

Fizyka jako narzędzie uczenia informatyki

Jerzy Karczmarszuk

Jestem byłym fizykiem i byłym studentem Zosi Gołąb, z jednego z Jej pierwszych roczników. Kilka lat później miałem zaszczyt i przyjemność zaprzyjaźnić się z Nią, właśnie Zosi zawdzięczam poważniejsze zainteresowanie dydaktyką – nie tylko fizyki. Byliśmy na paru wyjazdach, podrzuciłem parę referatów do Przedszkola Zosi, a znacznie później, gdy już nie zajmowałem się fizyką, moja współpraca z *Fotonem* i nadal liczne rozmowy z Zosią, jej fascynacja zbliżeniem dydaktyki do zasad funkcjonowania „świata zewnętrznego” i rolą autonomii uczniów spowodowały mój powrót – bardziej emocjonalny niż intelektualny – do fizyki jako do narzędzia do uczenia czego innego.

Przez wiele lat uczyłem informatyki (programowania w różnych językach i technik obliczeniowych, multimediiów, przetwarzania języka naturalnego, logiki obliczeniowej i sztucznej inteligencji, programowania współbieżnego, „informatyki geograficznej” (kartografia, GPS...), itp. na Uniwersytecie w Caen (Normandia) i w kilku współpracujących szkołach wyższych. Moje nauczanie początkowo niewiele miało wspólnego z fizyką (dostosowywałem się do stylu francuskiej „uniwersyteckiej informatyki ogólnej”), ale... będąc jedynym fizykiem wśród kolegów raczej oddalonych od fizyki i od innych nauk przyrodniczych, trudno mi było udawać „typowego”.

Zosia wielokrotnie podkreślała, że głównym podmiotem procesu nauczania jest konkretny nauczyciel, jego zaangażowanie praktyczne, i to jest – na ogół – istotniejsze niż np. oficjalne programy ustalone centralnie czy różne dyrektywy metodologiczne, nie zawsze adekwatne do potrzeb przyszłych absolwentów. Nie chciałbym być źle zrozumiany: metodologia jest ważna i potrzebna! Szkoły (wyższe i nie) są organizmami społecznymi i musimy zapewniać uczniom zarówno wspólną bazę pojęciową, jak i instrumentarium. Ale w informatyce po dziś dzień metodologia nauczania jest chaotyczna i więcej jest pożytku z rozwiązań indywidualnych, niż z „wzorcowych” pomysłów ministerialnych.

Fizyka potrzebuje licznych narzędzi, zarówno w sferze projektów naukowych, jak i w dydaktyce. Jedną z głównych baz narzędziowych, informatyka, która „profanom” zwykle kojarzy się z komputerowymi obliczeniami numerycznymi i tyle, ma w fizyce znacznie szerszą rolę: techniki akwizycji i wizualizacji danych, modelowanie / symulacja systemów, współbieżne przetwarzanie danych i komunikacja, rachunki symboliczne i logika obliczeniowa, porządkowanie i wyszukiwanie informacji, analiza złożoności algorytmów, teoria języków formalnych itp.

Spora fizyków uważa jednak, że informatyka to nie jest nauka, tylko pozbierane kawałki technologii i matematyki stosowanej, w których już nie ma ciekawych pomysłów godnych uwagi „Prawdziwych Uczonych”. Teraz to jest głównie księgowość, administracja, bazy danych, zarządzanie sieciami, itd. Nauczanie infor-

matyki stało się masówką. Naukowo i psychologicznie ustrukturowana, świadoma metodologia? Po co, skoro celem nie jest poznanie „świata informatycznego”, tylko szybkie opanowanie banałów, aby łatwiej dostać etat w dobrze płacącej firmie?

Zazdrościłem fizykom, zazdrościłem Zosi, bo fizycy te „choroby dziecięce” mieli za sobą, a u nas przemodelowywanie programów było permanentne i niezadko samo-sprzeczne. Jednym słowem, udzieliłem sobie prawa do eksperymentowania. Fizyka – narzędzie dydaktyczne dla informatyków. Odwrotnie, niż to bywa „normalnie” (o ile bywa; studenci fizyki we Francji nie są dobrze uczeni technik informatycznych. Czy w Polsce lepiej? Nie mnie się wypowiadać ...).

Na moim uniwersytecie nie było tak źle, ale szybko zidentyfikowałem innego gryzącego mnie robaka: „dusze pedagogiczne” fizyków i informatyków są dość odmienne. Fizyk (a ogólniej: przyrodnik) stoi naprzeciwko świata zewnętrznego, realnego, nawet jeśli jest to platoński świat teoretyka. Poznanie tego świata jest głównym celem dydaktyki. A przeciętny informatyk nie zawsze odróżnia swoje modeliki oraz (nie zawsze jasne) koncepcje od rzeczywistości. To jest materiał na dłuższy artykuł, ale mnie doskwierało to, że moi koledzy (a także drukowane materiały dydaktyczne), hołdując „uniwersalizmowi” informatyki, wystrzegali się często konkretnych przykładów, obawiali się przedstawiania zbyt szczegółowych zastosowań, bo to – według nich – mogło zubożyć nauczanie i nie odpowiadało „duchowi informatyki”.

