

**KRZYSZTOF ROCHOWICZ**  
**GRZEGORZ KARWASZ**

ZAKŁAD DYDAKTYKI FIZYKI  
UNIwersYTET MIKOŁAJA KOPERNIKA  
TORUŃ



## **CYBERPRZESTRZEŃ: POWRÓT Z KOSMOSU NA ZIEMIĘ – PRZYKŁAD ASTRONOMII I FIZYKI**

Astronomia zajmuje coraz mniej miejsca w szkolnej podstawie programowej. To wielka szkoda, gdyż na ogół jest to dziedzina spotykająca się z naturalnym zainteresowaniem większości mieszkańców Ziemi. Rozgwieżdżone niebo, podróże kosmiczne, odkrycia planet poza Układem Słonecznym, czarne dziury i Wielki Wybuch, nieskończoność Wszechświata – to tylko niektóre z zagadnień, o które nie do końca zniechęceni bądź onieśmieleni uczniowie mogą zapytać nauczyciela przedmiotów przyrodniczych. Dobrze byłoby mieć w zanadru jeśli nie odpowiedź, to chociaż świadomość istnienia całej gamy interesujących pomocy dydaktycznych – w formie stron i portali internetowych, programów komputerowych, projektów edukacyjnych czy wręcz gotowych do użycia narzędzi obserwacyjnych – wszystkiego, co ma do zaoferowania współczesna technologia informacyjna. Chcielibyśmy pomóc potencjalnie zainteresowanym astronomią użytkownikom trafić na właściwą ścieżkę, od której można rozpocząć naprawdę ciekawą i wciągającą przygodę z nauką o kosmosie. Sporą część źródeł najlepiej wykorzystywać bezpośrednio z użyciem Internetu, ale nawet niepodłączony do

sieci komputer może nam w znacznym stopniu ułatwić prezentowanie bądź wyjaśnianie wielu zjawisk.

Posługując się dowolną wyszukiwarką internetową i wpisując hasło „astronomia”, otrzymamy zwykle sugestię odwiedzenia portalu *Astronomia.pl* (<http://www.astronomia.pl/>), który jest całkiem niezłym punktem startowym do zagłębienia się w meandry hiperłączy, stanowiąc też bardzo rozbudowane i godne polecenia źródło informacji o nowych odkryciach astronomicznych, astronomii jako nauce (z całym bogactwem jej historii i różnorodnością obiektów), zjawiskach na niebie (aktualny kalendarzyk astronomiczny, mapki nieba, porady dla obserwatorów), czasopismach i książkach.

Podobną rolę spełnia serwis edukacyjny „Orion” (<http://www.pta.edu.pl/orion/>), objęty patronatem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, a więc znajdujący się pod kuratelą zawodowych astronomów. Tu też znajdziemy najnowsze astro-wiadomości, kalendarzyk zjawisk na niebie oraz szereg materiałów przygotowywanych do druku i opublikowanych w czasopiśmie „Urania – Postępy Astronomii”.

Posługującym się językiem angielskim czytelnikom polecałbym rozpoczynać codzienną wędrówkę po świecie astronomii od witryny Portal to the Universe (<http://www.portaltotheuniverse.org/>). To stworzone w związku z Międzynarodowym Rokiem Astronomii 2009 prawdziwe wrota do Wszechświata. Znajdziemy tu szereg nowych doniesień z frontu badań kosmosu, kilka wersji „zdjęcia dnia” o tematyce astronomicznej (tradycyjne Astronomy Picture of the Day z ponad 15-letnim archiwum – kopalnią przepięknych obrazów, ale też zdjęcia amatorskie oraz pochodzące z NASA i teleskopu Hubble’a), informacje o aktualnym wyglądzie Słońca i Księżyca, położeniu planet, Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (tu wykonujemy skok do doskonałej witryny Heavens Above), możliwości wystąpienia zorzy polarnej, zagrażających Ziemi planetoidach, aktualnym stanie odkryć planet poza Układem Słonecznym (również po polsku!) i całą masę innych atrakcji.

