

Ryszard Jasek* ,Czesław Kizowski**
Wyższa Szkoła Inżynieryjno Ekonomiczna w Ropczycach*
Uniwersytet Rzeszowski**

MODELOWANIE INFORMACYJNE – JAKO KATEGORIA DYDAKTYCZNA W NAUCZANIU FIZYKI

Information modelling as didactic category

Streszczenie

Ważnym i aktualnym kierunkiem rozwoju współczesnych procesów poznawczych jest modelowanie z wykorzystaniem elementów informatyki. Modelowanie informacyjne może być odnoszone do wszystkich aspektów rozwoju społeczeństwa, tj. kulturowego, naukowego, technologicznego i edukacyjnego. W artykule przedstawiono zastosowanie teorii informacji do modelowania procesu dydaktycznego w zakresie nauczania fizyki. Rozważano zagadnienia tworzenia, przetwarzania oraz wykorzystania informacji jako kategorii dydaktycznej. Zaproponowano konstruktywistyczny model efektywnego nauczania i uczenia się.

Abstract

In the present time modelling which uses information science is an important and relevant direction of modern cognitive processes development. Information modeling is relevant to all aspects of the society development such as cultural, scientific, technological and educational.

The article presents the use of an information theory for modeling didactic process in teaching physics. The issues considered are creating, processing and using information as didactical category. The constructive model of effective teaching and learning has been suggested.

1. Wprowadzenie

Obecnie społeczeństwo dysponuje nowymi technikami tworzenia, gromadzenia i przekazu informacji, które wywierają duży wpływ na sposób jego funkcjonowania. Poprzez wykorzystywanie różnych technik oddziaływania na człowieka można kształtować jego wiedzę, umiejętności, myślenie i potrzeby życiowe. Nabywanie wiedzy związane jest ściśle z dostępem do informacji, szybkością jej przetwarzania oraz efektywnym sposobem jej gromadzenia na takim poziomie, aby była łatwo przyswajana. Zakres wiedzy i umiejętności niezbędnych do sprawnego funkcjonowania człowieka we współczesnym społeczeństwie jest

bardzo duży, natomiast przyrost informacji i szybkość jej przetwarzania przekracza możliwości percepcyjne człowieka¹ [1].

Niezbędnym warunkiem sprawnego funkcjonowania człowieka w społeczeństwie staje się nabywanie wiedzy ogólnej w zakresie podstawowych praw przyrody oraz wiedzy specjalistycznej w obszarze zawodowym.

Pojawia się konieczność poszukiwania optymalnego wariantu w nauczaniu przedmiotowym. Optymalny wariant nauczania to najlepsze rozwiązanie prospektywne, w którym cele nauczania wywodzą się z antropologii filozoficznej i psychologii rozwojowej [7]. Wydaje się, że jednym z możliwych nowych rozwiązań jest modelowanie informacyjne z wykorzystaniem technologii komunikacyjnych oraz stosowanie w praktyce pedagogicznej konstruktoryzmu jako filozofii nauczania i uczenia się.

2. Podstawowe pojęcia dotyczące modelowania informacyjnego

Pojęcia informacja, wiadomość, komunikat mają znaczenie pojęć pierwotnych, co z założenia wyklucza możliwość precyzyjnego ich określenia za pomocą pojęć prostych. Jednak można je zilustrować przykładami roboczych definicji odnoszonych do dyscyplin naukowych oraz dydaktyki fizyki [2].

Informacją nazywamy wszystko to, co możemy zużytkować do bardziej sprawnego wyboru działań prowadzących do określonego celu [2]. Informacją w tym rozumieniu mogą być obserwacje, obrazy, pomiary, dane liczbowe, publikacje, itp. Informacja posiada formę oraz wartość, która jest charakterystyczna dla badanego obiektu.

Obiekt informacyjny jest to organizm żywy, struktura materii, urządzenia techniczne oraz systemy stworzone przez wybrane obiekty, publikacje naukowe, opracowania dydaktyczne. Obiekt informacyjny składa się z sygnału materialno-energetycznego oraz przypisywanych mu właściwości informacyjnych.

