

O MYŚLENIU NA ODLEGŁOŚĆ

Maciej M. Sysło
Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki
syslo@ii.uni.wroc.pl, <http://mmsyslo.pl>

Abstract. *This is a continuation of my talks at this conference. This time we focus mainly on thinking, in particular – on computational thinking. In this paper we stress the importance of computational thinking in the pandemic time when schools are closed and students and teachers work in distance. Students learn by doing (projects or problem-solving) and thinking about what they do and then teachers get enough artifacts and evidence to assess students' achievements.*

Jest to kontynuacja wcześniejszych wystąpień na tej konferencji, tym razem pochyłamy się nad tymi aspektami myślenia komputacyjnego, którym warto poświęcić więcej uwagi w czasach, gdy utrudniony jest kontakt osobisty w szczególności, gdy szkoły są zamknięte, a uczniowie i nauczyciele pracują na odległość. Takie warunki sprzyjają uczeniu się przez działanie, metodą projektów lub metodą problemową. Dla pełnej realizacji idei konstrukcjonizmu ważne jest by, uczniowie myśleli o tym, co robią, do tego zaś niezbędne jest, by wykształcili odpowiednie modele rozumowania. Ponadto, metody projektowa i problemowa, naturalnie dostarczają nauczycielom wystarczającej ilości artefaktów, by mogli ocenić osiągnięcia uczniów.

1. Motto

Mottem tego artykułu jest:

dzieci uczą się w działaniu i myśląc o tym, co robią

[children learn by doing and by thinking about what they do]

Ten cytat pochodzi z artykułu Seymoura Paperta z 1970 roku pod tytułem „Ucząc dzieci myśleć” (ang. *Teaching Children Thinking*). [3]. Papert połączył w tym przesłaniu idee progresywizmu i konstruktywizmu, rozwijające się od przełomu XIX i XX wieków, z wykluwającymi się dopiero ideami myślenia komputacyjnego.

Progresywizm

John Dewey (1859-1952), czołowy przedstawiciel progresywizmu, czyli postępowej pedagogiki, już na przełomie XIX i XX wieków proponował przekształcenie

ówczesnej szkoły, z wiedzą podzieloną na oddzielne przedmioty i przekazywaną przez nauczycieli oraz zajęciami w oddzielnych klasach, w szkołę, która w doborze treści i metod kształcenia miała uwzględniać ucznia, jego potrzeby i zainteresowania. Co więcej uważał, że uczeń powinien zdobywać wiedzę weryfikując ją w doświadczeniu, a więc **uczyć się przez działanie** (ang. *learning by doing*), deklarując tym samym jedność poznania i działania. Dewey był krytykowany za zbyt przesadne liczenie się z doraźnymi potrzebami i zdaniem uczniów, a także za niedocenaenie wykształcenia opartego na systematycznie przekazywanej wiedzy. Możliwe jest jednak, do czego staramy się przekonać w tym wystąpieniu, skuteczne uczenie się przez działanie wsparte odpowiednim rozumowaniem, uwzględniające przy tym zarówno potrzeby oraz zainteresowania uczniów, jak i dbające o systematyczny rozwój ich wiedzy, umiejętności i osobowości.

Myślenie a modele umysłowe

Rozważania metodyczne w różnych obszarach edukacji odwołują się do charakterystycznego dla danego obszaru sposobu myślenia, np. w kształceniu matematycznym – do myślenia matematycznego. W edukacji informatycznej, na czoło wybija się myślenie algorytmiczne i szczegółowe jego rodzaje, jak np.: myślenie rekurencyjne. Bazą dla wybranego sposobu myślenia jest **model umysłowy**, który uczeń kształtuje w doświadczeniu, by posługiwać się nim w myśleniu. Bardziej złożone sposoby myślenia wymagają opanowania zaawansowanych modeli umysłowych. Przykładem zaawansowanego rozumowania i jego modelu umysłowego jest myślenie rekurencyjne. Liczne przykłady użycia rekurencji ilustrują, że jest w tym pojęciu zarówno piękno, jak i prostota. By jednak dostrzec to pierwsze trzeba to pojęcie zrozumieć, ukształtować model rozumowania rekurencyjnego, ale na przeszkodzie temu często stoi właśnie prostota rozwiązań rekurencyjnych.

Obszerne omówienie rekurencji zamieszczamy w przygotowywanej do druku książce [11], tutaj wspomnijmy jedynie o dwóch modelach umysłowych rozumowania rekurencyjnego, by unaocznić znaczenie i wagę wyboru właściwego modelu. Oba modele oddają charakter rekurencji, jako sposobu powtarzania pewnych operacji. We właściwym modelu, zwanym **modelem kopii**, rekurencja jest określana jako „proces, który jest w stanie wywoływać nowe instancje samego siebie i sterować w tym procesie przejściem do kolejnych instancji i powrotem z zakończonych instancji”. Niewłaściwym zaś modelem rekurencji jest **model pętli**. Posługują się nim zwłaszcza początkujący programiści, korzystający z wcześniejszych doświadczeń związanych z iteracją w programowaniu i próbujący przenieść rozumienie pojęcia iteracji na rekurencję. W tym modelu rekurencja jest postrzegana, jako pojedyncza pętla (instrukcja iteracyjna), nie ma w nim wielu instancji tej samej procedury, a parametry i zmienne (np. indeks iteracji) mają charakter globalny. Ta pętla jak i cały proces kończy działanie po osiągnięciu warunku początkowego. [11]

Myślenie komputacyjne

Myślenie komputacyjne robi obecnie zawrotną karierę w edukacji, nie tylko w informatyce. Nie wchodząc w meandry argumentów za taką czy inną definicją tego sposobu myślenia, przyjmijmy najpowszechniej akceptowane określenie:

myślenie komputacyjne to procesy myślowe zaangażowane w formułowanie problemu i przedstawianie jego rozwiązań w taki sposób, aby komputer¹ – człowiek lub maszyna – mógł skutecznie wykonać.