Bogate, a stosunkowo przejrzyste witryny, oferują również anglojęzyczne popularne miesięczniki, tj. „Astronomy” (<http://www.astronomy.com/>) oraz „Sky and Telescope” (<http://www.skyandtelescope.com/>). Warto też przejrzeć i pamiętać o stronach internetowych

różnych instytucji i obserwatoriów, np. IAU (Międzynarodowa Unia Astronomiczna), HST (teleskop kosmiczny Hubble'a) czy ESO (Europejskie Obserwatorium Południowe, część stron od niedawna dostępna w polskiej wersji językowej).

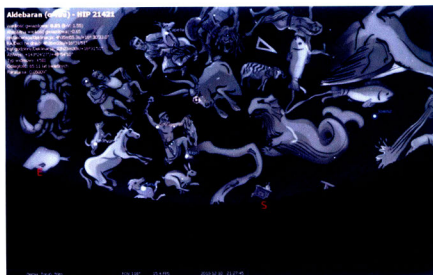
„Cóż piękniejszego nad niebo, które przecież ogarnia wszystko, co piękne” – pisał Mikołaj Kopernik w przedmowie do swego dzieła *O obrotach*. W dzisiejszym świecie, zwłaszcza w miastach, trudno znaleźć miejsce oferujące ten zapierający dech w piersiach widok. Nie zawsze też mamy możliwość szybkiego zorganizowania wyprawy do planetarium. Tymczasem nawet w szkolnej pracowni, używając projektora podłączonego do komputera, możemy zaproponować uczniom ciekawą prezentację namiastki prawdziwego nieba oraz zjawisk na nim zachodzących, dzięki wielu programom astronomicznym typu wirtualne planetarium, np. Stellarium ([www.stellarium.org](http://www.stellarium.org)). Program ten jest bezpłatny, dostępny na dowolny system operacyjny, posiada też piękną grafikę. Po zainstalowaniu i uruchomieniu będziemy oglądać niebo nad wybranym miejscem w danym czasie (rys. 1).



Rys. 1. Zrzut ekranu programu Stellarium – widok dziennego nieba ze Słońcem i Księżycem

Źródło: opracowanie własne.

Na paskach zadań u dołu i po lewej odnajdziemy cały szereg dodatkowych narzędzi oferowanych w programie. Możemy w bardzo prosty sposób np. zmieniać miejsce i czas obserwacji, przyspieszać i zwalniać tempo upływu czasu, zmieniać krajobraz (jest to przydatne zwłaszcza przy demonstrowaniu nieba widzianego np. z powierzchni... Księżyca), włączać i wyłączać nazwy obiektów, gwiazdozbiorów, podpisy i rysunki konstelacji, siatki współrzędnych itp. Po uzyskaniu pewnej wprawy demonstrowanie wszelkich zjawisk zachodzących na niebie – pozornego dobowego ruchu sfery niebieskiej, wschodów i zachodów Słońca w różnych porach roku, zmieniającego położenie i fazy Księżyca, planet – staje się fascynującą, bogato ilustrowaną opowieścią. Nocne niebo też daje się łatwo okiełznać – bez trudu nauczymy się rozpoznawać konstelacje, a informacje o interesującej nas gwiazdzie uzyskujemy jednym na nią kliknięciem (rys. 2).



Rys. 2. Zrzut ekranu programu Stellarium – widok nocnego zimowego nieba nad Polską  
Źródło: opracowanie własne.

Oprócz programów typu Planetarium, mamy też proste i przyjazne dla użytkownika interaktywne strony, pozwalające poznawać niebo bądź powierzchnię Księżyca i Marsa – odpowiednio Google Sky, Go-

ogle Moon i Google Mars – działające na podobnej zasadzie jak szeroko wykorzystywany Google Earth.

Oddzielną grupę ciekawych i godnych polecenia narzędzi stanowią interaktywne symulacje, np. z szeregu różnych nauk przyrodniczych, dostępne pod adresem <http://phet.colorado.edu/>. Co ciekawe, większość z nich jest dostępna w polskiej wersji językowej! A jest to naprawdę kopalnia materiałów godnych polecenia i wykorzystania na lekcjach przyrody, biologii, geografii, chemii i fizyki.