Wiadomość jest pewną konstrukcją symboliczną, której można przyporządkować informacje w sposób jednoznaczny lub wieloznaczny, zdeterminowany lub losowy. Wiadomość jest rozpoznawalną formą znakowo-obrazową określoną na obiekcie fizycznym [2].

Komunikatem (przekazem) nazywa się odpowiednio zakodowany ciąg wiadomości zawierający pewną ilość informacji.

¹ Termin Modelowanie informacyjne funkcjonuje w naukach informacyjnych, technicznych, szczególnie technice informacyjno pomiarowej [2]. W dydaktyce fizyki funkcjonuje termin modelowanie informacji.

Tezaurus – zbiór semantycznie i hierarchicznie powiązanych terminów, ułatwiający wyszukiwanie pochodnych informacji lub słownik wyrazów bliskoznacznych dołączany do niektórych procesorów tekstu. Zbiór terminów z jednej dziedziny.

Język – jest to system społecznie wytworzonych uniwersalnie obowiązujących znaków, symboli (ogólnie słownika) i oraz reguł formowania a funkcjonujących jako narzędzie komunikacji społecznej [6]. Istnieją języki wytworzone sztucznie, są to głównie języki dyscyplin naukowych.

3. Związek modeli języka z modelem języka fizyki

Wraz z rozwojem nauki języki narodowe przestały wystarczać do ścisłego opisu zagadnień naukowych. Zaczęto wprowadzać języki wytworzone sztucznie. Pierwszym językiem, który został wprowadzony był język matematyki. Elementy języka matematyki przeniknęły do języków narodowych przyjmując jednak różne formy lingwistyczne w poszczególnych grupach językowych. Lingwistyka mogła posługiwać się konstrukcjami teoretycznymi właściwymi dla każdej dyscypliny naukowej.

Model języka fizyki ma charakter dwustopniowy. Na jednym ze stopni buduje się logiczne wypowiedzi dotyczące abstrakcyjnych modeli, a na drugim dokonuje się interpretacji tych symboli. Ta dwustopniowa struktura objawia się przy opisie zjawisk fizycznych za pomocą języka matematyki, gdzie pojawiają się dwa języki: pierwszy to język symboliki matematycznej natomiast drugi to język naturalny wzbogacony o specjalistyczną terminologię [4]. W dydaktyce szkolnej niezbędna jest znajomość języka matematyki oraz języka naturalnego. Najbardziej charakterystyczną cechą języka fizyki jest jego **słownik**. Terminy fizyczne oznaczają nazwy przedmiotów, rzeczy, zjawisk oraz są bardzo ściśle powiązane z teoretycznymi koncepcjami fizyki. Terminologia ulega ewolucji wraz z rozwojem fizyki, przy czym zmiany te wynikają z rozwoju języka naturalnego oraz teorii fizycznych. Innymi słowy rzeczą pierwotną była potrzeba ścisłości i jednoznaczności języka, zaś wtórną wprowadzenie ścisłej terminologii- a nie odwrotnie. Należy tu dodać, że ścisła terminologia fizyczna dopiero w połączeniu z **polimorficznością języka fizyki** oraz z niezbędną umiejętnością operowania kontekstem daje precyzyjne, a jednocześnie elastyczne narzędzie językowe, spełniające wymogi współczesnej fizyki.[11]

Dla porządku należy wymienić pozostałe cechy języka fizyki:

- zmienność
- metaforyczność
- kodowy charakter

- ezoteryczność

Język fizyki szkolnej na każdym etapie nauczania jest różny od potocznego języka zarówno pod względem znaczeniowym, jak i składniowym. Język ten nawiązuje do języka matematyki, pedagogiki i psychologii wykorzystuje język literacki, a jednocześnie wprowadza reguły i pojęcia występujące w fizyce. W związku z tym jednym z celów nauczania fizyki powinno być wprowadzenie uczniów w sferę językową fizyki, ale w taki sposób by język fizyki stał się atrakcyjną i ciekawą formą przyciągania uczniów do frapujących treści, a nie elementem odstrasającym[11].