Podkreślmy wyraźnie, że ten proces myślenia obejmuje procesy myślowe zaangażowane zarówno w formułowanie problem, jak i przedstawianie jego rozwiązania, a skuteczność wykonania rozwiązania odnosi się do ewentualnego użycia komputera. Tak było w przypadku Seymoura Paperta w 1980 roku, gdy po raz pierwszy pisał o myśleniu komputacyjnym, wtedy w odniesieniu do matematyki w środowisku języka Logo, do której ponownie odwołał się w 1996 roku. Z kolei, Jeannette Wing w 2006 roku (patrz [12]) określiła myślenie komputacyjne jak „użyteczne postawy i umiejętności, jakie każdy, nie tylko informatyk, powinien starać się wykształcić i stosować”, później jednak wycofała się z uznania myślenia komputacyjnego, jako skrótu od „myśleć jak informatyk”.

Ze względu na różnorodność sytuacji problemowych, w których oczekujemy, że uczeń odwoła się do myślenia komputacyjnego, trudno oczekiwać, by był możliwy jednolity model umysłowy, będący podstawą myślenia komputacyjnego. O złożoności sytuacji może świadczyć przykład myślenia rekurencyjnego dotknięty powyżej, jednego z rodzajów myślenia komputacyjnego, w którym wypracowano właściwy model umysłowy. Myślenie rekurencyjne, z jednej strony – będące jedną z metod myślenia komputacyjnego, z drugiej – bazując na tym modelu wymaga ponadto posłużenia się innymi metodami rozumowania myślenia komputacyjnego, które mają ogólniejsze zastosowania, takie jak:

- *abstrakcja* – wyszukanie w danych i problemie ich istoty i pozostawienie do dalszej analizy i rozważań, a pomijanie cech drugorzędnych;
- *redukcja i dekompozycja* złożonych problemów na problemy prostsze, które są łatwiejsze do rozwiązania, lub których rozwiązanie może być już znane;
- tworzenie *reprezentacji* danych i ich modelowanie;
- stosowanie *heurystyk*, podejścia często intuicyjnego, myślenie heurystyczne prowadzi do nowych pomysłów, jest motorem kreatywności;
- tworzenie *przybliżonych rozwiązań*; ogólnie w przypadkach, gdy dokładne rozwiązanie problemu nie jest możliwe;

¹ *computer* w języku angielskim (na podstawie Webster's New World Dictionary, 1969), to: w pierwszym rzędzie a *person who computes*, a także a *device used for computing*.

Model umysłowy dla myślenia komputacyjnego można wyprowadzić z operacyjnej definicji myślenia komputacyjnego, która określa etapy postępowania podczas rozwiązywania problemów. Podobnie proponujemy w dalszej części dla metody projektów i metody problemowej. Przypomnijmy te etapy [2, 6].

- 1) problem jest formułowany w postaci, która dopuszcza i umożliwia posłużenie się do jego rozwiązania metodami informatycznymi i komputerem lub innymi urządzeniami służącymi do zautomatyzowanego przetwarzania informacji;
- 2) problem polega na logicznej organizacji danych i wyciągnięciu z nich wniosków;
- 3) wyabstrahować reprezentację danych, na przykład w postaci modelu lub symulacji;
- 4) rozwiązanie problemu ma postać ciągu kroków, może więc być otrzymane w wyniku zastosowania **podejścia algorytmicznego**;
- 5) projektowanie, analiza i komputerowa realizacja (implementacja) rozwiązania problemu prowadzą do otrzymania jak najbardziej efektywnego rozwiązania oraz jak najlepszego wykorzystania możliwości i zasobów komputera;
- 6) doświadczenia nabyte podczas rozwiązywania jednego problemu można wykorzystać do rozwiązywania innych problemów, pokrewnych jak i z innych dziedzin.

W tak ogólnym modelu umysłowym, jako bazy dla myślenia komputacyjnego, nie tylko jest możliwe, ale wręcz oczekuje się, że w konkretnej realizacji każdego z etapów jest stosowany odpowiedni model umysłowy, np. model umysłowy rekurencyjnego w kroku 4), jeśli użyta jest rekurencja.

Przestrzeganie tych etapów posługiwania się komputerem przy rozwiązywaniu problemów ma zapewnić, by otrzymywane rozwiązania problemów czy realizacje projektów były:

- **w dobrym stylu**, czyli czytelne i zrozumiałe dla wszystkich zainteresowanych dziedziną, do której należy problem lub projekt;
- **poprawne**, czyli zgodne z przyjętymi w trakcie rozwiązywania założeniami i wymaganiami;
- **efektywne**, czyli nienadużywające zasobów komputera oraz czasu działania, pamięci, oprogramowania, zasobów informacyjnych.

Te cechy mogą stanowić kryteria oceny uczniowskich rozwiązań, przedstawianych bez względu na formę, w szczególności w środowisku uczenia się na odległość, do czego dużym wsparciem może być wirtualne środowisko platformy edukacyjnej wykorzystywane do komunikacji, jak i jako repozytorium materiałów, z którego nauczyciel może czerpać artefakty do oceny pracy i osiągnięć uczniów.