I gdy w moim wykładzie („Programmation scientifique”) przedstawiając szybko transformację Fouriera, dodałem sporo materiału o zastosowaniach w fizyce i technologii, i zostałem za to skrytykowany („przecież nie chcesz z naszych studentów zrobić fizyków!”), przejrzałem trochę literatury nie-francuskiej, przeczytałem znowu *Foton*, a także „Fizykę w Szkole”, przypomniałem sobie rozmowy i konferencje, na których byłem z Zosią i wszystko to, co mnie wcześniej inspirowało. Nie zrezygnowałem z „podejścia przyrodnika”, tylko rozszerzyłem te eksperymenty, koncentrując je właśnie na promowanej przez Zosię samodzielnej pracy studentów nad „światem zewnętrznym”, nad konstrukcją własnego środowiska pracy badawczej. Przykładowo:

- Jedną z ulubionych domen zastosowań przetwarzania obrazów (filtrowanie, morfologia...) są próbki biologiczne, które trzeba segmentować i rozpoznawać. Dawało się studentom surowe próbki – zdjęcia mikroskopowe – i mieli na komputerach pracowni wykonać odpowiednie analizy i transformacje. A moja grupa się zdziwiła, bo nie dostali gotowych próbek, tylko mały mikroskop z kamerą, cebulę, drożdże, krewetkę oraz jej larwy...
- Uczyliśmy przetwarzania danych GPS i np. nanoszenia trasy symulowanego podróżnika na numerycznie opracowywane mapy. A moi studenci nie dostali żadnych danych, tylko kilka instrukcji jak odczytywać dane GPS na telefonie pod Androidem oraz zlecenie odbycia (parugodzinnej) wycieczki po malowniczej okolicy Caen i zaprogramowanie automatycznego zapisu trasy. Następnie należało sformatować dane tak, aby któraś z aplikacji systemu Open Street Map je wyrysowała.

Czytelnik tych notatek nie omieszka skojarzyć takich projektów z przewijającym się po tekstach Zosi hasłem „Physics is Fun!” No więc informatyka także,

żaden przypadek, i sporo projektów zawierających i obliczenia, i wizualizację, i akwizycję danych, i komunikację może mieć ewidentne cechy ludyczne. Wystarczy chcieć i mieć szczęście poznać Osobę będącą źródłem inspiracji!

Takich przykładów było więcej. Jeden student-żeglarz jako semestralny projekt z programowania wymodelował (i zrobił także mały fizyczny model) astrolabium. Dwóch zainteresowanych muzyką popracowało nad „fizycznymi” modelami instrumentów muzycznych, opartymi na technikach dyskretnych falowodów (modeli cyfrowych), co było przykładem programowania z pomocą strumieni danych (dataflow).

Robiliśmy modele systemów charakteryzujących się osobliwościami przy pewnych parametrach (czyli analogonami przejść fazowych): model Isinga lub perkolację w dwóch wymiarach. Studenci nakładali teksturę – globalną mapę Ziemi – na model krowy (zwierzę-symbol Normandii...); teksturowanie modeli 3D jest poważnym problemem w syntezie obrazów. „Bawiliśmy się” wizualizacją modeli układów chaotycznych opartych na realnych przykładach (fizyka, biologia). Ponieważ współczesne smartfony są przeładowane różnymi sensorami o niezłej dokładności, przez jakiś czas funkcjonował projekt sprawdzenia, czy można w domu (ewentualnie w samolocie) wykryć poprawki relatywistyczne do pomiaru czasu... Niestety nie skończyliśmy tego projektu przed moim naturalnym końcem pracy na Uniwersytecie...

Co roku było kilka nowych „zabawek” tego rodzaju. Zauważmy, że rola fizyki jako narzędzia w innej dziedzinie nauczania nie jest analogiczna ani prosto porównywalna z narzędziową rolą informatyki w fizyce! Nie mieliśmy technik fizycznych do problemów informatycznych, odwrotna konfiguracja nadal była widoczna. Naszym celem było pokazanie dlaczego pewne rozwiązania algorytmiczne są naturalne, niejako wbudowane w nasze rozumienie funkcjonowania struktur fizycznych. Chcieliśmy zrozumieć – na poziomie studenckim – jaka jest relacja między architekturami programów do zastosowań fizycznych a strukturą opisywanych realnych układów w otaczającym nas świecie.

Czy opisane tu metody dydaktyczne, którymi zainspirowały mnie prace Zosi, były lepsze od tradycyjnych? Z perspektywy czasu mogę stwierdzić, że statystycznie nie, miałem więcej niepowodzeń niż koledzy, którzy bardziej ułatwiali studentom pracę. Przedstawione tu podejście miało charakter raczej elitarny i dostosowane było do grupek explicite zainteresowanych studentów. Tu wymuszanie podobnych projektów nie miało szans, w sytuacji gdy tego typu nauczanie jest jedynie jednostkowym eksperymentem, trudno myśleć o oparciu nań sprecyzowanej metodologii. W odróżnieniu od „silnej grupy” środowiska fizyków związanej z Zosią, ja nie miałem wielu współpracowników w tym sektorze, choć niektórzy koledzy doceniali pomysły i pomagali jak mogli.

Ale ci ambitni studenci, którzy zaakceptowali tę grę, cieszyli się jak dzieci i kilku z nich utrzymuje ze mną kontakt, mimo że i oni, i ja odeszliśmy z Uniwersytetu. Pozostaje dobra pamięć i wdzięczność dla Zosi Gołąb za inspirację i za twórczą atmosferę, o którą dbała wśród swoich uczniów, a którą usiłowałem „zasymulować”.