4. Modelowanie informacyjne

W naukach informacyjnych opis w szeroko interpretowanym języku lingwistycznym (słabo lub silnie sformalizowanym języku dyscyplin naukowych) jest modelem informacyjnym.

W dydaktyce modelowaniu informacyjnemu podlega przekaz wiedzy (informacji).

Główną ideą modelowania informacyjnego odnoszoną do szeroko rozumianych procesów poznania rzeczywistości jest określenie w sposób jawny ustrukturyzowanych zasobów wiedzy, systemów formalnych nauki, technicznych środków komunikacyjnych tworzących wspólny system odniesień (tzw. bazę), między obiektem poznania a podmiotem poznania i działania [2].

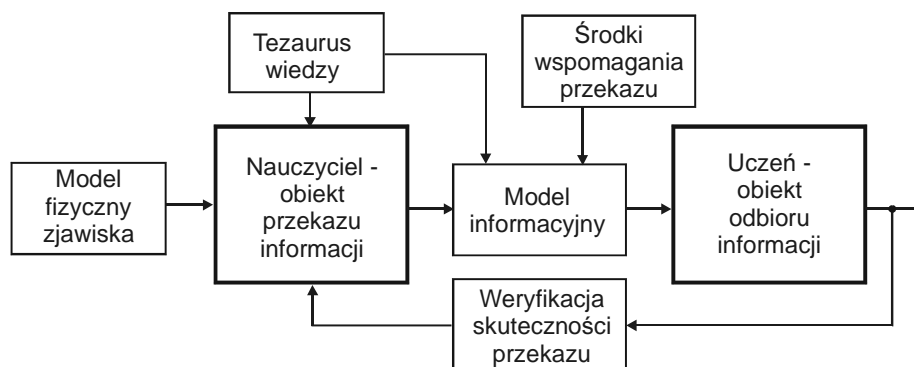
w skład zasobów bazy wchodzi:

- wielkości fizyczne, prawa, zasady, teorie,
- hybrydy materialno-abstrakcyjne,
- konstrukcje symbolowe – abstrakty matematyki,
- środki techniczne realizacji procesów komunikacyjnych.

Opisywanie rzeczywistości z wykorzystaniem pojęć abstrakcyjnych (znaków, symboli, obrazów) i konstrukcji symbolowych należących do przestrzeni komunikacyjnych jest działaniem w obszarze modelowania informacyjnego jakościowego lub ilościowego. Modelowanie informacyjne może mieć zasięg lokalny lub globalny i może być realizowane poprzez podmiot indywidualny, zbiorowy lub cywilizacyjny.

Głównym problemem modelowania informacyjnego w dydaktyce fizyki jest wybór informacji naukowych i transponowanie ich na poziom nauczania szkolnego. Obiektem modelowania jest informacja dotycząca zjawisk fizycznych oddziaływań, struktur materii,

procedur pomiarowych i badawczych oraz praktycznych zastosowań teorii fizycznych w relacji Fizyka \Leftrightarrow Dydaktyka fizyki.



Rys. 1. Schemat modelowania informacyjnego w nauczaniu

Przekaz informacyjny obejmujący określony zasób wiedzy wykonany w języku dostosowanym do poziomu kształcenia i możliwości percepcyjnych ucznia jest przykładem modelowania informacyjnego, które znajduje zastosowanie w praktyce pedagogicznej. Przetwarzanie informacji z zachowaniem w/w cech modelowania informacyjnego może być uznane za kategorię dydaktyczną.

4.1. Charakterystyka modelu informacyjnego

Model informacyjny charakteryzuje się podatnością na zabiegi formalizacyjne polegające na zmniejszaniu zakresu interpretacji, nie wymaga zmian zasad tworzenia sformalizowanych, ilościowych obrazów rzeczywistości.