Powyższa charakterystyka myślenia komputacyjnego, stosowanego przy rozwiązywaniu problemów z różnych dziedzin, przypomina kolejne kroki **podejścia (myślenia) algorytmicznego** do rozwiązywania problemów i podejmowania decyzji z wykorzystaniem komputera: Uczeń:

- prowadzi dyskusję nad sytuacją problemową;
- formułuje specyfikację sytuacji problemowej;
- projektuje rozwiązanie: wybiera metodę rozwiązania, odpowiednio dobiera narzędzia komputerowe, tworzy projekt rozwiązania;
- realizuje rozwiązanie na komputerze za pomocą oprogramowania aplikacyjnego lub języka programowania;
- testuje otrzymane rozwiązanie, ocenia jego własności, w tym efektywność działania oraz zgodność ze specyfikacją;
- przeprowadza prezentację i omawia zastosowania rozwiązania.

Charakterystyka myślenia komputacyjnego podana powyżej w jego operacyjnej definicji jest ogólniejsza niż myślenie algorytmiczne, gdyż jest podejściem do rozwiązywania problemów z różnych dziedzin, nie tylko problemów informatycznych. Ponadto, posługiwanie się myśleniem komputacyjnym kształtuje: [2]

- zaufanie i pewność w radzeniu sobie ze złożonymi problemami;
- nieustępliwość w pracy z trudnymi problemami;
- tolerancję dla niejednoznaczności i niejasności;
- zdolność do pracy z problemami otwartymi, dla których nie ma rozwiązań;
- zdolność do współpracy dla osiągnięcia wspólnego celu.

Tyle teorii ...

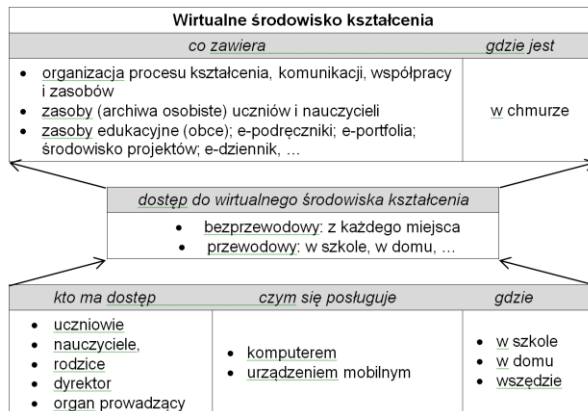
2. I dopadła nas zaraza

Warunki zarazy spowodowały, że z dnia na dzień szkoła wyniosła się ze szkoły (w tym artykule, szkoła to instytucja i budynek szkoły). Co w tej sytuacji stało się z systemem klasowo-lekcyjnym, ugruntowaną formą działania jednej i drugiej szkoły, mało postępową, jeśli przypomniemy sobie początek XX wieku – pozostał niemal nietknięty! A jaki los spotkał **uczniów** – zostali jeszcze bardziej wtopieni w ten system! W artykule „Jak przyciągnąć ucznia ... na odległość” [10], przedstawiamy (cytujemy tutaj niektóre fragmenty tego artykułu), dwie propozycje metod nauczania – odwróconego kształcenia i metody projektów wraz z ich realizacją w wirtualnym środowisku – które mogą pomóc wyrwać się z tego systemu wszystkim: szkołom, nauczycielom, a przede wszystkim uczniom, w rezultacie przyciągając ich, by się uczyli. To są propozycje nie tylko na czas zarazy, ale także na normalne czasy.

Jak mogło być

Ponownie rzut oka na historię. Od dawna są warunki techniczne, by szkole towarzyszyła **wirtualna szkoła**², szkoła poza szkołą. Jakże inaczej wyglądałoby dzisiaj opuszczanie murów szkoły przez szkołę, gdyby miała gdzie się przenieść, gdyby miała przygotowane do tego miejsce. Przygotowane technicznie, ale ważniejsze – przygotowanych do ewakuacji wszystkich aktorów z teatru szkoły: uczniów i ich opiekunów, nauczycieli i administrację.

Sprecyzujmy najpierw, co rozumiemy przez **kształcenie**³ **na odległość** (ang. *distance education*)⁴ w odniesieniu do edukacji. Jest to tryb kształcenia, w którym nie zachodzi jedność czasu i miejsca w odniesieniu do uczniów, nauczycieli i przebiegu zajęć, lub innymi słowy, gdy nauczyciel i uczniowie mogą nie znajdować się w tym samym miejscu lub gdy procesy nauczania i uczenia się nie przebiegają w tym samym czasie⁵. Współczesne kształcenie na odległość bazuje na technologii cyfrowej, jako medium komunikacyjnym i organizacyjnym.



Rysunek 1 Schemat wirtualnego środowiska kształcenia

² Przez **wirtualną szkołę**, a ogólnie **wirtualne środowisko kształcenia** rozumie się środowisko kształcenia, zintegrowane za pomocą technologii. W tym środowisku współdziałają ze sobą podstawowe elementy współczesnego systemu edukacji: uczniowie i ich opiekunowie, nauczyciele, administracja oświatowa, zasoby (treści) oraz metody kształcenia.

³ Tutaj kształcenie obejmuje nauczanie (*teaching*) i uczenie się (*learning*).

⁴ Nie posługujemy się tutaj terminem zdalne nauczanie, w znaczeniu *remote education*, by uniknąć skojarzenia z *remote control*, czego przykładem jest pilot do telewizora – uczeń w żaden sposób nie powinien być sterowany.

⁵ W tradycyjnej szkole, elementami kształcenia na odległość są zadania domowe.