Podobny charakter, wymagający jednak może nieco więcej szukania (proszę zajrzeć pod zakładkę Browse materials!) mają programy przygotowane w ramach projektu Open Source Physics, <http://www.opensourcephysics.org/>. Z dziedziny astronomii można tam znaleźć m.in. doskonale ilustracje historycznych modeli Układu Słonecznego – geocentrycznego i heliocentrycznego, zobaczyć, jak obserwacje fazy planety Wenus przez Galileusza wykluczyły model Ptolemeusza, przeanalizować warunki powstawania zaćmień. Obok historii obowiązkowy punkt współczesnej astronomii – analiza systemów podwójnych gwiazd oraz systemów gwiazda–planeta, czyli jak naprawdę odkrywamy obecność planet w odległych układach.

Wspomnijmy jeszcze o wybranych projektach edukacyjnych, których działanie w ogromnej mierze opiera się na zaangażowaniu osób chętnych do systematycznej pracy bądź też na wykorzystaniu mocy obliczeniowej ich komputerów.

W pierwszej grupie dużym sukcesem okazał się projekt Galaktyczne ZOO (<http://galaxyzoo.org/>), w którym uczestnicy klasyfikują galaktyki na podstawie zdjęć wykonanych automatycznie 2,5-metrowym teleskopem Sloan Digital Sky Survey (a w najnowszej edycji również z kosmicznego teleskopu Hubble'a). W projekcie wzięło udział ponad 250 tysięcy osób, z tego z Polski przeszło 10 tysięcy! I tu możemy pochwalić się polską wersją językową i zachęcić kolejnych entuzjastów przygody z nauką.

Oddzielną grupę projektów obejmuje wspólne hasło BOINC – od Berkeley Open Infrastructure for Network Computing, tj. Otwarta Infrastruktura Przetwarzania Rozproszonego Uniwersytetu Berkeley (patrz <http://www.boincatpoland.org/wiki/BOINC>). Jest to program

mający na celu wykorzystanie wolnego czasu komputerów osobistych do obliczeń związanych z różnymi projektami badawczymi. Na liście odnajdziemy przeszło sto różnych projektów, w tym kilka z dziedziny astronomii (np. *Cosmology@home*, *Einstein@home*, *PlanetQuest*). Włączając się w te przedsięwzięcia, znajdziemy się w gronie tysięcy zapaleńców wspierających rozwój nauki. Włączając w nie młodzież, tworzymy w swoim otoczeniu sprzyjającą edukacji atmosferę.

Wielką atrakcją współczesnych technologii komputerowych jest możliwość ich wykorzystania do bezpośrednich obserwacji nieba i rejestrowania jego obrazów w postaci cyfrowej, a następnie ich dalsza obróbka lub analiza. Dostępność tego typu narzędzi jest różna, zależna od ich możliwości.

Jedno z najprostszych, przeznaczonych dla wszystkich chętnych, to Interaktywny Teleskop Internetowy Mikroobserwatorium, <http://mo-www.cfa.harvard.edu/OWN/index.html>. To niewielka sieć 14-centymetrowych, automatycznie sterowanych teleskopów, będących własnością Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (USA), które na życzenie wykonują zdjęcia cyfrowe o rozmiarach 500 na 650 pikseli. Każdy może złożyć zamówienie na zdjęcie wybranego obiektu i w ciągu 48 godzin powinien otrzymać na przesłany adres e-mailowy informację o wykonanej obserwacji wraz z linkiem do ściągnięcia pliku (należy to zrobić w ciągu tygodnia – po tym czasie archiwalne obserwacje są usuwane). Proszę nie zrażać się anglojęzyczną witryną, obsługa jest naprawdę prosta, niemal intuicyjna. Po kliknięciu przycisku „Control Telescope” trafiamy na stronę „Select your target”, czyli „Wybierz swój cel”. Wybierać można co prawda z zaproponowanej z góry listy obiektów, ale na szczęście jest ona dosyć obszerna. Odnajdziemy tam obiekty Układu Słonecznego, gwiazdy i mgławice oraz galaktyki. Po dokonaniu wyboru już tylko kilka kroków (oddzielonych kliknięciami przycisku „Continue”) dzieli nas od uzyskania własnych obrazów nieba! W pierwszym dowiadujemy się więcej o samych obiektach. W drugim sami ustalamy czas ekspozycji. Tak naprawdę jest to tylko interaktywna zabawa, gdyż po wybraniu niewłaściwego otrzymujemy komunikat, że zdjęcie będzie niedoświetlone lub prześwietlone. Wybierając poprawnie i potwierdzając, zostaniemy poproszeni o podanie krótkiej informacji o sobie: ile

