

ANNA BASIŃSKA, DAWID PIETRALA, KATARZYNA DZIUBALSKA-KOŁACZYK
*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu*

RONALD COLE
*Boulder Language Technologies
Boulder, USA*

ETOS – INNOWACYJNE NARZĘDZIE WSPOMAGAJĄCE NAUCZANIE I UCZENIE SIĘ PRZEDMIOTÓW PRZYRODNICZYCH

ABSTRACT. Anna Basińska, Dawid Pietrala, Ronald Cole, Katarzyna Dziubalska-Kołaczyk, *ETOS – innowacyjne narzędzie wspomagające nauczanie i uczenie się przedmiotów przyrodniczych* [ETOS – an Innovative Tool for Enhancing Science Teaching and Learning]. *Studia Edukacyjne* nr 23, 2012, Poznań 2012, pp. 229-248. Adam Mickiewicz University Press. ISBN 978-83-232-2520-1. ISSN 1233-6688

The article presents the results of a series of studies conducted as part of the E-Tutor of Science project carried out at Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland. The project aims to develop and test an innovative program of teaching support ETOS. The program aims to support science teaching and learning at two education levels: primary school (years 4-6) and junior secondary school (years 1-3). The scope of innovation in the project covers the incorporation of the Questioning the Author? classroom dialogue modeling method used for discussing science topics, virtual teachers (avatars), as well as introducing English into the science curriculum.

Key words: education, science, multimedia, innovation, avatar, virtual teacher

Wprowadzenie

W obecności wielu wirtualnych środowisk uczenia się, szkoła jawi się uczniowi jako mało atrakcyjna. Zniechęcenie oraz brak motywacji do nauki dotyczy przede wszystkim przedmiotów trudnych, złożonych, wymagających od ucznia logicznego myślenia w procesie uczenia się. Są to najczęściej przedmioty matematyczno-przyrodnicze. Niechęć ta przekłada się w konsekwencji na wybór dalszej ścieżki kształcenia – w tym kierunku studiów.

Z analizy danych z rekrutacji na studia wynika, iż młodzież nadal wybiera kierunki: zarządzanie i marketing, pedagogika, ekonomia i administracja, należące do grupy kierunków społeczno-ekonomicznych, nie zawsze odpowiadające zapotrzebowaniom rynku pracy. W mniejszym stopniu preferowane są kierunki techniczne i przyrodnicze¹.

Brak studentów na kierunkach ścisłych i politechnicznych może w przyszłości spowodować stagnację bądź regres gospodarczo-naukowy kraju, a

wielu ekonomistów i strategów rozwoju przestrzega, że Polska będzie wyczerpywała stopniowo swój potencjał wzrostu wynikający, z jednej strony, z poprawy alokacji zasobów dzięki działaniu mechanizmów rynkowych, z drugiej zaś ze wzrostu produktywności kapitału i pracy, dzięki korzyściom z importu technologii, właściwej dla okresu doganiania wysoko rozwiniętych gospodarek. Dostępność pracowników dysponujących kwalifikacjami wystarczającymi dla absorpcji technologii jest jednym z warunków wykorzystania tego okresu doganiania. Jednocześnie, jeśli nasz kraj ma przejść do następnej fazy rozwoju, opartej nie tylko na absorpcji technologii, ale na jej tworzeniu, będą musiały nastąpić zmiany w wielu wymiarach gospodarki, społeczeństwa i funkcjonowania państwa².

W odpowiedzi na ten problem, podejmowane są próby ulepszenia i uatrakcyjnienia ścieżek kształcenia matematyczno-przyrodniczego, aby młodzież chętniej podejmowała studia na kierunkach przyrodniczo-technicznych. Pojawia się tutaj pytanie: w jaki sposób zainteresować uczniów przedmiotami przyrodniczymi, aby chcieli kontynuować kształcenie na tych kierunkach?

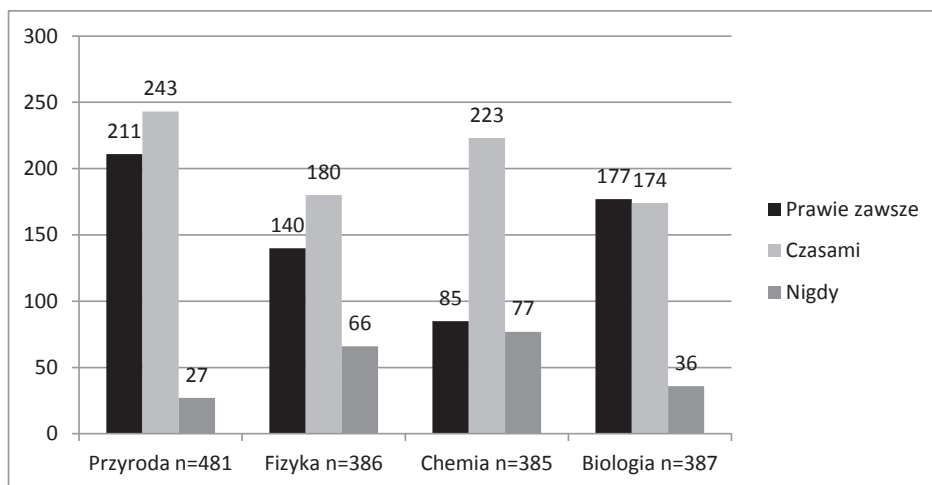
Problem

W 2010 roku przeprowadzono w wybranych szkołach w Poznaniu i powiecie poznańskim sondażowe badania diagnostyczne³, których celem było poznanie opinii nauczycieli i uczniów szkół podstawowych oraz gimnazjów o nauczaniu/uczeniu się przyrody, chemii, fizyki i biologii. Poniżej zaprezentowano wyniki, które nakreślają wybrane aspekty uczenia się przedmiotów przyrodniczych w szkole. Okazuje się, że dla większości uczniów (zarówno ze szkół podstawowych, jak i gimnazjów) cały czas dominującym źródłem wiedzy przyrodniczej jest podręcznik, a lekcje polegają głównie na czytaniu informacji w podręczniku i przepisywaniu notatek z tablicy (ryc. 1).

¹ *Strategia rozwoju edukacji na lata 2007-2013*, Warszawa 2005, s. 18.

² M. Jelonek, *Studenci – przyszłe kadry polskiej gospodarki*. Raport z badań studentów i analizy kierunków kształcenia realizowanych w 2010 r., http://bkl.parp.gov.pl/system/files/Downloads/20110616070806/Studenci_-_przyszle_kadry_polskiej_gospodarki.pdf [dostęp 10.01.2013]

³ Badania zostały przeprowadzone przez UAM, natomiast raportu nie opublikowano.



Ryc. 1. Liczba uczniów szkół podstawowych (przyroda) i gimnazjum (fizyka, chemia i biologia) doświadczających lekcji opartych na czytaniu informacji w podręczniku i przepisywaniu notatek z tablicy

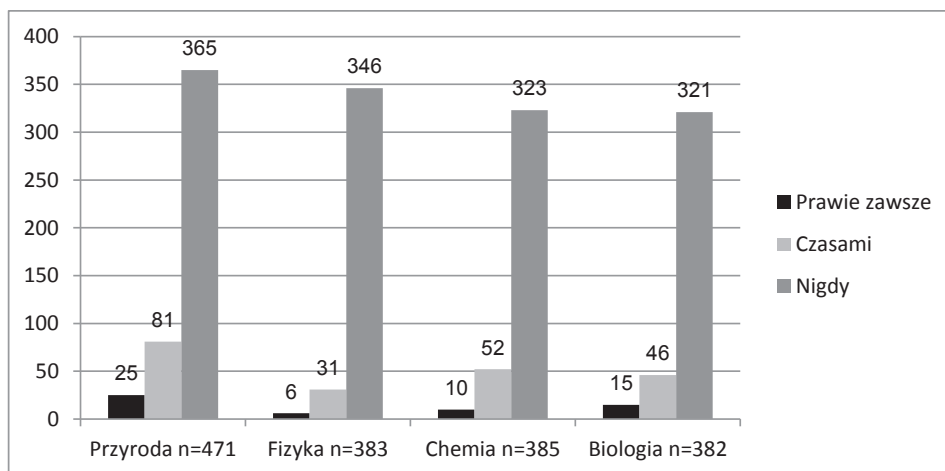
Źródło: opracowanie własne

Dodatkowo, prawie 76% ankietowanych uczniów szkół podstawowych twierdzi, że lekcje przyrody byłyby ciekawsze, gdyby było na nich więcej eksperymentów i doświadczeń. Takie samo zdanie ma 71% gimnazjalistów w odniesieniu do chemii, 53% do fizyki i 35% względem biologii. Ponad połowa uczniów obydwu rodzajów szkół urozmaiciłaby lekcje z przedmiotów przyrodniczych grami i zabawami oraz programami komputerowymi.

