



***Skoro na początku nie było nic, a później  
nastąpił Wielki Wybuch, to co wybuchło?  
– czyli pytania uczniów***

*Anna Kaczorowska*

*Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego  
oraz XIX Liceum Ogólnokształcące w Warszawie*

*Piotr Nieżurawski*

*Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego*

W szkole pytania zadają przeważnie nauczyciele. Po co? Przecież nie po to, żeby uzyskać na nie odpowiedź – tę znają lub tak im się wydaje. Celem jest uzyskanie informacji, o stanie wiedzy ucznia. A gdyby tak odwrócić tę szkolną prawidłowość i poprosić, by uczniowie sformułowali pytanie do nauczyciela fizyki, żeby napisali, powiedzieli, czego chcą się dowiedzieć...

Teraz uważaj droga Koleżanko i drogi Kolego. Jeśli pozwolisz na taką swawolę swoich uczniów i traktujesz ich, jak na to zasługują, to znaczy poważnie, to musisz do tych pytań się ustosunkować. Nie wiemy, co interesuje Twoich uczniów. Moi zapytali o zagadnienia kosmologiczne, filozoficzne i takie z pogranicza fizyki i fantastyki – związane z filmami, które oglądają. Na początku roku szkolnego poprosiłam uczniów dwóch klas właśnie o to, żeby zadali mi pytanie związane z fizyką, na które chcieliby dostać odpowiedź. Zadali... nie było łatwo. Otrzymałam ponad 80 pytań. Podam przykłady.

1. Jak wygląda koniec Kosmosu i czy można tam dotrzeć?
2. Na czym polega tunelowanie kwantowe?
3. Czy są jakieś badania starające się potwierdzić lub zaprzeczyć teorii strun?
4. Czy teoria względności wyklucza wszechświat nieskończony?
5. Czy czas w pobliżu czarnej dziury płynie inaczej niż na Ziemi? Jeśli tak, to co by się stało, gdyby ktoś był w pobliżu czarnej dziury jakiś czas, a następnie wrócił na Ziemię (zakładając, że taka podróż byłaby możliwa)?
6. Dlaczego planety krążą wokół Słońca, jakie siły mają na to wpływ i dlaczego nie zmieniają się wielkości orbit, tylko zawsze są takie same?
7. Skąd bierze się tak duża różnorodność materii, jeśli jest ona zbudowana z takich samych elementów (protony, neutrony, elektrony)?
8. Czym jest czas i skąd się wziął?
9. Co znajduje się pomiędzy cząsteczkami powietrza? Są one luźno „upakowane” w porównaniu z ciałami stałymi czy cieciami, drgają i poruszają się w jakiejś przestrzeni. Czym jest ta przestrzeń?
10. Dlaczego, jeśli już nie ma gwiazdy, możemy ją widzieć?
11. Dlaczego woda z daleka (morze) jest niebieska, a z bliska przezroczysta?

12. Jaka jest różnica między gamma knife a cyber knife?
13. Dlaczego w dzień „niebo” jest niebieskie, a w nocy jest „czarne” i widzimy gwiazdy?
14. Jak się płacze w przestrzeni kosmicznej?
15. Czy są możliwe międzykontynentalne przesyły energii, o których mówił i które badał Nikola Tesla? A co za tym idzie, czy możliwa jest darmowa ogólnodostępna energia dla wszystkich?
16. Z czego jest znany Faraday?
17. Dlaczego po włożeniu do gorącej herbaty kostek lodu, pękają one w środku?
18. W jaki sposób dźwięk (muzyka) przepływa przez słuchawki i trafia do naszego ucha?
19. W jaki sposób powstaje zdjęcie w aparacie fotograficznym (Jak zostaje uchwycony obraz w aparatach)?
20. Dlaczego jak jest coś w szklance, np. kostka lodu w wodzie, migdał na kawie i obracam szklankę to to, co było w środku, nie obraca się ze szklanką?
21. Jak działa dzwonienie przez telefony komórkowe? (np. z Polski do Ameryki)
22. Jak odtwarza się dźwięk w płytach winylowych?
23. Interesuje mnie zjawisko burzy.
24. Dlaczego każde ciało widzimy jako całe (bez przerw ani dziur), skoro atomy tworzące ciało są w większości puste?

Wybrałam 25, trochę przypadkowo, bo wszystkie były ciekawe. Czytający te słowa nauczyciele wiedzą, że na część pytań uczniowie znajdują odpowiedzi w programie rozszerzonej fizyki, pozostałe pytania czekają na odpowiedź. Widzicie Państwo, że można wyróżnić sporą grupę pytań dotyczących Kosmosu, a w szczególności jego granic. Albo kto z Państwa np. wie, co to jest czas i skąd się wziął? Można oczywiście posłużyć się definicjami czasu z poradnika fizycznego, podręcznika mechaniki, ale doskonale wiemy, że charakter tego pytania i jeszcze kilku spośród przytoczonych jest egzystencjalny. Część pytań wynikała z obserwacji zjawisk otaczającego świata: kolor nieba, wody, związek między budową atomową a obserwowanymi cechami ciał. I ostatnia grupa to wyjaśnienie działania urządzeń. Moi uczniowie czekali na odpowiedzi i dyskretnie sugerowali „a może pani odpowie na Facebooku”, „a może każdemu z nas osobno na karteczce...”. Nie było wyjścia – trzeba było zorganizować koło fizyczne, którego program był w zarysie gotowy.