mamy lat (wskazujemy przedział) i skąd jesteście (do wyboru stan USA lub spoza USA) oraz adresu e-mailowego, na który zostanie wysłana informacja o wykonaniu zdjęcia. Po potwierdzeniu poprawności danych pozostaje już tylko czekać. I rzeczywiście, wszystko działa! Co prawda nie zawsze otrzymamy piękne i udane zdjęcie, gdyż Mikroobserwatorium fotografuje niebo w nocy przez cały czas, niezależnie od pogody. Zdarza się więc, że obserwacje należy powtórzyć. Ale to tylko dodaje zabawie atrakcji.

Dużym zainteresowaniem również polskich uczniów i nauczycieli cieszą się udostępniane w ramach projektu Hands-On Universe (EU-HOU) sterowane przez internet teleskopy optyczne. Najwięcej emocji wzbudza możliwość korzystania z potężnych 2-metrowych teleskopów Las Cumbres Observatory Global Telescope (LCOGT) na Hawajach i w Australii. To dzięki staraniom prof. Lecha Mankiewicza, dyrektora Centrum Fizyki Teoretycznej PAN w Warszawie i polskiego koordynatora projektu EU-HOU, Jana Pomiernego z portalu [Astronomia.pl](http://Astronomia.pl) oraz uprzejmości British Council uczniowie początkowo 5, a obecnie 11 szkół w Polsce, jako pierwsi w Europie mogą używać tych niezwyklej urządzeń od września 2005 roku. Jeden z autorów (KR), wraz z młodzieżą V LO w Toruniu, znalazł się w gronie użytkowników teleskopu Faulkesa (taką nazwę nosi on na cześć fundatora) od samego początku. Do projektu przystąpiły wówczas również: Zespół Szkół Technicznych w Grudziądzu, Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach, I LO w Olsztynie oraz XIII LO w Szczecinie. Ponieważ obserwacje odbywają się w półgodzinnych sesjach, otrzymaliśmy do dyspozycji 5 takich sesji na okres kilku miesięcy. Ogromny teleskop (największy na świecie, z którego mogą korzystać nie tylko zawodowi astronomowie) jest idealnym narzędziem do odkrywania i obserwacji tzw. głębokiego kosmosu – świata gromad gwiazd, mgławic i galaktyk. Tego typu obiekty były więc przez polskie szkoły obserwowane, a brytyjska ekipa teleskopu od początku podkreślała znakomitą jakość tych zdjęć, wynikającą ze starannego i doskonałego przygotowania.

Bardzo szybko pojawił się też pomysł śledzenia gwiazd supernowych. Pierwsze zdjęcia wykonaliśmy w Toruniu na początku listopada 2005 r. (była to odkryta kilka dni wcześniej SN 2005ip), zachęcając

do współpracy pozostałe polskie szkoły. Już po kilku tygodniach widać było pierwsze efekty (fot. 3).



Fot. 3. Zdjęcie galaktyki NGC 3938 z wciąż jeszcze widoczną (ponad 8 miesięcy po wybuchu) supernową 2005ay uzyskane w V LO w Toruniu 1 grudnia 2005 r.