Wraz z pierwszymi komputerami zaczęło rozwijać się e-kształcenie. Około 10 lat temu zaproponowano, by mianem **e-szkoła** określać szkołę, która wykorzystuje technologie informacyjno-komunikacyjne w procesie swojego rozwoju ku lepszemu, bardziej skutecznemu wypełnianiu swojej misji edukacyjnej, wychowawczej i społecznej. Ponad 5 lat temu w formie *Wizji szkoły* (patrz [10]), przedstawiono spójną koncepcję **kształcenia mobilnego** (lub **odmiejscowionego**) w wirtualnym środowiska kształcenia, służącym m.in. do organizacji procesu kształcenia oraz tworzenia i przechowywania indywidualnych cyfrowych zasobów uczniów i nauczycieli, dostępnego w każdej chwili z dowolnego miejsca, w którym jest dostęp do Internetu. Szczególnym przypadkiem takiego środowiska jest **platforma edukacyjna**. Ogólny schemat środowiska wirtualnego kształcenia, uwzględniającego między innymi obecne potrzeby uczniów i ich opiekunów, nauczycieli i szkół jest przedstawiony na rys. 1 – został wykonany w 2014, uwzględniając techniczne możliwości dostępne już wtedy, tym bardziej teraz.

A jak jest

Szkoła wyniosła się ze szkoły i przeniosła do warunków, całkiem nowych dla wszystkich, dla uczniów i ich opiekunów, nauczycieli, administracji szkolnej. System pozostał jednak mniej więcej taki sam: nauczyciel przedmiotu musi przerobić tematy przewidziane planem zajęć sprzed zarazy, by zrealizować odpowiednie zapisy podstawy programowej. Nadal może odwoływać się do papierowych podręczników, dorabiając na gorąco materiały w wersji elektronicznej. Aktywność uczniów sprowadza się do uczestniczenia w lekcjach na odległość, wypełniania poleceń w domu, także poza komputerem, i odrabiania zadań domowych w wersji elektronicznej. Pojawiły się także testy i quizy, często również w wersji elektronicznej.

Przyjrzyjmy się, jak wyglądała typowa lekcja na odległość. W porze przewidzianej na lekcję, nauczyciel i jego uczniowie logują się do wspólnej przestrzeni, nauczyciel ma podgląd na obecność uczniów. Trwa lekcja – wymaga to uwagi i skupienia wszystkich uczniów, nauczyciel daje im coś do wykonania. Lekcja kończy się na ogół zadaniem domowym, które uczniowie mają przesłać przed następną lekcją. Przyjmijmy, że technologia działa bez zarzutu i weźmy pod uwagę to, co różni taką lekcję od jej przebiegu w murach klasy. Nauczyciel musi cały czas panować nad CAŁĄ klasą – to raczej żadna nowość dla niego, ale KAŻDY uczeń musi się mieć na baczności, bo jest cały czas widziany przez nauczyciela. W jednym i w drugim przypadku to dodatkowe obciążenie i w konsekwencji zmiana stylu postępowania. Nauczyciel zadając zadanie domowe musi sprawdzić je wszystkim uczniom, od strony uczniów upada więc strategia „jakoś to będzie”. Przed nauczycielem staje dodatkowe wyzwanie, jak i za co ma oceniać uczniów? Za aktywność na lekcji – to widzi, chociaż trudno na ekranie komputera śledzić obecność i postępy 30 uczniów. Za testy czy zadania domowe – nie ma żadnej metody by sprawdzić, czyja to robo-

ta, indywidualna ucznia czy zespołowa, jaki wkład rodzeństwa, rodziców lub opiekunów, „spółdzielni” w Internecie. To tylko pobieżne uwagi, nieoddające całego spektrum mniejszych lub większych wyzwań, z którymi zmagali się wszyscy aktorzy w teatrze szkoły przez ostatnie 3 miesiące ubiegłego roku szkolnego.

W dalszej części proponujemy odejście od panującego niepodzielnie systemu szkolnego, w wersji realizowanej obecnie w trybie na odległość, ku szkole, wirtualnej, przydatnej również po powrocie szkoły do murów. Skorzystamy w tym z rozwiniętych idei pedagogiki postępowej z początków XX w., wzbogaconych o idee konstruktywistyczne i konstrukcjonistyczne, solidnie oparte na rozwoju modeli umysłowych, na bazie których uczeń dysponuje odpowiednim arsenałem *mental tools*.

Jak wyjść z tego zakłętą rewiru klasowo-lekcyjnego ...

3. Uczenie się metodą projektową i problemową

Pozostawmy wątpliwości z ostatniego akapitu i zaproponujemy, a raczej – przypomnijmy dwa podejścia, które są w stanie uwolnić uczniów i nauczycieli od tradycyjnie prowadzonych lekcji w klasie. Obie propozycje – rozwiązywania problemów i realizacji projektów – są stosowane najczęściej, jeśli w ogóle, jako uzupełnienie zajęć w klasie, prowadzonych tradycyjnie w trybie podającym – nauczyciel podaje, a uczeń odbiera i zachowuje, albo nie. Warunki kształcenia na odległość sprzyjają indywidualnej pracy uczniów, w jednym i drugim podejściu, nienadzorowanej cały czas przez nauczyciela, jednak zorganizowanej według pewnych reguł, które podobnie jak w przypadku etapów myślenia komputacyjnego, prowadzą do wykształcenia modeli umysłowych użytecznych w podobnych, a czasem także odmiennych sytuacjach problemowych. Oba te podejścia mogą znakomicie pomieścić środowiska wirtualne, jeszcze bardziej uwalniając uczniów i nauczycieli od gorsetu klasowo-lekcyjnego, ale jednocześnie będąc ich wsparciem w komunikacji oraz realizacji elektronicznych artefaktów, które dla nauczyciela mogą stanowić bazę dla oceny realizacji zadań, jak również postępów i osiągnięć uczniów (patrz dalej rozdz. 5).

Metodę projektów zaczęto stosować w Stanach Zjednoczonych na początku XX wieku, na długo przed możliwościami wspierania edukacji technologią. John Dewey pisał wtedy o korzyściach dla własnego uczenia się, jakie wnoszą uczniowie z osobiście wykonywanych doświadczeń. Zagorzałym orędownikiem metody projektów był Seymour Papert [4] uznając, że ta metoda kształcenia jest najbardziej odpowiednia w jego „środowiskach uczenia się, w których dzieci współpracują przy projektach, mających dla nich znaczenie i przy znaczących dla nich ideach”.