Inne badania pokazują również, że wielu uczniów nie angażuje się w pracę z tekstem wyjaśniającym typowym dla literatury naukowej i podręczników przyrodniczych. Okazuje się, że specjalistyczne słownictwo, skomplikowane struktury zdaniowe, stosowanie strony biernej i innych elementów naukowego dyskursu są dużym wyzwaniem dla wielu czytelników i mogą przyczyniać się do spadku zainteresowania uczniów nauką przedmiotów przyrodniczych⁴.

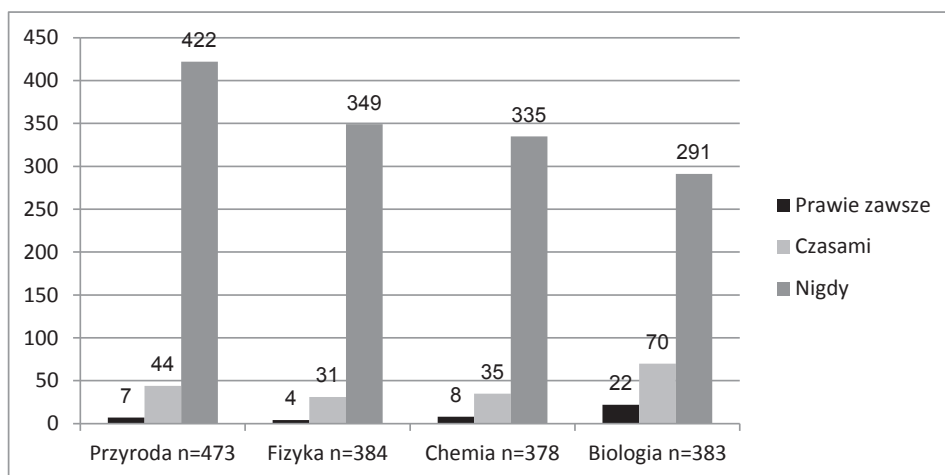
Co więcej, atrakcyjne dla uczniów nowoczesne technologie i media rzadko są wykorzystywane w codziennej pracy edukacyjnej szkół. Potwierdzają to wyniki zamieszczone na rycinach 2 i 3.

⁴ J.S. Krajcik, L.M. Sutherland, *Supporting Students in Developing Literacy in Science*, Science, 2010, vol. 328, s. 457, www.sciencemag.org [dostęp 3 maja 2010].



Ryc. 2. Liczba uczniów korzystających na lekcjach z programów komputerowych

Źródło: opracowanie własne



Ryc. 3. Liczba uczniów wyszukujących informacje w Internecie na lekcjach

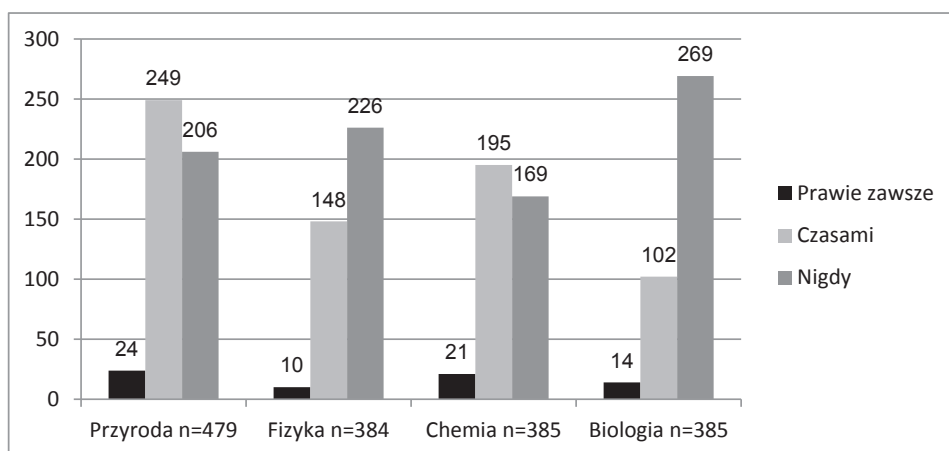
Źródło: opracowanie własne

Znacząca większość uczniów w ogóle nie korzysta z programów komputerowych oraz informacji znajdujących się w Internecie na lekcjach przyrody, fizyki, chemii i biologii. Z pewnością szkoły „obroniłyby” te wyniki, twierdząc, że nie mają tylu komputerów, dostępu do Internetu, że takie działania są czasochłonne, a programy nauczania tak „przeładowane”, że

nie wystarcza czasu na realizację treści programowych w sposób tradycyjny. Nie usprawiedliwia to jednak faktu, że do najważniejszych umiejętności zdobywanych przez ucznia w trakcie kształcenia ogólnego w szkole podstawowej należy „umiejętność posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi, w tym także dla wyszukiwania i korzystania z informacji”⁵, a zadaniem współczesnej szkoły jest

przygotowanie uczniów do życia w społeczeństwie informacyjnym. Nauczyciele powinni stwarzać uczniom warunki do nabywania umiejętności wyszukiwania, porządkowania i wykorzystywania informacji z różnych źródeł, z zastosowaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych, na zajęciach z różnych przedmiotów⁶.

W naukach przyrodniczych duże znaczenie edukacyjne przypisuje się samodzielnie przeprowadzanym doświadczeniom i obserwacjom. Wyniki raportu pokazują, że uczniowie sporadycznie przeprowadzają samodzielnie doświadczenia, a znaczna grupa w ogóle nie ma okazji do nauki poprzez bezpośrednie doświadczenie.



Ryc. 4. Liczba uczniów przeprowadzających na lekcji doświadczenia i eksperymenty

Źródło: opracowanie własne

⁵ Podstawa programowa kształcenia ogólnego dla szkół podstawowych, Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół (rozporządzenie zostało opublikowane w DzU z 15 stycznia 2009 r., nr 4, poz. 17).

⁶ Podstawa programowa kształcenia ogólnego dla gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych, których ukończenie umożliwia uzyskanie świadectwa dojrzałości po zdaniu egzaminu maturalnego, Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół (rozporządzenie zostało opublikowane w DzU 15 stycznia 2009 r., nr 4, poz. 17).

Prawie 95% badanych nauczycieli ($n = 18$) twierdzi, że filmy i animacje jasno tłumaczące uczniom zagadnienia z lekcji oraz animacje komputerowe z wirtualnie przeprowadzanymi doświadczeniami mogłyby pomóc im w osiągnięciu zakładanych celów nauczania. Co więcej, 83% nauczycieli wyraża zainteresowanie narzędziami komputerowymi, które mogłyby wspomagać indywidualizację pracy na lekcjach.