Źródło: archiwum LCOGT

Przekonaliśmy się, że wyposażony w kamerę CCD z zestawem barwnych filtrów 2-metrowy teleskop przy mniej więcej 60-sekundowej ekspozycji pozwala na sięgnięcie do około 20 wielkości gwiazdowej, co pozwala śledzić zmiany blasku supernowych przez wiele miesięcy od chwili wybuchu. Spośród około 500 szkół – użytkowników teleskopu



byliśmy na tym polu pionierami, co wzbudziło wielkie uznanie naukowego dyrektora projektu dra Paula Roche'a z Cardiff University. Inne polskie szkoły miały też okazję pochwalić się swoimi osiągnięciami (były to m.in. projekty dotyczące klasyfikacji galaktyk Hubble'a i badania przestrzennej rozciągłości galaktyk) podczas sesji podsumowującej pierwsze miesiące obecności programu w Polsce, która została zorganizowana przez British Council w Warszawie 1 lutego 2006 r.

Kilka dni po tym spotkaniu została odkryta supernowa 2006X w jasnej galaktyce spiralnej M100. Była to okazja to zachęcenia brytyjskich uczestników projektu teleskopy Faulkesa do obserwacji tego obiektu i ich samodzielnej analizy. Opracowany przez astronomów program SalsaJ do analizy obrazów astronomicznych (do pobrania na stronie [www.pl.euhou.net](http://www.pl.euhou.net)) umożliwia m.in. wykonanie w szybki i prosty sposób pomiarów jasności.

Wyrazem uznania dla osiągniętych przez polskie szkoły rezultatów było dołączenie kolejnych użytkowników teleskopów Faulkesa: XXVII LO w Warszawie, Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego w Łodzi oraz wyłonionych w konkursie „SuperNova Szkoła” – Zespołu Szkół w Bełżcach, Zespołu Gimnazjów w Dzierżonowie, V LO i Publicznego Salezjańskiego LO w Krakowie. Polscy użytkownicy jako jedyni mogą też pochwalić się własną językową wersją strony Sieci LCOGT ([faulkes-telescope.com/poland](http://faulkes-telescope.com/poland)).

Efekty użytkowania teleskopów Faulkesa są już widoczne w środowisku miłośników astronomii w Polsce. Korzystali z niego uczniowie przygotowujący referaty na Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne, przy czym trzeba podkreślić, że swe sukcesy zawdzięczają nie samej dostępności tak wspaniałych narzędzi, jakie oferuje współczesna technologia, ale własnej pracy i pasji odkrywania Wszechświata, którą dzięki nim mogą łatwiej realizować.

Przedstawimy teraz niektóre z działań Zakładu Dydaktyki Fizyki UMK w formie pokazów. Toruński Oddział Polskiego Towarzystwa Fizycznego zorganizował w roku 2009 – Międzynarodowym Roku Astronomii – szereg działań popularyzujących astronomię pod wspólnym hasłem „Kopernik w krótkiej koszulce”. Główną ideą przyświecającą pomysłodawcom było wypracowanie szeregu narzędzi, środków i sce-

nariuszy w nowatorski sposób przybliżających dzieciom i młodzieży wybrane aspekty nauki o kosmosie. Robiliśmy to w rodzinnym mieście Mikołaja Kopernika, w którym zapewne już jako młody chłopak zainteresował się on niebem i zastanawiał nad zachodzącymi na nim zjawiskami. Chcieliśmy w umysłach uczniów zaszczerpieć ciekawość świata, umiejętność odważnego stawiania pytań, podawania w wątpliwość powszechnie przyjętych opinii i potrzebę weryfikowania oraz twórczego myślenia. Jednym z podstawowych narzędzi jest uczenie się przez działanie, sprawdzanie i aktywność.

Realizowaliśmy te zadania na różnych poziomach, w różnych grupach wiekowych. Dla najmłodszych, kilkuletnich przedszkolaków oraz dzieci z pierwszych klas szkół podstawowych, zaproponowaliśmy szereg interaktywnych zabaw pod wspólnym hasłem „Z górki na pazurki”. Jest to sprawdzona już wielokrotnie (m.in. w czasie toruńskich festiwali nauki oraz licznych wizyt zaproszonych grup) ścieżka dydaktyczna, składająca się z kilkudziesięciu zabawek obrazujących spadanie, zsuwanie, staczanie się, schodzenie – a więc wszystkie sposoby na zamianę energii potencjalnej w kinetyczną. Internetową wersję tej interaktywnej wystawy można obejrzeć pod adresem <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/pazurki/galileo.html>.