Papert [4] miał pretensje jednak, że sztywny gorset programów nauczania nie pozwalał na pełną swobodę w tworzeniu, a zwłaszcza w realizacji projektów przez uczniów, którzy na ogół są przywiązani do zajęć szkolnych godzinowym grafikiem lekcji, podziałem na klasy, przydziałem tematów i nauczycieli. Uwierzył go system

klasowo lekcyjny. Przy okazji proponował, że pomiar powinien dotyczyć tego, jak szkoły się zmieniają i co uczniowie są w stanie zrobić ze swoją wiedzą, a nie ile poprawnych odpowiedzi są w stanie udzielić. Jako matematyk sugerował, by nie zaczynać z uczniami od czystej matematyki, ale by była ona wynikiem myślenia matematycznego, formowanego w trakcie zdobywania doświadczeń podczas zajęć prowadzonych metodą projektów.

Projekt jest metodą nauczania, która angażuje uczniów do rozwijania swojej wiedzy i umiejętności w procesie osiągania określonego celu lub tworzenia pewnego wytworu. Tak ogólny opis tej metody nauczania pozostawia wiele swobody w uściśleniu, co to jest projekt i na czym polega oraz z jakich etapów składa się jego realizacja, zawarto w nim jednak dwie najważniejsze cechy tej metody kształcenia: ma **angażować uczniów** oraz przyczyniać się do **rozwaju ich wiedzy i umiejętności**. Realizując oczekiwania Seymoura Paperta, projekt może nie być działaniem pobocznym, poza przewidzianym tokiem nauczania, ale formą realizacji wybranych zapisów programu nauczania lub podstawy programowej.

Z kolei **problem**, definiuje się zwykle bardziej precyzyjnie:

problem występuje wtedy, gdy uczeń ma coś wykonać, jest do tego odpowiednio przygotowany, ale ani nie ma dostępu do rozwiązania, ani nie jest poinstruowany, jak może je otrzymać.

Pojęcie problemu, by nie stwarzało wrażenia, że odnosi się do problemów matematycznych, stanowiących często wyzwanie tylko dla niektórych uczniów, poszerza się znaczeniowo do sytuacji problemowej⁶, której określenie powinno uwzględniać:

1. *Opis środowiska* oraz sytuacji w tym środowisku, która prowadzi do określenia problemu (polecenia, zadania, wyzwania), którego rozwiązanie ma być przedmiotem działania uczniów.
2. *Określenie celu działania uczniów*, czyli przejścia od nakreślonej w punkcie 1 sytuacji do jasno określonego celu.
3. *Określenie reguł, zasad, metod i działań*, które mogą być wykorzystane przez uczniów. Podane tutaj informacje nie określają, jak rozwiązać daną sytuację problemową, a jedynie z czego można skorzystać, czym się posłużyć w sensie podejścia i sposobu rozwiązania.
4. *Określenie zasobów i ich ograniczeń*, z których mogą skorzystać uczniowie.

⁶ Pojęcie **sytuacji** zostało wprowadzone przez Deweya w nieco szerszym sensie, jako warunki, w których uczeń zostaje umieszczony (usytuowany) i w których jest aktywnie zaangażowany w swoje uczenie się. Sytuacja problemowa, tak, jak jest tutaj opisana, ma za zadanie stworzyć takie warunki.

5. Sytuacja problemowa powinna mieć *swoich adresatów*, do których jest adresowana, którym powinno zależeć na jej rozwiązaniu, bo ich dotyczy, bo jest ich problemem.

Opisy sugerowanych zasad i metod rozwiązywania (punkt 3) oraz możliwych zasobów (punkt 4) w określeniu sytuacji problemowej mogą zawierać elementy, z którymi uczniowie nie spotkali się wcześniej. W takim przypadku problem będzie miał charakter badawczy i będzie wymagał od uczniów zbadania przydatności tych elementów w procesie rozwiązywania danego problemu. Największym wyzwaniem dla nauczyciela tworzącego opis sytuacji problemowej jest punkt 6, czyli takie sformułowanie problemu oraz wybranie takiego momentu zajęć, by przedkładane uczniom wyzwanie było warte ich zainteresowania i motywowało ich do zajęcia się jego rozważeniem, analizą i rozwiązaniem. Najlepiej, gdyby znaleźli się w opisanej sytuacji i poczuli się jej właścicielami.

Rozwiązywanie problemu powinno przebiegać zgodnie z pewnymi etapami, które cytujemy za [11] w odniesieniu do sytuacji problemowej:

- A. *Zrozumienie sytuacji problemowej*, wszystkich części jej opisu. Jak już wspomnieliśmy sytuacje problemowe nie powinny pojawiać się w próżni, uczeń powinien być przygotowany z zakresu dziedziny problemu. **Efektom tego etapu jest problem do rozwiązania.**
- B. *Opracowanie planu rozwiązania* problemu wyabstrahowanego z przedstawionej sytuacji z uwzględnieniem podanych metod i zasugerowanych zasobów. Należy pozostawić swobodę uczniom w modyfikacji sposobów rozwiązywania, ale nie sytuacji. Mogą także powrócić do określenia sytuacji problemowej w przypadku wątpliwości i np. uzupełnić wykaz metod i zasobów.
- C. *Wykonanie opracowanego planu działania*. Kłopoty z wykonaniem przyjętego planu mogą wymagać powrotu do poprzednich etapów rozwiązywania.
- D. *Sprawdzenie, czy został osiągnięty cel*, określony w punkcie 2 opisu sytuacji problemowej. Jeśli nie, to powrót do poprzednich etapów, by zmodyfikować działania lub założenia. Na tym etapie uczeń może podjąć decyzję o rezygnacji z dalszych prac na rozwiązaniem danej sytuacji problemowej.
- E. *Etap podsumowania* z aktywnym udziałem nauczyciela. Identyfikacja nowych problemów, które mogły się pojawić, interesujących i wartych kontynuacji działań. Refleksje uczniów nad całym przebiegiem procesu rozwiązywania i podsumowanie, czego się nauczyli i jakie może to znaleźć zastosowanie przy rozwiązywaniu innych sytuacji problemowych. Zadaniem nauczyciela może być, by w dalszych działaniach uczniów zilustrować, jaki mogą mieć pożytek z rozwiązania wybranej sytuacji problemowej.