Inspiracja

Niepodważalne jest, że uczniowie muszą mieć na lekcjach okazję do rozwijania swoich twierdzeń, uzasadniania swoich hipotez i stanowisk, do podważania innych argumentów i do bycia samemu podważanym, gdyż sprzyja to efektywnemu uczeniu się. Mimo że te działania mogą być osiągnięte w pracy indywidualnej, to jednak debata i dyskusja z innymi w większym stopniu umożliwia sprawdzanie nowych znaczeń przez odpieranie zarzutów i budowanie kontrargumentów. W tym sensie nauka argumentowania postrzegana jest jako podstawowy proces zarówno podczas uczenia się myślenia, jak i tworzenia nowej wiedzy (nowego rozumienia⁷). Rozumienie, dlaczego idee są błędne jest tak samo ważne, jak rozumienie, dlaczego inne pomysły mogą być poprawne. Na przykład, uczniowie, którzy czytali teksty, w których było wyjaśnione, dlaczego niektóre sposoby rozumowania są błędne (jak również miały wyjaśnienie, dlaczego te poprawne idee są poprawne), dysponowali bardziej pewną (ugruntowaną) wiedzą, niż uczniowie czytający teksty, które jedynie wyjaśniały poprawne idee⁸. Oczywiście, dyskurs grupowy, który przyczynia się do skutecznego uczenia się zależy od wielu czynników. Przede wszystkim, uczniowie muszą nauczyć się norm rządzących interakcjami społecznymi i rozumieć, że celem ich dyskusji jest przekonanie innych o ważności swoich argumentów. Należy im również dostarczyć materiały, na bazie których będą pracować (stawiać pytania, hipotezy, budować wyjaśnienia) i które pozwolą ukierunkowywać ich dyskusję⁹. Co więcej, dyskusja powinna przebiegać według jasno określonych kroków.

Stąd, jedną z inspiracji do podjęcia działań na rzecz zmian w edukacji przyrodniczej była amerykańska metoda modelowania dialogów w klasie Questioning the Author (QtA), stworzona przez Isabel Beck oraz Margaret McKeown¹⁰. Jest to metoda niewymagająca użycia specjalistycznego

⁷ W języku angielskim istnieje słowo *understanding*, które obejmuje oprócz wiedzy jej rozumienie.

⁸ J. Osborne, *Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse*, Science, 2010, vol. 328, s. 464, www.sciencemag.org [dostęp 3.05.2010].

⁹ Tamże, s. 465.

¹⁰ I.L. Beck, M.G. McKeown, C. Sandora, L. Kucan, J. Worthy, *Questioning the author: A yearlong classroom implementation to engage students with text*, The Elementary School

sprzętu, która oryginalnie wykorzystywana jest do nauki czytania ze zrozumieniem, a jej cel polega na wyzwoleniu u uczniów refleksji nad tym, co autor próbuje przekazać. Metoda ta została również zaadaptowana do nauczania treści przyrodniczych, a jej stosowanie w nauczaniu przyrody (*science*) przyniosło pozytywne rezultaty w postaci głębszego zrozumienia prezentowanych zjawisk¹¹. W kontekście nauczania przedmiotów przyrodniczych, opierających się na obserwacjach i doświadczeniach (a nie tekstach literackich), perspektywa „autora (*author*)” w „Questioning the Author” zmienia się z pytań o to, co konkretny autor stara się przekazać, na pytania o doświadczenia przyrodnicze i ich rezultaty. W tym sensie „autorem (*author*)” jest Matka Natura, a „tekstami” obserwacje i wyniki zebrane podczas doświadczeń naukowych.

W klasowej dyskusji QtA nauczyciel, w celu zachęcenia uczniów do dzielenia się swoimi doświadczeniami, stosuje określone techniki, jak: podkreślenie, powracanie, parafrazowanie, modelowanie, podsumowanie, adnotacja. Przeszkolony w stosowaniu metody QtA nauczyciel używa tych technik lub pytań otwartych, aby w pełni zaangażować grupę w dyskusję, podczas której poszczególni uczniowie formułują i wyrażają swoje pomysły oraz opinie na temat obserwowanych zjawisk, a także jest w stanie zrównoważyć oraz subtelnie kierować rozmową tak, że wymiana różnych pomysłów i poglądów prowadzi do poprawnych naukowo wyjaśnień. Nauczyciel staje się więc jedynie asystentem uczniów, dbającym o przebieg klasowej dyskusji, jej kierunek i etapy, wspierając uczniów w odkrywaniu zjawisk. Co istotne, dyskusja prowadzona jest początkowo w języku uczniów. Dzięki temu uczniowie chętniej wypowiadają się, a nauczyciel stawiając kolejne pytania zachęcające do dalszych wypowiedzi, wykorzystuje początkowo te nieprecyzyjne (a czasem nawet błędne) określenia uczniów, aby znaleźć z nimi wspólną płaszczyznę porozumienia, np. kiedy uczeń opisując zjawisko elektryczności statycznej mówi „Te jajowate kuleczki przyklejają się do siebie – plusy z minusami”, ma na myśli dipole elektryczne, które przyciągają się przeciwnymi ładunkami. Początkowo nauczyciel będzie również mówił o dipolach „jajowate, podłużne kulki”, jednak w kolejnej wypowiedzi doda, że te kulki nazywane są przez naukowców dipolami, dodatkowo zapisze ten wyraz na tablicy, dzięki czemu zachęci uczniów do używania go w kolejnych swoich wypowiedziach. Należy pamiętać, że język używa-

Journal, 1996, 96, s. 385-414 oraz I. Beck, M. McKeown, *Improving comprehension with Questioning the Author: A Fresh and Expanded View of a Powerful Approach*, Scholastic, 2006.

¹¹ W.H. Ward, R.A. Cole, D. Bolanos, C. Buchenroth-Martin, E. Svirsky, S. van Vuuren, T. Weston i J. Zheng, *My Science Tutor: A Conversational Multi-Media Virtual Tutor for Elementary School Science*, *ACM Transactions on Speech and Language Processing*, Special Issue on Speech and Language Processing of Children's Speech for Child-machine Interaction Applications, 2011, vol. 7.

ny w nauce różni się od języka używanego w codziennej rozmowie. Skoncentrowanie na szczegółach, wykluczenie wszelkich niejednoznaczności w interpretacjach, czy złożoność słownictwa stawia każdego ucznia przed zupełnie nowymi wyzwaniami. Metoda QtA pozwala uczniom pod kierunkiem nauczyciela przejść od rozmowy potocznej do naukowego dyskursu. Ponadto, w jednym z amerykańskich badań, w którym analizowano różne podejścia do przeprowadzania klasowych dyskusji z uczniami, QtA była jedną z dwóch metod (spośród dziewięciu testowanych), które mogą rozwijać wysoki poziom myślenia i rozumienia prezentowanych idei¹².

Kolejną inspiracją do podjęcia opracowania programu ETOS była technologia i metodyka wykorzystywania awatarów (wirtualnych postaci) w nauczaniu. W Polsce nie była ona dotąd wykorzystywana w platformach e-learningowych, ani edukacyjnych programach multimedialnych, podczas gdy implementacja awatara przynosi wymierne skutki i znacznie polepsza interakcje z aplikacjami komputerowymi, co przekłada się na zainteresowanie ucznia prezentowanymi treściami¹³.

Program ETOS¹⁴ (*E-teacher of Science*)

Wyniki badań sondażowych unaocznily brak wykorzystania nowych technologii w procesie uczenia się przedmiotów przyrodniczych, dlatego postanowiono zbudować i przetestować innowacyjny program wspomagania nauczania¹⁵ przedmiotów przyrodniczych ETOS, którego głównym celem jest zwiększenie zainteresowania uczniów nauką tych przedmiotów wśród uczniów szkół podstawowych i gimnazjum.