Model informacyjny wymaga:

- ujednolicenia kategorii pojęć wykorzystywanych we wspólnym obszarze działań kreacyjno – interpretacyjnych opierających się na zasobach wiedzy ludzkiej;
- ustalenia zasad tworzenia szczegółowych modeli informacyjnych, opierających się na jawnym wskazaniu:
 - a) systemów formalnych nauki (paradygmaty, aksjomaty, prawa i teorie);
 - b) założeń upraszczających kreowane opisy rzeczywistości i ich granic zastosowania;
 - c) struktury i miejsca wykorzystania modeli (umowny poziom poznania);
 - d) dróg przesyłu sygnałów komunikatów i obiektów informacyjnych związanych z realizowanym procesem poznania.

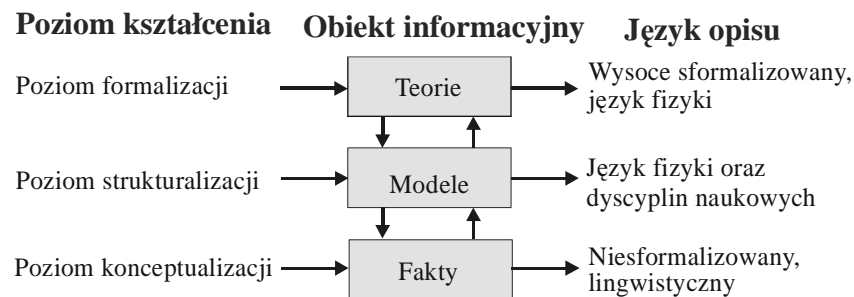
5. Funkcje modeli informacyjnych w dydaktyce fizyki

Wprowadzenie do procesu dydaktycznego zasad modelowania informacyjnego wymaga:

- znajomości struktury dydaktycznej wiedzy fizycznej, którą przedstawia rysunek 2 uzupełniony o język opisu.

- rozpoznania wiedzy potocznej ucznia - istnieje różnica między wiedzą nauczyciela a indywidualną wiedzą ucznia. Różnica jest nie tylko ilościowa lecz również jakościowa polegająca na tym, że poszczególne elementy są inaczej określone oraz powiązane innymi relacjami,

- uściślenia sposobów przekazu informacji dotyczących form (lingwistycznych, akustycznych, obrazowych).



Rys. 2. Struktura dydaktyczna wiedzy fizycznej [5]

- modele wykorzystuje się wtedy, kiedy chce się przedstawić jakąś dziedzinę zjawisk za pomocą innej dziedziny, lepiej zbadanej, łatwiejszej do zrozumienia,
- charakter i stopień uproszczenia rzeczywistości wnoszony przez model może zmieniać się z upływem czasu,
- jedną z ważniejszych funkcji modelu informacyjnego jest tłumaczenie – wyjaśnianie zdarzeń i faktów rzeczywistych w świetle wiedzy wcześniej przyswojonej, co ułatwia i niejako gwarantuje zrozumienie materiału nauczania,
- w efekcie tworzone są nowe struktury wiedzy.

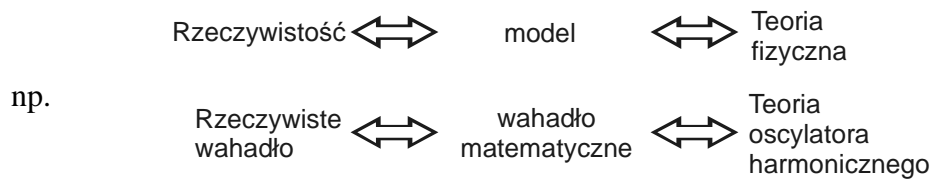
W odniesieniu do nauk przyrodniczych modele informacyjne wymagają weryfikacji doświadczalnej.

5.1. Posługiwanie się modelami w praktyce dydaktycznej

Modelowanie jako metoda poznania a także nauczania składa się z czterech podstawowych ogniw:

1. Wydzielenie określonych właściwości badanego obiektu-oryginału, postawienie celu (sformułowanie problemu).
2. Zbudowanie lub wybranie modelu (przedmiotu, zjawiska).