Kilka budujących przykładów ...

4. Trzy przykłady

W czasie wykładu w miarę szczegółowo opiszemy realizację trzech tematów zajęć, ilustrując nimi powyższe rozważania ogólne.

Budowanie algorytmu

Na rys. 1 są przedstawione łamigłówki typu Sudoku, które już pojawiły się na tej konferencji, rozwiązywane przez uczniów w klasach 1-3. W efekcie, uczniowie rozwijają takie pojęcia, jak: *abstrakcja* – nie ma znaczenia, co układamy, ważna jest zasada obowiązująca ponad układanymi obiektami; *dekompozycja* – stosowanie tej zasady prowadzi do rozkładu łamigłówki na podzadania poprawnego wypełnienia wyróżnionych fragmentów; *algorytm*, który jest krokowym sposobem wypełnienia planszy według odkrytej zasady. Uczniowie mogą rozwiązać wiele takich łamigłówek o różnej złożoności, a następnie, jako indywidualne zadanie wykonane poza klasą, mogą spróbować zapisać, na czym polegał algorytm, który stosowali..



Rysunek 1 Łamigłówki typu Sudoku: abstrakcja, dekompozycja, algorytm

Programowanie: łagodne przejście z bloków do tekstu

Można odnieść wrażenie, że programowanie jest często, w szkole i poza szkołą, nauką języka programowania dla samego poznania języka. Przekonuje się przy tym uczniów, że umiejętność programowania będzie potrzebna każdemu obywatelowi. Podaje się przy tym przykłady największych zwycięstw uczniów w konkursach i zawodach, osiąganych przez niedoścignioną garstkę orłów latających bardzo wysoko. Nie każdy będzie programistą, ale kształcenie umiejętności programowania rozwija logiczne myślenie, kreatywność, myślenie komputacyjne, systematyczne podejście do rozwiązywania problemów. Ponadto, z językiem programowania jest, jak z każdym językiem, posługując się nim trzeba mieć coś do powiedzenia.

W zeszłorocznym wystąpieniu [9] podaliśmy Dekalog programowania, tutaj przytoczmy jedynie najważniejsze cele nauki programowania:

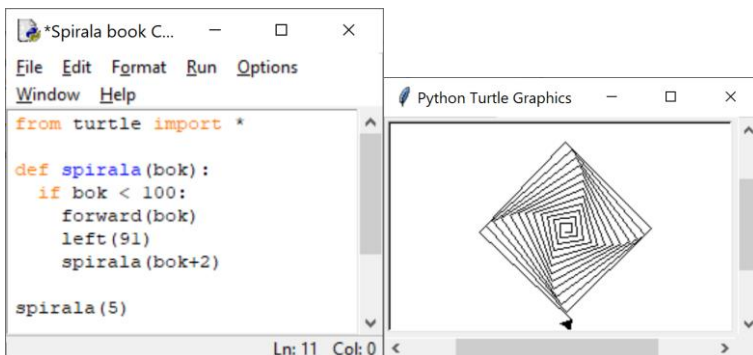
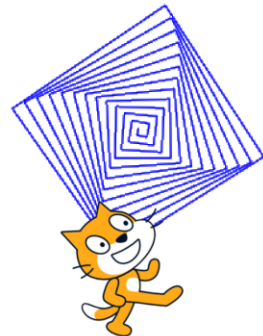
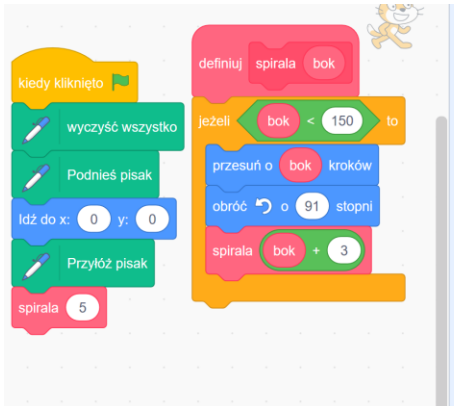
- programowanie to etap rozwiązywania problemu mający na celu komputerową implementację rozwiązania rozważanego problemu, sytuacji problemowej, pewnego pomysłu lub idei – **algorytmu**, bo każdy program jest zapisem jakiegoś algorytmu;
- podobnie, jak tworzenie rozwiązania, także ten etap wiąże się kreatywnością uczącego się, gdyż zaprogramowanie rozwiązania nie jest czynnością automatyczną, a komputer jest dość wymagającym partnerem;
- programowanie to uczenie się przez działanie i wykonywanie, polegające na tworzeniu (konstruowaniu) wytworów (podejście konstrukcjonistyczne) – programów komputerowych; to działanie powinno aktywizować ucznia, nie być odtwórcze, zbyt elementarne, bo może zniechęcić;