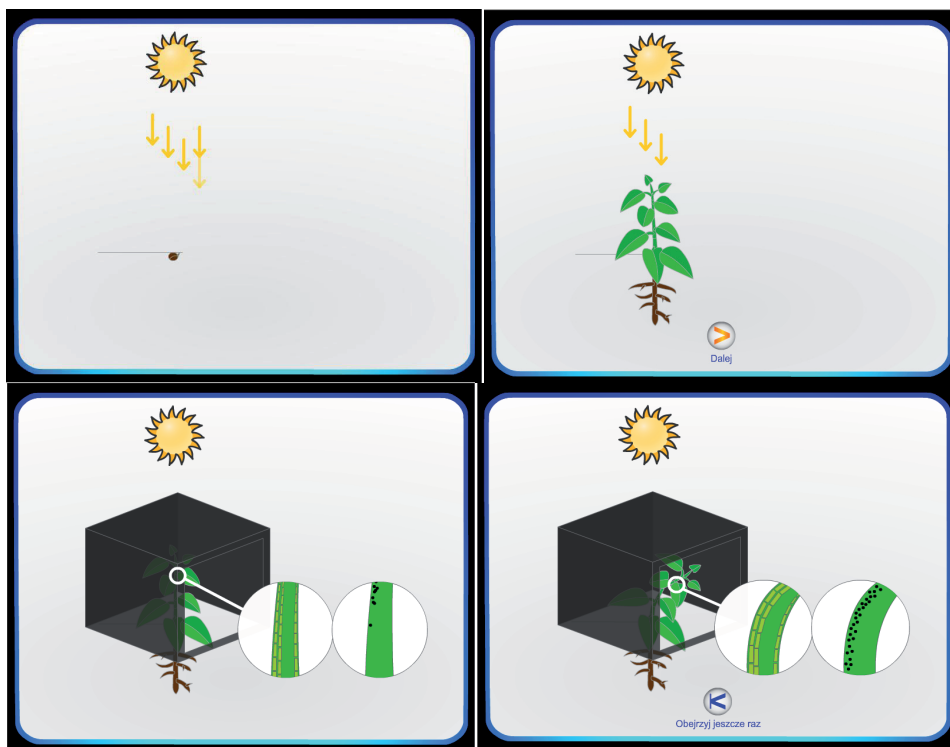
¹² P.K. Murphy, M.N. Edward, *What the studies tell us: A meta-analysis of discussion approaches* [w:] M. Nystrand, *Making sense of group discussion designer to promote high-level comprehension of texts*. Symposium presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal 2005.

¹³ Por. R. Moreno i in., *The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents?* *Cognition and Instruction*, 2001, nr 19 (2); R.K. Atkinson, *Optimizing Learning from Examples Using Animated Pedagogical Agents*, *Journal of Educational Psychology*, 2002, nr 94; A.L. Baylor, Y. Kim, *Simulating instructional roles through pedagogical agents*, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2005, nr 15 (1).

¹⁴ Projekt ETOS jest realizowany na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, we współpracy z firmą Boulder Language Technologies z USA. Kierownikami i koordynatorami projektu są prof. dr hab. Katarzyna Dziubalska-Kołaczyk, prof. Ronald Cole, mgr Dawid Pietrala oraz dr Anna Basińska. Projekt finansowany jest z funduszy Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach programu POKL (priorytet III, nr konkursu 4/POKL/2009).

¹⁵ Program ma na celu **wspomaganie** innych programów nauczania przedmiotów przyrodniczych i nie jest w całości zgodny z podstawą programową; część treści wykracza poza podstawę programową.

W skład programu wchodzi 180 jednostek tematycznych¹⁶ z zakresu przyrody, fizyki, chemii i biologii. Wybrane zostały zagadnienia bliskie rzeczywistości pozaszkolnej uczniów i wyjaśnione na gruncie nauki. Celem każdego zajęcia jest przybliżenie **jednej** głównej idei i wyjaśnienie **jednego** szczegółowego problemu naukowego¹⁷. Przykładowe tematy zajęć to: *Jak rośnie roślina? Którą stronę przyciąga magnes? Dlaczego świeczka pali się? Dlaczego gwóźdź rdzewieje? Co widać spod wody?* Zajęcia lekcyjne, prowadzone w myśl założeń projektu, różnią się od standardowych zajęć szkolnych. Struktura zajęć zawsze odwołuje się do stałej ramy, którą wyznaczają trzy następujące po sobie etapy: CASUM, TUTORIAL i PODSUMOWANIE.



Ryc. 5. Przykładowa animacja CASUM 2 z tematu: *Jak rośnie roślina?*, na bazie której uczniowie prowadzą rozmowę Q&A

Źródło: opracowanie własne

¹⁶ Uczniowie na każdym poziomie edukacji korzystają z 30 jednostek tematycznych (w klasach 4-6 szkoły podstawowej jest to 30 godzin zajęć z przyrody, w klasie I gimnazjum po 10 godzin z fizyki, chemii i biologii, a w klasach II i III gimnazjum 15 godzin z fizyki, 10 godzin z chemii oraz 5 godzin z biologii).

¹⁷ Twórcy programu założyli, że większy poziom rozumienia osiąga się, skupiając na jednym zagadnieniu i analizując go głębiej i dokładniej, niż poruszając powierzchownie wiele aspektów jednego zagadnienia.

Pierwszy etap – CASUM (z ang. Conversations About Science Using Media – rozmowy o przyrodzie z wykorzystaniem multimedii) wykorzystuje metodę modelowania dialogów QtA. Punktem wyjścia dyskusji są dotychczasowe doświadczenia i wiedza uczniów. Jest to etap, w którym uczniowie obserwują wyświetlane na ekranie animacje prezentujące określone zjawisko przyrodnicze i na tej podstawie prowadzą rozmowę. Jednakże, to nie nauczyciel tłumaczy prezentowany materiał, lecz oczekuje wyjaśnień od uczniów. Występują oni w roli narratorów i ekspertów oraz opisują obserwowane zjawiska z własnego punktu widzenia. Jest to dyskusja naukowców odkrywających obserwowane zjawisko i dowodzących swoich tez.

Kolejne animacje przybliżają uczniów do ostatecznego, naukowo poprawnego wyjaśnienia zjawiska przyrodniczego. Ten etap zajęć trwa około 30 minut, a na jego zakończenie nauczyciel prosi uczniów, aby własnymi słowami powiedzieli, czego się dowiedzieli i nauczyli w celu sprawdzenia, czy osiągnęli wymagany poziom rozumienia prezentowanego zjawiska.

Wyniki badań wskazują, że CASUM, wykorzystujący metodę modelowania dialogów QtA, stanowi doskonale połączenie dwóch elementów, które pozytywnie wpływają na proces nauczania – formułowania własnych wniosków na podstawie obserwacji¹⁸ oraz wykorzystania materiałów multimedialnych jako medium prezentacji zjawisk przyrodniczych¹⁹.

Kolejnym etapem zajęć jest TUTORIAL, czyli indywidualna praca²⁰ uczniów na platformie e-learningowej. Uczniowie oglądają krótki film wykonany w technologii Flash, który opisuje zjawisko przedstawione i omó-

¹⁸ I.J. Beck i in., *Questioning the author: A yearlong classroom implementation to engage students with text*, The Elementary School Journal, 1996, nr 96; M.G. McKeown, I.L. Beck, *Getting the discussion started*, Educational Leadership, 1999, nr 57; M.G. McKeown, I.L. Beck, R. Hamilton, L. Kucan, *Questioning the Author Accessibles: Easy access resources for classroom challenges*, Washington 1999; P.K. Murphy, M.N. Edwards, *What the studies tell us: A meta-analysis of discussion approaches in M. Nystrand (Chair). Making sense of group discussions designed to promote high-level comprehension of texts*, American Educational Research Association, Montreal 2005; P.K. Murphy, I.A.G. Wilkinson, A.O. Soter, M.N. Hennessey, J.F. Alexander, *Examining the effects of classroom discussion on students' high-level comprehension of text: A meta-analysis*, Journal of Educational Psychology, 2009, 101, s. 740-764; A. King, *Guiding knowledge construction in the classroom: Effect of teaching children how to question and explain*, American Educational Research Journal, 1994, 31, s. 338-368; A. King, A. Staffieri, A. Adelgais, *Mutual peer tutoring: Effects of structuring tutorial interaction to scaffold peer learning*. Journal of Educational Psychology, 1998, 90 (1), s. 134-152; B.S. Bloom, *Taxonomy of Educational Objectives*, Handbook I: *The Cognitive Domain*, New York 1956.