Tak w Liceum Ogólnokształcącym im. Powstańców Warszawy w Warszawie powstało koło fizyczne pod nazwą *Odkryjmy to razem*. Koło prowadzone było przez dwie osoby: doktora Piotra Nieżurawskiego, który jest kierownikiem Zakładu Dydaktyki Fizyki Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego oraz piszącą te słowa. Koło działało przez 3 lata.

Realizacja programu zainspirowanego pytaniami uczniów przebiegała dwutorowo. Na część pytań - zwłaszcza tych kosmologicznych oraz dotyczących mechaniki kwantowej - odpowiedzi udzielali prowadzący. Druga część to odpowiedzi, które sformułowali uczniowie, niekoniecznie autorzy pytań. Jeśli pytania kolegów były ciekawe, to poszukali na nie odpowiedzi w literaturze i w Internecie i przygotowali wypowiedź lub prezentację.

Myślę, że wielu uczniów w czasie tych zajęć spotkało się po raz pierwszy z odpowiedzią: „Jak to jest? Nie wiadomo... Nauka tego nie tłumaczy, nauka – w szczególności fizyka – zajmuje się zjawiskami powtarzalnymi”. Lub też: „W tej chwili możemy powiedzieć tylko tyle. Może to będzie przedmiot Twoich badań”. Jesteśmy przekonani, że to jest ważny element edukacji i wychowania – pokazanie młodemu człowiekowi z jednej strony granic współczesnej nauki, a z drugiej – faktu, że nauka jest łańcuchem ludzkich poszukiwań. Nasi uczniowie w tym łańcuchu mają swoje miejsce.

Zajęcia były tak prowadzone, żeby uczestnikom dać możliwość wypowiedzi, komentowania, zadawania pytań. Najpierw odzywali się najodważniejsi i każdy starał się tą wypowiedzią nie ośmieszyć, a raczej innym zaimponować. W miarę upływu czasu pogłębiała się zażyłość pomiędzy uczniami i atmosfera stawała się swobodniejsza. Ponieważ w zajęciach brali udział uczniowie z różnych poziomów nauczania, więc ich wiedza, dojrzałość intelektualna i wyrobienie towarzyskie były różne. Zauważyliśmy, że mieszanie uczniów młodszych i starszych bywa bardzo inspirujące. *To niemożliwe, żebyśmy za rok byli tacy jak oni* – usłyszałam szept jednego z uczestników, słuchającego starszego kolegi.

Na pierwszych zajęciach opowiedziałam uczniom o legendarnej Kawiarni Szkockiej we Lwowie i matematykach pracujących na Uniwersytecie Lwowskim, którzy stworzyli tak zwaną „lwowską szkołę matematyki”. Niebagatelnym elementem w kawiarni w czasie dyskusji słynnych „Nieśmiertelnych” była konsumpcja. I tak powstał zwyczaj przynoszenia na nasze zajęcia czegoś do zjedzenia – wszak wszyscy byliśmy głodni po 7–8 lekcjach. To był kluczowy element tworzący bardzo dobrą atmosferę spotkań. Przed zajęciami uczniowie przestawiali ławki, tak żeby wszyscy siedzieli w koło i ta, niby drobna rzecz, zmieniała nastrój na bardziej piknikowy.

Wracając do metody pracy koła, to można ją scharakteryzować w kilku punktach:

- staraliśmy się zminimalizować rolę matematyki,
- zamysłem było, aby więcej opowiadać, pokazywać, mniej pisać na tablicy,
- chcieliśmy pobudzać intuicję poprzez odwoływanie się do znanych zjawisk, wskazywanie analogii,
- zadawaliśmy pytania, które pomagały znaleźć rozwiązanie problemu,
- zachęcaliśmy i pozwalaliśmy na eksperymentowanie,

- nie krytykowaliśmy niepoprawnych wypowiedzi, znajdowaliśmy w nich to, co właściwe i stopniowo korygowaliśmy (my lub sami uczniowie).

Ogólnie – przeważała dyskusja, a nie wykład.

Sz szczególnie inspirujące były sytuacje, w których uczniowie odkrywali, że niektóre standardowe – obecne w artykułach popularnonaukowych, a nawet w podręcznikach – wyjaśnienia zjawisk są nieprawdziwe. A do takich wniosków nasi podopieczni doszli, rozwiązując zagadkę *Jak drzewa transportują wodę na wysokości większe niż 10 metrów*.

W praktyce nauczycielskiej są działania, które dają rezultat stosunkowo szybko, ale te dotyczą raczej spraw organizacyjno-operacyjnych. Na prawdziwe efekty w nauczaniu czeka się dosyć długo. Nasze koło nie przygotowuje do egzaminu maturalnego czy do określonego konkursu, testu lub olimpiady. Nie jest również kółkiem wyrównawczym dla najsłabszych uczniów. Czym zatem jest? Dla nas – najciekawszą stroną pracy nauczycielskiej i wychowawczej. Dla uczniów było to chyba jedno z nielicznych miejsc, gdzie mogli otwarcie mówić o swoich wątpliwościach i o tym, co ich ciekawi.

**P.S.**

Uczniowie przynosili upieczone przez siebie ciasta, a „ciało pedagogiczne” dla wszystkich – zupeł na zamówienie uczniów, podobno dobrą, która powoli staje się już legendą.