrzą na swoje rozkłady i widzą, że najwięcej jest czerwonych cukierków. Możemy także zadawać ilościowe pytania, na przykład: „O ile więcej jest czerwonych niż niebieskich?”. Nie umieją odejmować, lecz potrafią sobie z tym poradzić, licząc nadwyżkę czerwonych.

CF i CP – Bardzo pomysłowe doświadczenia. Sądzę, że moglibyśmy zrobić coś podobnego u nas.

LL – Istnieją setki takich eksperymentów, które można wykonywać z dziećmi od przedszkola po siódmą klasę (trzynastolatki). Te eksperymenty nie uczą nauki, lecz uczą, jak robić naukę, jak zadawać i jak odpowiadać na pytania.

CF i CP – O tym przecież jest nauka!

LL – Właśnie. Dam wam jeszcze jeden przykład – doświadczenie z bańkami mydlanymi. Nauczyciel gromadzi pudełka po mydłach, dzieci przynoszą do szkoły pudełka i lekcja zaczyna się od dyskusji na temat jakości różnych gatunków mydła. Nauczyciel stara się zainteresować dzieci robieniem baniek. Robi odpowiedni roztwór wody z pewną ilością detergentu, bierze rurkę i zaczyna wydmuchiwać bańki. Zachęca dzieci, żeby mierzyły, jak długo bańka się trzyma. Każdy stolik dostaje stoper i dzieci mierzą czas życia bańki mydlanej. Wypuszczają bańkę i włączają stoper. Gdy bańka pęka, zatrzymują stoper i odczytują czas. Powtarzają to trzydzieści lub czterdzieści razy. Na koniec robią wykres czasów życia baniek, po czym nauczyciel pyta: „Jaka jest szansa, że bańka żyje dwadzieścia sekund?”.

CF i CP – Czy w ten sposób poznają przyrodę?

LL – Poznają proces badania przyrody. Takie działania dominują w pierwszych kilku klasach. Od czasu do czasu poznają także jakieś fakty, nauczyciel poda im na przykład nazwy planet...

CF i CP – Poznają bardziej formalną naukę?

LL – Tak, nieco bardziej formalną. Nauczyciel powinien w odpowiednim miejscu dodać odpowiednie rzeczy.

CF i CP – Fakty naukowe?

LL – Podstawowe koncepcje napięcia powierzchniowego. Dlaczego bańka w ogóle istnieje. A treść ulega wzbogaceniu w miarę, jak program posuwa się do przodu. Szóstoklasiści uczą się dużo na temat przyrody, lecz sam proces, to, w jaki sposób dochodzi się do odpowiedzi na pytania, pozostaje wraz z nimi od samego początku. Na tym polega technika, lecz nauczyciele muszą być bardzo dobrze przygotowani, żeby móc skutecznie ją wykorzystać.

CF i CP – W tym tkwi klucz!

LL – Tak! Nauczyciel stanowi klucz, ponieważ to on w końcu wkracza do klasy, niezależnie od wszelkich obaw, jakie odczuwa. Dlatego tak bardzo się staramy, pracujemy z nauczycielami, zachęcamy ich, żeby nie obawiali się przyznać do swojej niewiedzy. Nauczyciel nie musi wiedzieć wszystkiego. Może powiedzieć: „Nie rozumiem, nie wiem, spróbujmy się dowiedzieć”. W każdej sali, w której uczymy, w kącie jest modem, telefon, książki, kompakty, taśmy video.

CF i CP – Więc są także komputery?

LL – W miarę naszych możliwości. Gdy zaczęliśmy odwiedzać różne szkoły w Chicago, pytaliśmy, czy mają komputery. Wywołało to wiele zakłopotania, lecz w końcu pokazano nam schowek, gdzie znajdował się komputer, którego nigdy nie wyjęto z pudła.

Wniosek jest następujący: trzeba poświęcić tym nauczycielom około trzech lat, w ciągu których powinni mieć co najmniej sto godzin matematyki, tyle samo przyrody oraz od trzydziestu do czterdziestu godzin technologii: jak włączyć komputer, jak użyć oprogramowania itd. Mimo iż ich początkowe przygotowanie było na poziomie zera, zaczęły wykazywać niezwykle postępy. Doświadczyłem tego wielokrotnie i za każdym razem nauczyciele mówili: „Gdybym to zrobił dziesięć lat temu, mógłbym być o wiele lepszym nauczycielem”.

CF i CP – Nadal mogą nimi być!

LL – Właśnie. A ich uczniowie stają się gwiazdami w standardowych testach, przez jakie przechodzą dzieci w stanie Illinois. Mamy wiele szkół, w których panuje bieda i poziom nauczania jest bardzo niski. I mamy też szkoły, w których uczą nauczyciele po naszych kursach. Uczniowie tych szkół robią bardzo szybkie postępy w umiejętności rozwiązywania problemów matematycznych. Nie ma dobrych testów z przyrody. Rozmawialiśmy z władzami stanowymi i próbowaliśmy ich przekonać, że testy z przyrody są niewłaściwe. Padło pytanie: „Czy należy skorzystać z pomocy profesorów?”. Absolutnie tak. Na najwyższym możliwym poziomie. Nauczyciele i urzędnicy odpowiedzialni za edukację nie wiedzą nic o nauce, ponieważ edukacja nie jest ożeniona z nauką. Musimy doprowadzić do ożenienia tych dwóch społeczności – edukacji i nauki. Istnieje wiele wzajemnych nieporozumień, lecz ten mariaż powinien przynieść wzajemne korzyści!

CF i CP – Dziękujemy bardzo, profesorze Lederman.

Tłumaczył Jacek Bieroń
Instytut Fizyki UJ