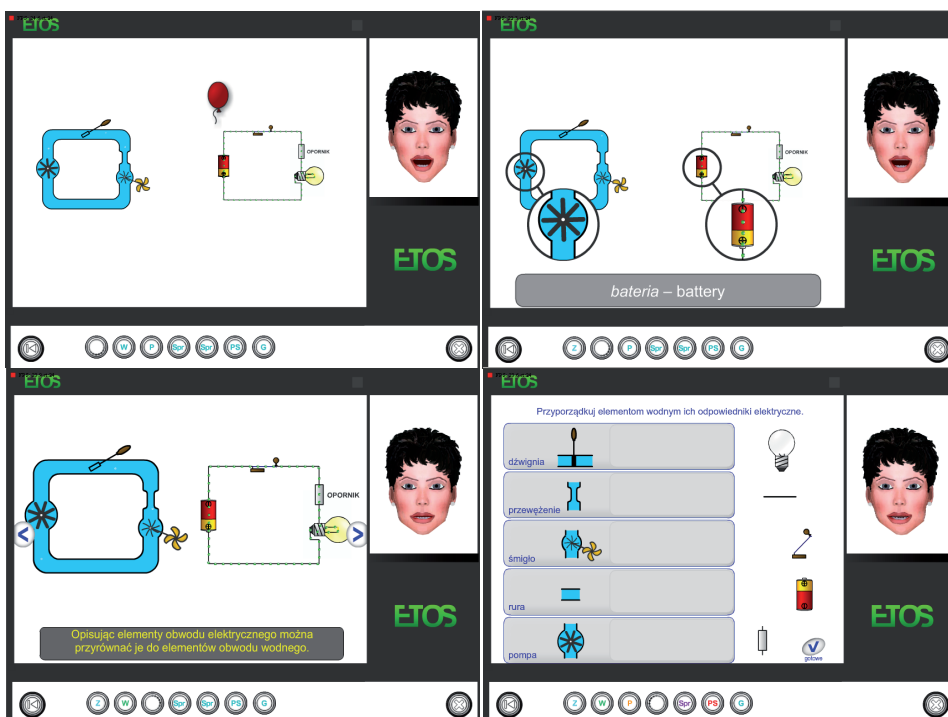
¹⁹ R. Mayer, *Multimedia Learning*, Cambridge 2001 oraz R. Mayer (ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, New York 2005.

²⁰ Każdy uczeń pracuje w słuchawkach przy swoim komputerze i samodzielnie decyduje o tempie pracy oraz liczbie wykonywanych powtórzeń materiału. Budowa filmików uwzględnia różne kanały uczenia się (pojawiający się ruch w animacjach dla kinestetyków, wyjaśnienia Moniki dla słuchowców, główne myśli zapisane w „dymkach” pojawiających się na dole ekranu dla wzrokowców).

wione na lekcji. Narratorem jest awatar – wirtualna nauczycielka Monika²¹. Każdy film zbudowany jest z 4 następujących po sobie elementów:

- Zjawisko – podawany jest krótki opis zjawiska, którego film dotyczy, będącego przedmiotem dyskusji;
- Wyjaśnienie – prezentowane jest wyjaśnienie tego zjawiska oraz opisywane są jego dodatkowe aspekty;
- Powtórka – dokonywane jest krótkie podsumowanie głównych elementów Wyjaśnienia;
- Sprawdź się – moduł sprawdzający wiedzę uczniów poprzez stawianie pytań wielokrotnego wyboru oraz zadań typu przeciągnij-upuść.

Elementem decydującym o unikalności platformy jest synergia nauczania aspektów przyrodniczych z nauczaniem języka angielskiego oraz zdolności informacyjnych. Prezentacja słownictwa polega na wypowiedzianiu przez Monikę i jednoczesnym wyświetlaniu „dymków” zawierających słowa i frazy angielskie wraz z tłumaczeniami polskimi w trakcie filmiku.



Ryc. 6. Przykładowy TUTORIAL – film animowany do tematu: *Woda i prąd*

Źródło: opracowanie własne

²¹ Wybór kobiety na eksperta w dziedzinie fizyki, chemii i biologii podyktowany był potrzebą przełamania stereotypu o braku u kobiet predyspozycji do skutecznego uczenia się przedmiotów przyrodniczych.

Ostatnią fazą zajęć jest PODSUMOWANIE, podczas którego uczniowie reasumują zagadnienie danej lekcji poprzez dodatkową krótką dyskusję QtA lub wykonują proste doświadczenia związane z poruszonym na lekcji problemem. Dla uczniów gimnazjum jest to również czas na doskonalenie umiejętności wyszukiwania informacji w Internecie, gdyż program ETOS ma dodatkowy element – zamieszczony na platformie moduł miniSiećWWW – zawierający napisane przystępnym językiem naukowym artykuły naukowe, które uczeń może odnaleźć, wpisując słowa kluczowe w języku polskim lub angielskim za pomocą specjalnej wyszukiwarki.

Narzędzia badawcze

W roku szkolnym 2011/2012 program ETOS testowany był wśród uczniów i nauczycieli. Badania jego skuteczności przeprowadzono za pomocą specjalnie do tego celu skonstruowanych pre- i post-testów, zatytułowanych „Quiz przyrodniczy I” oraz „Quiz przyrodniczy II”. W badaniu wzięło udział 25 nauczycieli przedmiotów przyrodniczych oraz 826 uczniów²² z klas IV – VI z 6 szkół podstawowych oraz 5 szkół gimnazjalnych z Poznania i powiatu poznańskiego.

Uczniowie biorący udział w zajęciach w ramach projektu (n = 413) pisali quiz na początku i na koniec realizacji zajęć. Ten sam quiz pisali również uczniowie z klas równoległych, nie biorący udziału w zajęciach w ramach projektu (grupa kontrolna n = 413). Porównanie odpowiedzi i wyników quizu uczniów uczestniczących w zajęciach przyrodniczych z grupą kontrolną umożliwiło zbadanie efektów przeprowadzonych zajęć. Dodatkowo skonstruowano ankietę ewaluacyjną dla nauczycieli i uczniów, dzięki której można było poznać stosunek i opinie użytkowników programu na temat jego skuteczności i atrakcyjności.

Wyniki

Poniżej zaprezentowane zostały wybrane wyniki oraz opinie uczniów i nauczycieli o programie ETOS.

²² Uczniowie zostali dobrani w sposób celowy. Byli to uczniowie osiągający przeciętne wyniki w nauce przedmiotów przyrodniczych (oceny dobre i dostateczne).

Tabela 1

Średnie rangi w grupie testującej i nietestującej program ETOS przed rozpoczęciem i po zakończeniu testowania oraz wyniki analizy statystycznej

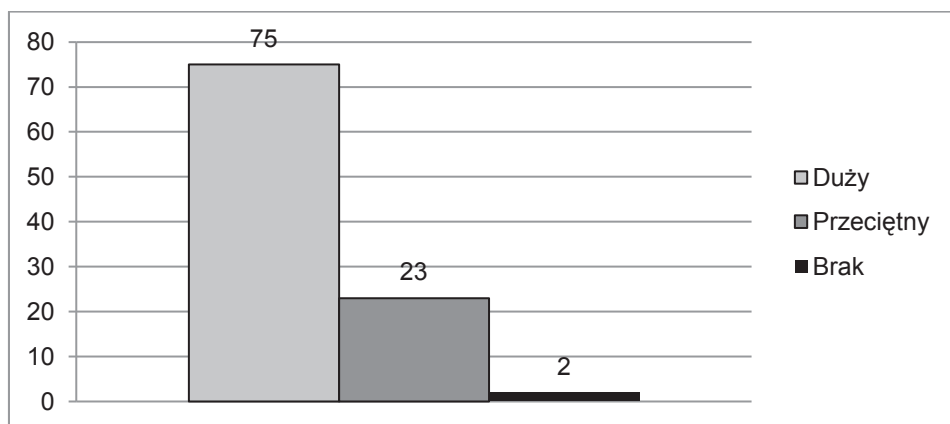
Badane zmienne	Średnia ranga			
	grupa ETOS		grupa nie ETOS	
	quiz I	quiz II	quiz I	quiz II
Poziom wiedzy przyrodniczej	392,26	434,74**	474,75***	352,25
Poziom myślenia przyczynowo-skutkowego	371,01	455,99***	434,49*	392,51
Poziom myślenia heurystycznego	337,59	489,41***	406,48	420,52

Wyniki analizy statystycznej testem U Manna-Whitneya dla dwóch prób niezależnych w grupie ETOS (grupa eksperymentalna) i grupie nie ETOS (grupa kontrolna).