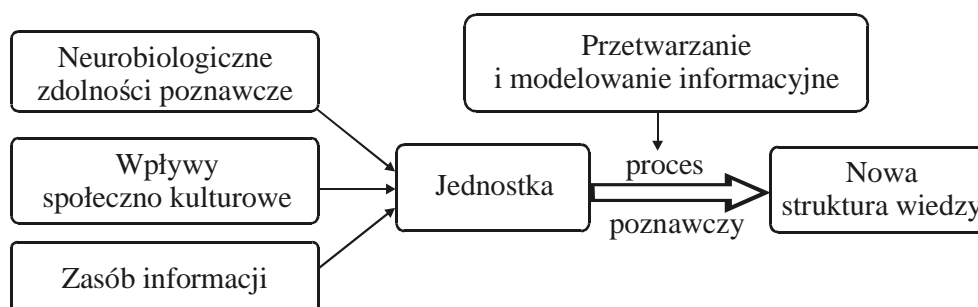
3. Badanie modelowe oparte na modelach materialnych lub myślowych. Model jest tutaj przedmiotem rozważań, studiów, podaje się go oddziaływaniu rzeczywistemu lub pomyślanemu, rejestruje się jego „reakcję” i wyciąga wnioski.
4. Przeniesienie informacji otrzymanej w toku badania modelu na oryginał (przedmiot, zjawisko). Model informacyjny „biorąc udział” w procesie przekazu informacji staje się pomostem między teorią a rzeczywistością. Pozwala na weryfikację założeń teorii i nade wszystko umożliwia posługiwanie się teorią przez uczniów.



Rys. 3. Przykład zastosowania modelu informacyjnego w praktyce

6. Konstruktywistyczny pogląd na nauczanie i uczenie się z wykorzystaniem modelowania informacyjnego (w załączeniu materiały dydaktyczne)

Konstruktywistyczne ujęcie procesu nauczania i uczenia się akcentuje aktywność uczącego się, w wyniku której uczeń konstruuje własną wiedzę, a nie przyswaja jej jako przekazanej przez nauczyciela. Każdy uczeń tworzy własne zasady i modele. Uczenie się jest samoregulującym się procesem mentalnym, w którym konstrukty mentalne dostosowują się do nowych działań. Konstruktywizm jako teoria dopuszcza możliwości odkrywania rzeczywistości przez realizację określonych czynności. Są nimi obserwacja, doświadczenie, stawianie hipotez, analiza i tworzenie wniosków. Konstruktywistyczne nauczanie i uczenie się posługuje się schematami (konstruktami). Staje się więc rzeczą naturalną stosowanie w procesie nauczania i uczenia się modelowania informacyjnego z wykorzystaniem technologii informacyjnych jako dróg przesyłania i przetwarzania informacji. Tak zdobyta wiedza jest zależna od subiektywnych zdolności poznawczych ucznia, wpływów społecznych oraz umiejętności zdobywania i przetwarzania informacji. Ilustruje to rysunek 4.



Rys. 4. Czynniki warunkujące proces poznawczy

Celem uczenia się jest konstruowanie własnego zasobu wiedzy i jej wykorzystanie w konfrontacji spostrzeżeń i analiz oraz informacji wcześniej odkrytych lub przekazanych. Uczeń poszukuje związków między faktami, analizuje je i przewiduje zależności między nimi. Konstruktywistyczny model kształcenia służy usprawnianiu wyższych procesów poznawczych, analizy, syntezy i oceny. Działania poznawcze podejmowane w procesie zdobywania wiedzy są aktywnie ukierunkowane. Uczeń oddziałuje zatem na elementy poznawanego środowiska, uczy się obserwacji zmian i interpretacji wybranego przez siebie celu. O skuteczności jego działań świadczy ich realizacja odnoszona do rzeczywistego problemu obrazującego świat realny. Zdobyte w procesie poznawczym informacje uzupełniają istniejącą w pamięci ucznia wiedzę. Kreowany przez doświadczenie obraz rzeczywistości ostatecznie ulega weryfikacji (restrukturalizacji) zgodnej z wiarygodnym modelem tej rzeczywistości.