Dla dzieci ze starszych klas szkół podstawowych oraz uczniów gimnazjów przygotowaliśmy cykl wykładów z pokazami, obejmujący trzy zakresy tematyczne, pod umownymi tytułami „Kosmiczny pojazd: Ziemia”, „Słońce – Gwiazda czy Kopciuszek?” oraz „Na tropie czarnych dziur i galaktyk”. Pierwszy temat łączy zagadnienia z pogranicza astronomii, fizyki i geografii. Chcieliśmy pokazać, co skłoniło badaczy i podróżników do zmian w sposobie myślenia o Ziemi jako planecie. Dlaczego w wielu przypadkach niemalże wbrew naturalnym obserwacjom intuicja podpowiadała już nawet starożytnym myślicielom możliwość wyjaśnienia w sposób dziś już powszechnie akceptowany, ale wówczas rewolucyjny, takich zjawisk jak pozorny ruch dzienny sfery niebieskiej czy też ruch roczny Słońca za pomocą ruchu samej Ziemi. Staraliśmy się w bezpośredniej zabawie, z udziałem wybieranych losowo z widowni uczestników, pokazać trudne zagadnienia np. pętli zakreślanych na niebie przez planety. Hasłami przyświecającymi naszym

pomysłem były wyjściowe idee, np. „W Toruniu można poruszać planetami”. Rozpoczynaliśmy w zasadzie od zera, próbując wypracować nowatorskie rozwiązania. Początkową myślą była m.in. próba odwrócenia powszechnie stosowanych, np. w planetariach, metod ilustrowania zagadnień ruchu Ziemi przy pomocy poruszającego się projektora, gdzie widz i tak odnosi wrażenie, że to niebo jest w ruchu, a on sam spoczywa w komfortowym fotelu. Idealnym rozwiązaniem byłaby np. ruchoma okrągła scena, jednak z braku możliwości, a przede wszystkim miejsca w sali wykładowej Instytutu Fizyki UMK byliśmy zdani na inne sposoby. Rozpoczynaliśmy nasz pokaz już przy wejściu od demonstracji pozornego ruchu sfery niebieskiej z rzutnika na ekranie sali wykładowej. Prezentacja nocnego nieba przy użyciu darmowego programu Stellarium stanowiła punkt wyjścia do krótkiego, wprowadzającego mini-wykładu o Ziemi jako planecie – jej kształcie, rozmiarach i wykonywanych przez nią ruchach. Zwracaliśmy uwagę na przełomowe eksperymenty i obserwacje, które rewolucjonizowały naszą wiedzę o miejscu Ziemi w kosmosie – począwszy od pomiaru rozmiarów naszej planety przez Eratostenesa, przez obserwacje Galileusza i inne dowody ruchów Ziemi (wahadło Foucaulta, zjawiska aberracji światła i paralaksy rocznej oraz precesji), aż po krótkie zestawienie jednych z najbardziej widowiskowych zjawisk w układzie Słońce–Ziemia–Księżyc, tj. zaćmień. Zachęcaliśmy do samodzielnych obserwacji Marsa na nocnym niebie i udokumentowania zakreślanej przez tę planetę na tle gwiazd pętli. Pełna prezentacja jest dostępna na stronie internetowej Zakładu Dydaktyki Fizyki ([dydaktyka.fizyka.umk.pl](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl)) w dziale *Astronomia materiały*.