*p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001 (symbol umieszczony jest przy randze wyższej).

Źródło: opracowanie własne.

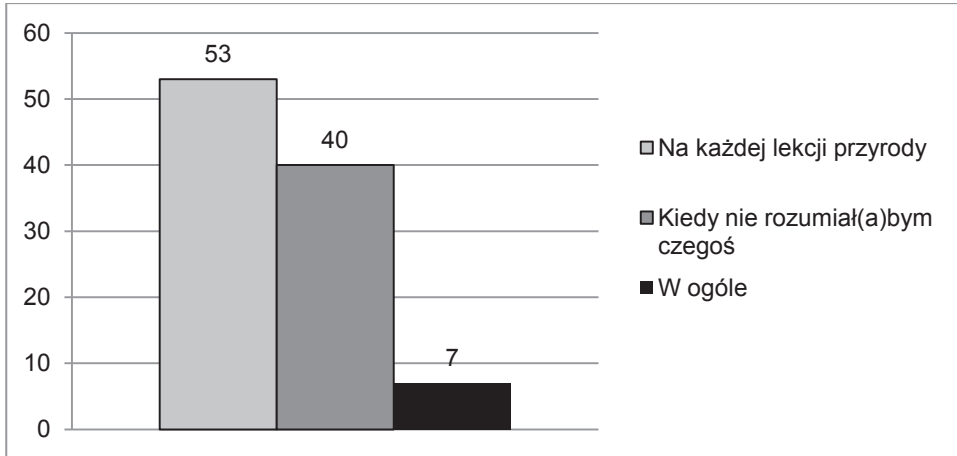
Wyniki pokazują, że u uczniów testujących program ETOS nastąpiły istotne statystycznie zmiany progresywne w poziomie wiedzy przyrodniczej oraz myślenia przyczynowo-skutkowego i heurystycznego. Jednocześnie zaobserwowano, że w grupie kontrolnej nastąpił istotny statystycznie regres w zakresie poziomu wiedzy przyrodniczej oraz myślenia przyczynowo-skutkowego. Trudny w interpretacji regres może wynikać zarówno z niedoskonałości narzędzia, jak i przeprowadzania testów w warunkach szkolnych (uczniowie z grupy kontrolnej po wystawieniu ocen końcowo-rocznych mogli nie czuć wystarczająco silnej motywacji do rozwiązania „Quizu przyrodniczego II”).



Ryc. 7. Stopień zadowolenia uczniów z zajęć ETOS (w %)

Źródło: opracowanie własne

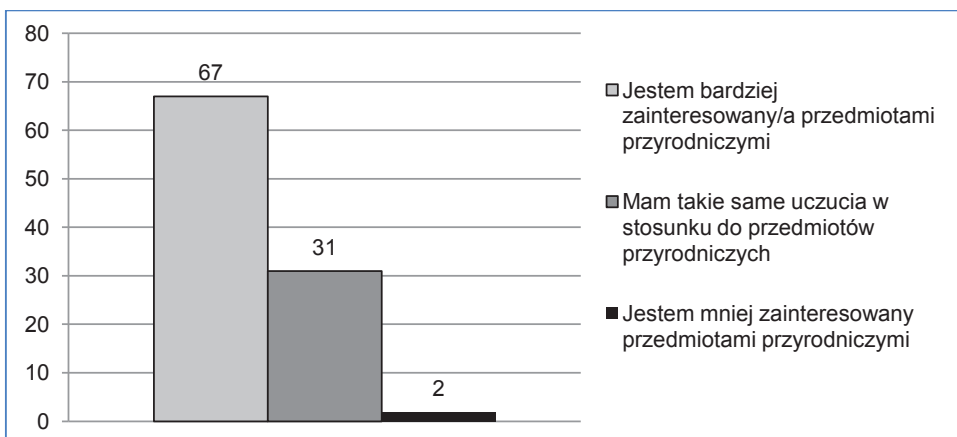
Uczniowie biorący udział w dodatkowych zajęciach, podczas których wdrażany był ETOS, bardzo je polubili, co prezentują ryciny 7 i 8.



Ryc. 8. Odsetek uczniów deklarujących częstość uczenia się za pomocą casumów i tutoriali wobec takiej możliwości (w %)

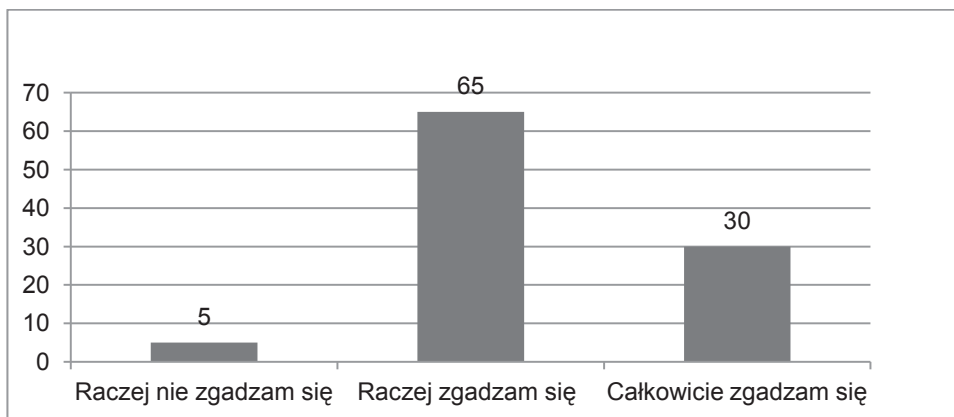
Źródło: opracowanie własne

Na uwagę zasługuje również fakt, że większość uczniów pracujących z programem ETOS zwiększyła swoje zainteresowanie nauką przedmiotów przyrodniczych (ryc. 9). Potwierdzają to również obserwacje nauczycieli (ryc. 10).



Ryc. 9. Odsetek uczniów deklarujących stopień zainteresowania przedmiotami przyrodniczymi po całym roku zajęć ETOS (w %)

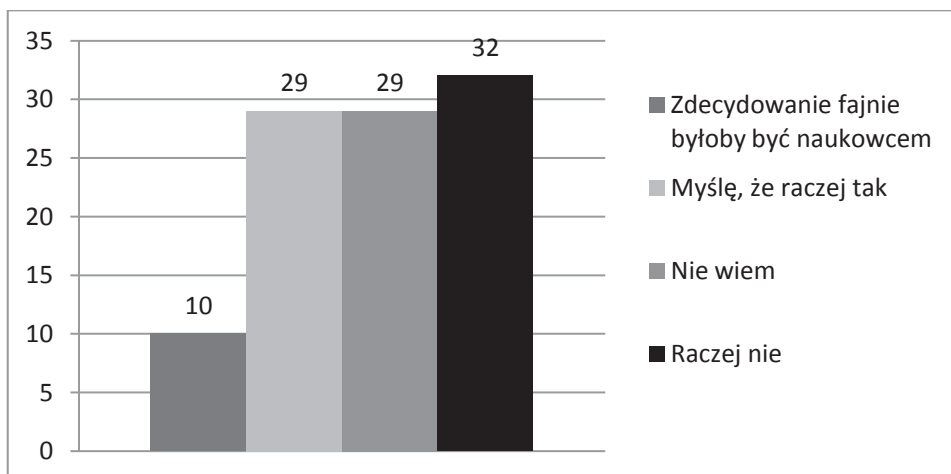
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 10. Odsetek nauczycieli obserwujących u uczniów testujących program ETOS zwiększenie zainteresowania treściami przyrodniczymi (w %)

Źródło: opracowanie własne

Jednym ze wskaźników zainteresowania przedmiotami przyrodniczymi może być chęć pracy w zawodzie naukowca. Zaprezentowane na rycinie 11 opinie uczniów wskazują na pewną tendencję.