6.1. Przykład zastosowania koncepcji informacyjnego techniki modelowania informacyjnego w nauczaniu fizyki

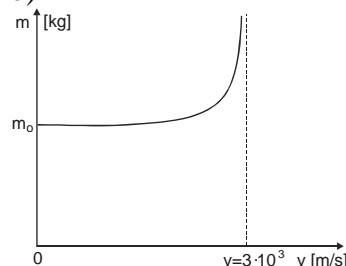
Istotny w nauczaniu jest proces wzbogacania wiedzy zgodnej ze strukturą wiedzy już posiadanej. Do takich procesów zaliczamy odkrycie nowego prawa, czy też odkrycie nowego pierwiastka. Nowy element wiedzy włącza się do istniejącej struktury. Sprawa się komplikuje przy braku takiej zgodności, gdy zachodzi konieczność restrukturalizacji, obejmującej zmianę własnej wiedzy (zmiany wzorca), który już posiadamy.

W fizyce możliwe są odkrycia, które nie mieszczą się zupełnie w dotychczasowej strukturze wiedzy. Przykładem może być teoria względności. Z teorii względności Einsteina wynika, że masa zależy od prędkości wg wzoru przedstawionego na rys. 5. Zmianę masy w funkcji prędkości przemieszczania się obiektu można wyrazić za pomocą modelu reprezentowanego np. przez wzór matematyczny. Badanie tego modelu przy wykorzystaniu teorii i technologii informacyjnych, jest modelowaniem informacyjnym, prowadzącym do wniosku zobrazowanego wykresem (rys. 5b) i w efekcie do restrukturyzacji wiedzy.

a)

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

b)



Rys. 5. Przykład modelu wprowadzającego nowe teorie do nauczania [10]

a) model matematyczny, b) interpretacja graficzna

Istota okrycia Einsteina polegała na tym, że wprowadzała radykalną zmianę do fragmentu struktury wiedzy dotyczącej rozumienia masy. Tego rodzaju zmianę nazywamy restrukturalizacją. Podobne rozumowanie może być odniesione do innych zjawisk na przykład zjawiska fotoelektrycznego.

6.2. Warunki podejmowania restrukturalizacji wiedzy przez ucznia

Proces nauczania może kończyć się łatwym stwierdzeniem potencjalnej zgodności i zachowaniem zainteresowania lub stwierdzeniem zgodności i zapamiętaniem. Spełnienie tych warunków oznacza zrozumienie. Gdy proces nauczania kończy się stwierdzeniem sprzeczności z dotychczasową wiedzą, prowadzi to do rekonstrukcji wiedzy. Warunki podejmowania rekonstrukcji wiedzy przez ucznia można przedstawić następująco:

1. Powinna wystąpić poważna niezgodność z istniejącymi strukturami.
2. Nowy koncept musi być generalnie zrozumiały.
3. Musi być wstępnie możliwy do podjęcia.
4. Powinien być potencjalnie istotny, np. tłumaczyć coś ważnego, otwierać nowe gałęzie zainteresowań lub zastosowań.

W oparciu o konstruktywistyczne metody nauczania można zebrać cztery warunki, które nauczyciel powinien spełnić by nastąpiła restrukturalizacja wiedzy ucznia:

1. Nauczyciel musi zidentyfikować posiadaną przez ucznia wiedzę potoczną, stosując odpowiednie techniki, np.: rozmowa, dyskusja z uczniami, testy, obserwacja, itp.
2. Należy wywołać wątpliwości poprawności wiedzy potocznej dotyczącej danego zagadnienia. Najskuteczniej można to osiągnąć przez ukazanie sprzeczności z doświadczeniem lub zdrowym rozsądkiem.
3. Wprowadzenie nowych idei: najlepiej realizować metodą inspiracji z wykorzystaniem technik informacyjnych stymulujących inwencję ucznia.
4. Stworzenie możliwości stosowania nowych idei tak by uczeń nabrał do nich zaufania,

w celu wytworzenia koniecznych powiązań z elementami wiedzy już posiadanej.