Zasadnicza część naszego pokazu miała charakter interaktywny. Podzieliliśmy ją na kilka etapów, których celem było zademonstrowanie i zrozumienie obserwowanych skutków ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi, ruchu Księżyca dookoła Ziemi oraz warunków panujących na planetach i w kosmosie. Aby pokazać efekt ruchu obrotowego Ziemi, zamontowaliśmy na dużym globusie kamerkę internetową oraz użyliśmy nieruchomej lampy jako Słońca i tła z gwiazd (fluorescencyjne naklejki na czarnym tle, dodatkowo podświetlone lampą UV). Naszym celem było pokazanie, że dobowy ruch pozorny Słońca i gwiazd

obserwowany z obracającego się globusa wygląda dokładnie tak, jak uczy nas codzienne doświadczenie. Dodatkowo odwoływaliśmy się do codziennych doświadczeń potwierdzających względność ruchu (jazda autobusem lub pociągiem), a w celu dodania atrakcyjności tej tezie proponowaliśmy wybranemu uczniowi przejażdżkę na modelu poduszkowca z zawiązanymi oczami i wskazanie po pewnym czasie wybranego kierunku (fot. 4).



Fot. 4. Model poduszkowca to nie tylko okazja odbicia nietypowej przejażdżki, ale też możliwość zademonstrowania względności ruchu. Fot. A. Karbowski

Zródło: opracowanie własne.

Naturalnym i logicznym krokiem było teraz udowodnienie ruchu obrotowego. Korzystaliśmy tu z wahadła Foucaulta w dwóch postaciach – dużego, 16-metrowego umieszczonego w holu wejściowym instytutu oraz małego modelu, na przykładzie którego omawialiśmy zasadę jego działania oraz obserwowane skutki. Kolejne doświadczenie miało za zadanie zademonstrować efekt spłaszczenia Ziemi. Dodatkowo omawialiśmy jeszcze zjawisko precesji na przykładzie wirującego bąka i żyroskopu, przypominając o astronomicznych przyczynach (wzajem-

ne oddziaływanie sił grawitacyjnych Księżyca i Słońca) oraz skutkach (ruch bieguna na tle sfery niebieskiej, przesuwanie się punktu Barana).

Rozrywkowym, choć niezwykle ważnym dydaktycznie elementem była z kolei zabawa z kompasem w odnajdywanie Ziemi jako szpilki z kolorowym łepkiem na orbicie wokół Słońca (fot. 5). Chodziło o zachowanie w miarę wiernej skali rozmiarów i odległości obu ciał. Warunki sali pozwoliły na umieszczenie naszej Ziemi (szpilki) w położeniu odpowiadającym dacie pokazu względem kierunku północ – południe jako osi perihelium – aphelium (przy okazji informowaliśmy uczestników, że Ziemia znajduje się najbliżej Słońca około 3 stycznia).



Fot. 5. Uczestnik pokazów w roli nauczyciela – prezentuje koleżankom odnaleziony przez siebie model Ziemi. Fot. K. Służewski

Źródło: opracowanie własne.

W kolejnym etapie zajmowaliśmy się wybranymi aspektami ruchu Księżyca dookoła Ziemi. Oczywiście nie obyło się bez demonstracji faz Księżyca i porównaniu warunków jego obserwacji. Nasz model Księżyca posiadał charakterystyczną powierzchnię fakturę (wyklejony pognieciony papier), co umożliwiło w doskonały sposób zademonstrowanie,

jak wygląda ona w zależności od kierunku oświetlenia i dlaczego wbrew pozorom to nie czas pełni jest okresem najdogodniejszym do oglądania struktury powierzchni naszego naturalnego satelity (fot. 6). Podsumowaniem tej części pokazów była demonstracja ruchomego modelu układu Słońce–Ziemia–Księżyc (czyli tellurium), który dodatkowo wykorzystywaliśmy do przypomnienia mechanizmu powstawania zaćmień.



Fot. 6. Księżyc i planety z ogromnym przejęciem wprawiali w ruch uczestnicy pokazów.  
Fot. K. Służewski

Zródło: opracowanie własne.