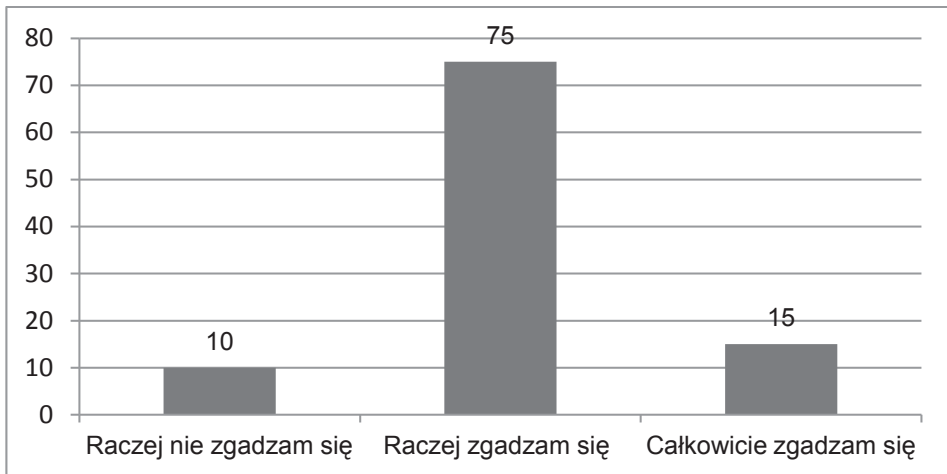
Ryc. 11. Odsetek uczniów testujących ETOS deklarujących chęć (możliwość) zostania w przyszłości naukowcem (w %)

Źródło: opracowanie własne

Żaden uczeń zdecydowanie nie przekreślił możliwości bycia naukowcem, a obok 10% entuzjastów nauki, prawie 30% uczniów rozważa naukową ścieżkę kariery zawodowej.

Nauczyciele przedmiotów przyrodniczych testujący program ETOS ocenili go bardzo wysoko. Zauważyli wzrost ocen na koniec roku u uczniów biorących udział w zajęciach ETOS. Wszyscy podkreślali, że uczniowie w sposób bardziej otwarty wypowiadali się na tematy naukowe, zadawali więcej pytań, byli bardziej dociekliwi.

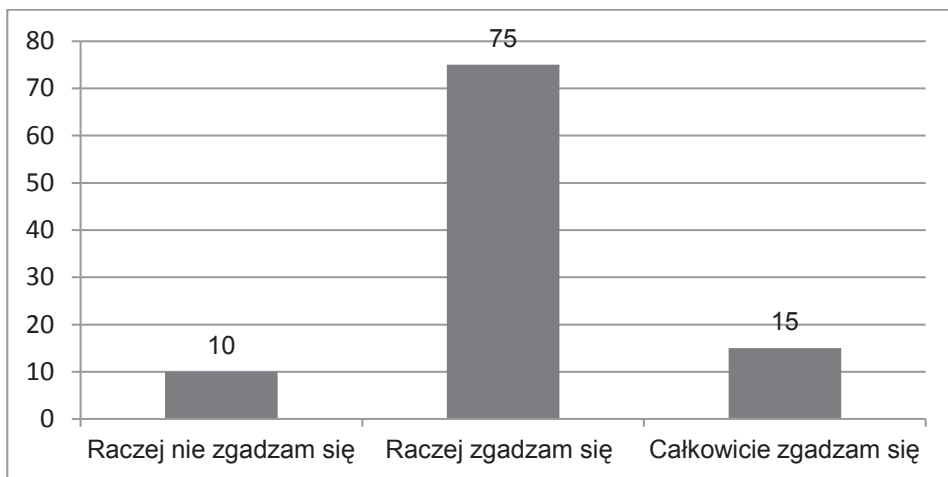
Znacząca większość nauczycieli dostrzegła, że uczniowie biorący udział w zajęciach dodatkowych z narzędziem ETOS częściej wypowiadali się na temat zjawisk i procesów przyrodniczych podczas obowiązkowych zajęć szkolnych, co szczegółowo prezentuje rycina 12.



Ryc. 12. Odsetek nauczycieli obserwujących u uczniów testujących program ETOS większą częstotliwość wypowiadania się na temat zjawisk i procesów przyrodniczych na zajęciach szkolnych (w %)

Źródło: opracowanie własne

Nauczyciele po zapoznaniu się z narzędziem ETOS oraz przetestowaniu go przez jeden rok szkolny zostali poproszeni o określenie grupy uczniów, z którą mogliby i chcieliby pracować w przyszłości wykorzystując program ETOS. Ich odpowiedzi prezentuje rycina 13.



Ryc. 13. Odsetek nauczycieli, którzy określili docelową grupę uczniów, z którymi chcieliby pracować opierając się na programie ETOS (w %)

Źródło: opracowanie własne

40% nauczycieli chciałoby pozostawić program ETOS dla uczniów chętnych, tak więc zajęcia musiałyby mieć formułę zajęć dodatkowych. 25% nauczycieli podjęłoby próbę wprowadzenia narzędzia podczas obowiązkowych zajęć szkolnych. Część (15%) nauczycieli dostrzega możliwość pracy za pomocą tego narzędzia z uczniem z trudnościami w uczeniu się, a inna grupa (10%) wykorzystałaby ETOS do pracy z uczniem zdolnym.

Dyskusja

Z przeprowadzonych badań wynika, że ETOS jest skutecznym narzędziem zwiększającym zasób wiedzy przyrodniczej uczniów oraz poziom myślenia przyczynowo-skutkowego. Jego niewątpliwym atutem jest to, że omawiając zjawiska fizyczne, chemiczne, czy życiowe odwołuje się do tych procesów, które są bliskie uczniom i które towarzyszą im podczas wykonywania codziennych czynności.

Praca z ETOS-em przyczynia się do rozwoju myślenia heurystycznego²³ u uczniów. Wiąże się to ze swobodą wypowiedzi, atmosferą sprzyjającą generowaniu nowych pomysłów i rozwiązań, jakie towarzyszą pierwszemu

²³ Myślenie heurystyczne rozumiemy jako myślenie twórcze, w wyniku którego generowane są nierutynowe sposoby rozwiązywania problemów; to taki sposób myślenia i rozwiązywania problemów badawczych, w którym poszukiwane są nowe fakty i związki między nimi, formułowane nowe hipotezy oraz odkrywane nowe prawdy.

etapowi każdych zajęć. Doskonalenie procesów twórczego, nieschematycznego myślenia i kreatywności w rozwiązywaniu problemów przyrodniczych u uczniów może okazać się atutem podczas podejmowania w przyszłości działań innowacyjnych – również, a może przede wszystkim na polu nauk przyrodniczych.

Wyniki uzyskane w grupie kontrolnej, prezentujące regres w zakresie poziomu wiedzy i myślenia przyczynowo-skutkowego, wymagają dodatkowej weryfikacji w celu znalezienia źródła owego spadku oraz odpowiedzi na pytanie: na ile jest to niedoskonałość narzędzia badawczego, na ile nieprecyzyjnie przeprowadzone badania, a także możliwość zweryfikowania ewentualnej hipotezy o regresie postępów ucznia w wyniku przemęczenia lub przeuczenia po zakończeniu roku szkolnego.