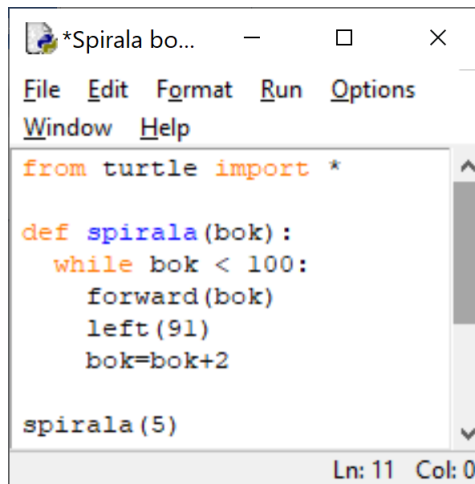
Wybór języka programowania w realizacji podstawy programowej ma drugorzędne znaczenie. Przyjmuje się jednak, że na najniższym, etapie kształcenia język programowania nie powinien stwarzać uczniom zbyt wielu problemów syntaktycznych (składniowych). Odpowiednim wyborem jest tutaj język popularnie zwany blokowym, jak Scratch czy Blockly (w środowisku Godziny Kodowania). Języki tego typu nie umożliwiają jednak programowania typowych i bardziej zaawansowanych algorytmów, dlatego w pewnym momencie powinien pojawić się na zajęciach informatyki C++ czy Python, zwany tekstowym językiem programowania. To przejście między językami powinno mieć charakter spiralnego rozwoju umiejętności programowania, być naturalne dla uczniów, gdyż język gra tutaj drugorzędną rolę. Można tego dokonać ilustrując, że faktycznie wszystkie języki programowania posługują się niewielką liczbą typowych konstrukcji, a są one tylko inaczej zapisywane. W tym celu dobrze jest posłużyć się odpowiednim problemem, który niemal niezauważalnie dla uczniów pozwoli im łagodnie przejść między różnymi środowiskami programowania. Dobrze, aby to przejście było ponadto „wizualne”, zarówno odnośnie samego programu, jak i efektów jego działania. Proponujemy tutaj posłużenie się przykładem rysowania spiral, które mogą być nieograniczonym polem kreatyw-

ności uczniów również z użyciem różnych konstrukcji programistycznych. Proponuję kliknąć w Google na spirale i wybrać Grafika. Przy tym, można pozostawić uczniom pełną swobodę w wyborze tych tworców, poza lekcją i klasą. Można zorganizować klasowy, a później szkolny konkurs na najładniejszą spiralę. Proponowane kroki postępowania:

- utwórz spiralę w Godzinie Kodowania (Kraina Łodu), na dalszym etapie – w Scratchu;
- wyciągnij i wypisz polecenia z bloków, wcześniej zamieniając na angielski;
- utwórz z tego program w Pythonie.

Poniżej jest pokazany przykład przejście od Scratcha do Pythona, dość zaawansowany informatycznie, bo jest w nim rekurencja końcowa (patrz [11]), ale uczniowie nie muszą być tego świadomi.





```

*Spirala bo...
File Edit Format Run Options
Window Help
from turtle import *

def spirala(bok):
    while bok < 100:
        forward(bok)
        left(91)
        bok=bok+2

spirala(5)
Ln: 11 Col: 0

```

Praca z informacją, jej znaczeniem i interpretacją ...

W tabeli 1 przytaczamy przykład z [8], ilustrujący ogólne podejście do realizacji projektów, nakreślone w podręczniku [1]. Ten projekt równie dobrze mógłby być wykonany na lekcjach języka polskiego, ale jako projekt w ramach kształcenia informatycznego, zidentyfikowano w nim elementy myślenia komputacyjnego, których znaczenie daleko wykracza poza ten projekt i poza typowy projekt informatyczny i może znaleźć zastosowanie w podobnych sytuacjach. W porównaniu z zajęciami nt. Sudoku w klasach 1-3, uczniowie powinni świadomie identyfikować elementy myślenia komputacyjnego, którymi się będą posługiwać w trakcie jego realizacji..

Projekt ten może stanowić „szablon” dla projektów związanych z poszukiwaniem, analizą, interpretacją i opracowaniem informacji niemal na każdy temat.

Tabela 1 Rozwiązanie jednego zadania

L.p.	Kolejne kroki w procesie rozwiązania sytuacji problemowej
1.	<p><u>Sytuacja:</u> Wypowiedzi Umberta Eco na temat książek, m.in.: „Jeśli ktoś myśli, że książki znikną, to się myli”</p> <p><u>Zadanie:</u> Raport z projektu polegającego na dyskusji między dwoma grupami uczniów o przeciwnych poglądach.</p>
2.	<p><u>Dane:</u> teksty drukowane i elektroniczne związane z tematem; selekcja/wybór fragmentów ze źródeł – abstrakcja</p>
3.	<p><u>Zasada w danych:</u> fragmenty z tekstów dotyczą losu książek, w tym teksty Umberta Eco</p>

4.	Reprezentacja danych: szablon relacji z dyskusji z przeciwnymi argumentami – odpowiedni układ tabeli: osoby, poglądy, argumenty
5.	Dekompozycja: najpierw wydzielenie w grupach argumentów „za” i „przeciw”, a następnie ich uporządkowanie i ostateczna postać
6.	Algorytm: metoda/tryb postępowania, organizacja dyskusji, uporządkowana relacja z dyskusji
7.	Komputer, program: struktura (automatyzacja) realizacji projektu, „programowanie” edytora – style tekstu, utworzenie w grupie roboczym dokumentu (w chmurze)
8.	Modyfikacje: uwzględnienie argumentów innych osób, poza Umberto Eco i realizatorami projektu

5. Uczciwe ocenianie pracy uczniów

Omówione metody kształcenia, przystosowane odpowiednio do kształcenia na odległość, mogą ułatwić nauczycielowi uczciwe ocenianie pracy uczniów tak, aby ocena, liczbowa lub opisowa, była odzwierciedleniem tego, jak uczeń pracował, jakie są efekty jego pracy, zarówno artefakty będące przedmiotem jego aktywności, jak i nabyta wiedza i umiejętności.