Na zakończenie przygotowaliśmy szereg eksperymentów natury fizycznej, których celem było zademonstrowanie warunków panujących w kosmosie i na różnych planetach. Aby wyjaśnić błękit naszego ziemskiego nieba, posłużyliśmy się rzutnikiem slajdów, rozświetlającym akwarium z wodą i rozpuszczoną w niej śmietanką do kawy. Podobny zestaw, ale z rozkruszoną w wodzie czerwoną kredą posłużył już do zademonstrowania koloru nieba marsjańskiego. O tym, że nie w każdych kosmicznych warunkach możemy liczyć na odnalezienie wody w stanie ciekłym przekonuje kolejne doświadczenie – wrzenie wody

pod zmniejszonym ciśnieniem (pod kloszem pompy próżniowej). Przy okazji demonstrujemy nierozchodzenie się dźwięku w próżni (dzwonek pod kloszem pompy) oraz spadanie w warunkach próżni (rura Newtona). Za pomocą podłączonego do laptopa układu pomiarowego (czujniki temperatury na białej i czarnej kartce) przekonujemy, jak duża jest różnica w pochłanianiu światła słonecznego przez powierzchnie o różnej barwie. Całość kończyliśmy efektownym pokazem wyładowań w powietrzu pod zmniejszonym ciśnieniem – pierwowzoru mechanizmu tworzenia zorzy polarnej.

W ostatnim czasie odwiedziła nas młodzież z Liceum im. Romminiego z Trento (Włochy), realizując program z nauk ścisłych i humanistycznych. Jednym z punktów programu było zapoznanie się ze współczesnymi metodami i narzędziami astrofizyki podczas wizyty w Obserwatorium Astronomicznym UMK w Piwnicach pod Toruniem. Miejsce to sprzyja nowoczesnej edukacji astronomicznej – z jednej strony dzięki niezwyklej historii związanej z astrografem Drapera (fot. 7), z drugiej dzięki będącym na wyposażeniu ośrodka współczesnym instrumentom optycznym (fot. 8) i radiowym (fot. 9).



Fot. 7. Niezwykła lekcja historii nauki, ale też historii przemian kulturowych, światopoglądowych, filozoficznych – dzięki temu teleskopowi kształtowała się współczesna astrofizyka. Fot. M. Karwasz

Źródło: opracowanie własne.



Fot. 8. Nie sposób nie skorzystać z okazji zerknięcia w okular największego w Polsce teleskopu, by przekonać się, że i w dzień na niebie świecą gwiazdy. Fot. M. Karwasz

Źródło: opracowanie własne.



Fot. 9. Pod czasą 32-metrowego radioteleskopu osiągnięcia współczesnej astronomii robią jeszcze większe wrażenie. Fot. M. Karwasz

Źródło: opracowanie własne.



Podsumowując, cyberprzestrzeń – jako środowisko tworzenia i rejestrowania informacji, komunikacji i symulacji – ma swoje głębokie korzenie również w fizyce i astronomii. Jest doskonałym narzędziem ułatwiającym i uatrakcyjniającym edukację, kreującym wirtualny wszechświat wokół nas. Pomimo swych niewątpliwych atutów (pogłębłości, modelowego prezentowania zjawisk) stwarza jednak ryzyko oderwania od rzeczywistości, również tej fizyczno-astronomicznej. Teleskop w Australii obsługiwany przez Internet nie wytrzymuje konfrontacji z prawdziwym, ciężkim i skrzypiącym teleskopem w Piwnicach, który kręci się i warczy. A opowiadanie o Ziemi kręcącej się dookoła komputerowego Słońca nawet w części nie zajmuje uczniów tak jak bieżące z globusem dookoła lampy symulującej Słońce.

## BIBLIOGRAFIA

- Karwasz G., *Czy media w dydaktyce są potrzebne? Media w edukacji, kulturze i zmianie społecznej – odniesienia kognitywne*, Wyd. Adam Marszałek, 2010, s. 167–172.
- Karwasz G., *W kierunku powszechności dydaktycznej multimedialnych, W kręgu edukacji informatycznej i medialnej*, Wyd. Adam Marszałek, 2010, s. 165–178.
- Rochowicz K., Karwasz G.: *Kopernik w krótkiej koszulce, czyli jak zakręcić Ziemią?*, „Urania – Postępy Astronomii” 2010, nr 3, s. 132–133.
- Rochowicz K., *Interaktywna astronomia w szkole*, „Urania – Postępy Astronomii” 2007, nr 3, s. 126–128.