ETOS, entuzjastycznie przyjęty zarówno przez uczniów jak i nauczycieli, jest w stanie zwiększyć zainteresowanie młodzieży problemami przyrodniczymi. Dlaczego? Przede wszystkim, punktem wyjścia jest to, co wiedzą i rozumieją uczniowie, aktywizuje w procesie uczenia się, wykorzystuje w nauce atrakcyjne i bliskie uczniom nowe technologie informacyjne, a także daje możliwość zarówno głębszego, jak i pełniejszego zrozumienia otaczających ucznia zjawisk przyrodniczych, gdyż bazuje na zjawiskach z życia codziennego uczniów (*Jak działa wyświetlacz ciekłokrystaliczny? Dlaczego ciasto rośnie? Co słychać gdy jedzie karetka?*). Co więcej, wprowadza drugiego (wirtualnego) nauczyciela, który jest pozbawiony wielu „niedoskonałości” prawdziwych nauczycieli, co potwierdzają wypowiedzi uczniów:

- *Monika naprawdę dobrze tłumaczy / Asia lat 12.*
- *Gdy czegoś nie rozumiem, potrafi powtarzać w nieskończoność / Jacek lat 15.*
- *Monika jest fajną nauczycielką. Pomogła mi zrozumieć różne rzeczy / Ewa lat 13.*
- *Nie krzyczy, nie wpisuje uwag, nie daje zadań domowych / Ziemowit lat 11.*
- *Ma fajny głos, który zachęca do nauki / Janek lat 12.*

Ponadto, większość uczniów podkreślała w ankiecie ewaluacyjnej możliwość wypowiedzania się, słuchania tego, co mają do powiedzenia inni podczas pracy z ETOS-em:

- *Najbardziej podobało mi się to, że każdy mógł zabrać głos.*
- *Każdy mógł wyrazić swoje zdanie. Pomysły innych pomagały w omówieniu tematów.*
- *Podczas dyskusji najbardziej podobało mi się to, że nikt się nie śmiał, gdy odpowiadało się źle.*
- *Najfajniejsze było to, że sami musieliśmy dojść do wniosku, a nie podawał go nauczyciel.*

– Najbardziej podobała mi się praca z kolegami oraz możliwość wyrażania swojego zdania na temat prezentacji. Mogliśmy się mylić.

– Podobało mi się to, że mogłam posłuchać zdania innych osób, tego co sądzą na dany temat.

Wypowiedzi te (oraz wiele innych w podobnym tonie) pokazują, że uczniom na lekcjach przyrody, fizyki, chemii i biologii brakuje możliwości prowadzenia dyskusji, wypowiedzania się, bycia wysłuchanym, słuchania swoich kolegów i koleżanek.

Podsumowując, mamy świadomość, że nie ma nic lepszego w procesie uczenia się, niż gromadzenie bezpośrednich doświadczeń podczas wykonywania prawdziwych (nie wirtualnych) eksperymentów, pomiarów, obserwacji, czy doświadczeń naukowych. Jednak w rzeczywistości szkolnej ograniczone są one do minimum, ze względu na rozbudowane programy nauczania, które nauczyciele z trudem realizują w czasie roku szkolnego, krótkie 45-minutowe jednostki lekcyjne, podczas których brakuje czasu na przygotowanie i przeprowadzenie często pracochłonnych eksperymentów, a także brak pracowni oraz finansów na ich utrzymanie i chociaż

w ocenie dyrektorów nastąpiła zasadnicza poprawa w wyposażeniu w sprzęt i materiały laboratoryjne do nauczania przedmiotów przyrodniczych, nadal 45% dyrektorów postrzega braki w tym zakresie jako problem edukacyjny w swojej szkole²⁴.

Co więcej, istnieją zjawiska, które są praktycznie niemożliwe do zaobserwowania „gołym okiem”, a nawet z użyciem specjalistycznego sprzętu, natomiast z powodzeniem mogą zostać zilustrowane na animacji komputerowej. Dlatego ETOS może pomóc nauczycielom w zwiększaniu efektywności nauczania poprzez wykonywanie szybszych, wirtualnych doświadczeń, ilustrowanie i prezentowanie zjawisk niedostępnych bezpośrednio doświadczeniu, czy obserwacji. Jednocześnie, jako narzędzie wszechstronne, co potwierdziły wypowiedzi nauczycieli na temat możliwości zastosowania go w pracy z uczniami, daje różnorodne możliwości wykorzystania go w zależności od indywidualnych potrzeb nauczycieli i uczniów.

BIBLIOGRAFIA

- Atkinson R.K., *Optimizing Learning from Examples Using Animated Pedagogical Agents*, Journal of Educational Psychology, 2002, nr 94.
- Baylor A.L., Kim Y., *Simulating instructional roles through pedagogical agents*, International Journal of Artificial Intelligence in Education, 2005, nr 15 (1).
- Beck I.L., McKeown M.G., Sandora C., Kucan L., Worthy J., *Questioning the author: A yearlong classroom implementation to engage students with text*, The Elementary School Journal, 1996, nr 96.

²⁴ Raport PISA, 2009, s. 10.

- Beck I.L., McKeown M., *Improving comprehension with Questioning the Author: A Fresh and Expanded View of a Powerful Approach*, Scholastic, 2006.
- Bloom B.S., *Taxonomy of Educational Objectives*, Handbook I: *The Cognitive Domain*, David McKay Co Inc, New York 1956.
- Jelonek M., *Studenci – przyszłe kadry polskiej gospodarki*. Raport z badań studentów i analizy kierunków kształcenia realizowanych w 2010 r. w ramach projektu Bilans Kapitału Ludzkiego, 2011, http://bkl.parp.gov.pl/system/files/Downloads/20110616070806/Studenci_-_przyszle_kadry_polskiej_gospodarki.pdf/ [dostęp 10.01.2013]
- King A., *Guiding knowledge construction in the classroom: Effect of teaching children how to question and explain*, *American Educational Research Journal*, 1994, 31, s. 338-368.
- King A., Staffieri A., Adelgais A., *Mutual peer tutoring: Effects of structuring tutorial interaction to scaffold peer learning*. *Journal of Educational Psychology*, 1998, 90 (1), s. 134-152.
- Krajcik J.S., Sutherland L.M., *Supporting Students in Developing Literacy in Science*, *Science*, 2010, vol. 328, www.sciencemag.org [dostęp: 3.05.2010].
- Mayer R., *Multimedia Learning*, Cambridge University Press, Cambridge 2001.
- Mayer R. (ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, New York 2005.
- McKeown M.G., Beck I.L., *Getting the discussion started*, *Educational Leadership*, 1999, nr 57.
- McKeown M.G., Beck I.L., Hamilton R., Kucan L., *Questioning the Author Accessibles: Easy access resources for classroom challenges*, The Wright Group, Bothell, Washington 1999.
- Moreno R., Mayer R.E., Spires H.A., Lester J.C., *The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents?* *Cognition and Instruction*, 2001, nr 19 (2).
- Murphy P.K., Edwards M.N., *What the studies tell us: A meta-analysis of discussion approaches* In M. Nystrand (Chair). *Making sense of group discussions designed to promote high-level comprehension of texts*, American Educational Research Association, Montreal 2005.
- Murphy P.K., Wilkinson I.A.G., Soter A.O., Hennessey M.N., Alexander J.F., *Examining the effects of classroom discussion on students' high-level comprehension of text: A meta-analysis*, *Journal of Educational Psychology*, 2009, 101, s. 740-764.
- Osborne J., *Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse*, *Science*, 2010, vol. 328, www.sciencemag.org [dostęp 3.05.2010].
- Raport PISA, 2009.
- Strategia rozwoju edukacji na lata 2007-2013*, Ministerstwo Edukacji Narodowej i Sportu, Warszawa 2005.
- Ward W.H, Cole R.A., Bolanos D., Buchenroth-Martin C., Svirsky E., van Vuuren S., Weston T., Zheng J., *My Science Tutor: A Conversational Multi-Media Virtual Tutor for Elementary School Science*, *ACM Transactions on Speech and Language Processing*, Special Issue on Speech and Language Processing of Children's Speech for Child-machine Interaction Applications, 2011, nr 7 (4).