Aby ta ocena była rzeczywiście uczciwa, nauczyciel powinien mieć pewność, że odnosi się ona w pełni do ocenianego ucznia, jego aktywności i efektów pracy. Może to zapewnić nauczycielowi monitorowanie pracy uczniów metodą: **pokaż mi, jak pracujesz i jakie są efekty twojej pracy** (ang. *show your work*). Wirtualne środowisko pracy jest tym miejscem, w którym uczniowie mogą dokumentować przebieg i postępy realizacji swoich problemów lub projektów, na podstawie których nauczyciel będzie mógł ocenić pracę uczniów, a wcześniej – wskazywać im, jak mają pracować i pomagać, jak mają się uczyć.

Pojawiające się przy ocenianiu kwestie niesamodzielności uczniów i ściągania, nie tylko w trybie na odległość, powinny być klarownie postawione, zarówno w interesie szkoły, jak i zwłaszcza uczniów. Dotyczy to nie tylko testów, ale w nie mniejszym stopniu całego procesu uczenia się, w tym również efektów pracy przedstawionymi tutaj metodami. Jedną z kwestii do wyjaśnienia jest określenie granicy między ściąganiem, a cytowaniem, korzystaniem ze źródeł wraz z powołaniem się na źródła, pracą z czyimś tekstem i korzystaniem z niego. Przecież uczeń zawsze korzystał z podręczników i innych książek, zapożyczał z nich treści w swoich opracowaniach i wypracowaniach.

Jak dzisiaj powinna wyglądać praca nauczyciela z uczniem, który ma łatwy dostęp do materiałów w sieci, często w gotowej postaci? Oczywiście uczeń, i nie tylko

on, zawsze będzie starał się ułatwić sobie pracę. Ale jest nauczyciel, który odbiera efekty jego pracy. Jeśli ograniczymy odbiór tych efektów tylko do efektów końcowych, to nie powinniśmy się dziwić, że uczeń dostarczy nam właśnie tylko efekt końcowy. Jeśli nie interesuje nas, jak on to uzyskał, i on o tym wie, to przecież sami się prosimy tylko o te efekty końcowe, których jest pełno w sieci. Co więcej, nawet w przypadku, gdy odbieramy efekt końcowy, program komputerowy, opracowanie lub wypracowanie, to odbiór powinien być połączony z wyjaśnieniem, jak to otrzymałeś, jak to działa. Nawet mało doświadczony nauczyciel jest w stanie wykryć, czy uczeń opowiada o pracy zrobionej przez siebie, czy jest to twór obcy. A jeśli nawet jest to twór obcy, ale uczeń potrafi go opisać, to świadczyć może, że zrozumiał materiał i potrafi go przedstawić, pozostaje jedynie kwestia legalności zapożyczenia – fakt zapożyczenia powinien być ujawniony przez ucznia. Jeśli jakkolwiek aktywność ucznia, zwłaszcza na odległość, nie jest przedsięwzięciem dogłębnie oglądanym przez nauczyciela⁷, to nie możemy się dziwić, że uczeń zabiega tylko o efekt końcowy. Prowadząc projekty studenckie z programowania, prace dyplomowe licencjackie i magisterskie, miałem stały kontakt z ich wykonawcami raz na 2-3 tygodnie oglądając postępy prac. Wykluczone było, aby pojawił się obcy element, z Nieba lub z Internetu, którego nie potrafiłby wyjaśnić student, a który byłby dla mnie zaskoczeniem.

Literatura

1. Gurbiel E., Hard-Olejniczak G., Kolczyk E., Krupicka H., Sysło M. M., *Informatyka to podstawa*, WSiP, Warszawa 2012.
2. ISTE; <http://www.iste.org/learn/computational-thinking>
3. Papert S., Teaching Children Thinking, Taylor, R. (red.), *The Computer in School: Tutor, Tool, Tutee*, Teachers College Press, New York 1980, 161-176; wcześniej praca się ukazała w materiałach World Conference on Computer Education, IFIP, Amsterdam, 1970
4. Papert S., Project-Based Learning, 2001, <https://www.edutopia.org/seymour-papert-project-based-learning>.
5. Sysło M. M., Myślenie komputacyjne: informatyka dla wszystkich, Materiały Konferencji „Informatyka w Edukacji, VIII”, UMK Toruń, 2011.
6. Sysło M. M., Myślenie komputacyjne. Nowe spojrzenie na kompetencje informatyczne, w: Materiały „Informatyka w Edukacji, XI”, UMK Toruń 2014, 15-32.

⁷ Jeden z tekstów na temat ściągania, autor zatytułował dość brutalnie: *Ściągą – gdzie jest nauczyciel?*

7. Sysło M. M., Wprowadzając... porządek, w: Materiały konferencji „Informatyka w Edukacji, XIII”, UMK, Toruń 2016; dostępne na:
<http://iwe.mat.umk.pl/archiwum/iwe2016/?q=node/20>
8. Sysło M. M., Jak myśleć komputacyjnie, Materiały Konferencji „Informatyka w Edukacji, XV”, UMK Toruń, 2018, 3-14.
9. Sysło M.M., Informatyka – fundamenty wdrażania, Materiały Konferencji „Informatyka w Edukacji, XVI”, UMK Toruń, 2019, 95-108.
10. Sysło M. M., Jak przyciągnąć ucznia ... na odległość, Wiosna 2020;
<http://mmsyslo.pl/>
11. Sysło M. M., *Myślenie komputacyjne w praktyce edukacyjnej*, WN PWN, Warszawa 2021 (w przygotowaniu).
12. Wing J., Computational thinking, *Comm. ACM* 49(3), 2006, 33–35