W procesie nauczania uwzględniającym współczesne osiągnięcia teorii i technologii informacyjnych zmienia się funkcja nauczyciela. Nauczyciel staje się kreatorem w obszarze zdobywania i przetwarzania informacji. Planując swoje działania dydaktyczne, za główny cel swoich działań powinien na pierwszy plan wysunąć problem: **czego nauczyć, zamiast czego nauczać**, aby uczniowie mogli przenieść wiedzę i umiejętności uzyskiwane w ramach nauczanego kursu fizyki na inne dziedziny nauki i do życia w ogóle. Czy usprawnienie kształcenia w fizyce może sprawić, że uczniowie będą bardziej twórczy, nauczą się metod zdobywania wiedzy, które następnie mogą zastosować w innych dziedzinach nauki. Czy zostaną wyposażeni w wiedzę i umiejętności jej wykorzystania.

7. Podsumowanie

Wprowadzenie rozwiązań konstruktywistycznych do nowego modelu kształcenia realizowanego przy zastosowaniu osiągnięć nauk informacyjnych z wykorzystaniem współczesnych technologii komunikacyjnych może przynieść efekty w postaci:

- aktywnego poznawania świata przez uczniów;
- kształtowania u uczniów myślenia twórczego, które jest czynnością dopuszczającą przewidywanie intuicyjne;
- upodobnienia procesu kształcenia do badania naukowego;
- zainteresowania się uczniów tworzeniem wiedzy;
- uczenie się prowadzenia dyskusji, współpracy oraz refleksji;
- odejście od nauczania na rzecz uczenia się podejmowanego przez uczniów.

W myśleniu człowieka występują operacje i schematy operacji korespondujące ze strukturami logicznymi, które kształtują fizykę i jej strukturę dydaktyczną. Rozwój fizyki określa możliwości i kierunki rozwoju wielu dyscyplin naukowych, technologii materiałowej i informacyjnej. Fizyka pełni też funkcje nauki integrującej dla wielu dyscyplin naukowych i nowoczesnych metod badawczych. Zagrożenie dla integracji współczesnej wiedzy stanowi szybkość z jaką najprostsza współczesna terminologia oddala się od języka potocznego. Oznacza to, że należy poszukiwać technik i metod nowoczesnego kształcenia oraz porozumiewania się. Pewnym rozwiązaniem może być zaproponowana w artykule metoda kształcenia oraz sposoby i techniki jej realizacji w praktyce dydaktycznej.

Bibliografia

1. Bednarczuk W. M.A., Concordia (Educational Technology). Wpływ technologii edukacyjnych na pedagogikę. w Magazyn Edukacji Wirtualnej MEWA nr 3, 2002, Bielsko Biała, <http://www.tyszkiewicz.edu.pl/>.
2. Borek R., Problemy definiowania i interpretacji pojęcia "informacja" w nauce i technice, szczególnie w technice informacyjno - pomiarowej. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, 99, Elektrotechnika z.11 Rzeszów 1992.
3. Dylak S., Konstruktywizm jako obiecująca perspektywa kształcenia nauczycieli, w Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, numer specjalny, 2000. <http://www.cen.uni.wroc.pl/teksty/konstrukcja.html>.
4. Głowacki M., Język matematyczny w nauczaniu fizyki. Wydawnictwo WSP Częstochowa 1994.
5. Jammer M., Concepts of Mass in Contemporary Physics and Philosophy. Princeton University Press. New Jersey, 1964.
6. Mała Encyklopedia "A-Z". Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.
7. Nosal Cz., Potrzeby przemian w edukacji na rzecz rozwoju myślenia. 1992.
8. Sawicki M., Jak uczyć fizyki w gimnazjum. Warszawa 1999.
9. W. Sztoff., Modelowanie i filozofia. PWN 1971.
10. Szydłowski H., Informatyka i dydaktyka w nauczaniu fizyki. UAM Poznań 1997.
11. Ignacy Stępniewski, Zagadnienie języka w początkowym nauczaniu fizyki, Problemy Dydaktyki Fizyki 1977.