

Katarzyna Pardej

Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie

Wyobrażenia jako komponent myślenia technicznego

Słowa kluczowe: kształcenie zawodowe, modele wyobrażeń, kreatywność, myślenie techniczne, wyobrażenia

Key words: vocational education, imagination models, creativity, technical thinking, imagination

Wstęp

Warunkiem sprostania wymagającemu rynkowi pracy i wspierania innowacyjności gospodarki jest posiadanie silnego kapitału ludzkiego w postaci dobrze wyedukowanych fachowców w wielu dziedzinach gospodarki narodowej¹. Każdy członek społeczeństwa przechodzi przez obowiązkowe etapy edukacji formalnej, a dalej, dokonując wyboru kierunku kształcenia, ma możliwość rozwijać własne zdolności, umiejętności, zainteresowania, poszerzać wiedzę, być kreatywnym, gdzie wyobrażenia odgrywa istotną rolę.

Celem artykułu jest ukazanie fundamentalnego znaczenia wyobraźni w myśleniu technicznym, bez której żadna jednostka ucząca się zawodu nie jest w stanie wykonać nawet prostego zadania technicznego. W swoich rozważaniach skupiłam się na szkołach zawodowych, w których uczniowie mają po raz pierwszy bezpośredni kontakt ze swoim przyszłym zawodem.

Czynności poznawcze uczniów szkół zawodowych a myślenie techniczne

Współcześnie wyzwaniem dla szkół staje się doskonalenie w kierunku inkluzyjnym, praktycznym podejściu do nauki, jak również dostosowanie kształcenia

¹ Por. *Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju* przyjęta przez rząd 14 lutego 2017 r., Ministerstwo Rozwoju, <https://www.mr.gov.pl/media/34298/SOR_2017_maly_internet_14072017_wstepPMM.pdf>; *Polityka innowacyjna. Strategie, programy, raporty*, <http://www.pi.gov.pl/Polityka/chapter_95870.asp> [dostęp 4.03.2017].

do oczekiwań pracodawców i aktualnych wymogów rynku pracy. W szkołach zawodowych uczniowie mają szansę rozwijać własne zamiłowania techniczne, zgłębiać wiedzę dotyczącą wykonywania różnych operacji technologicznych, zastosowania narzędzi, budowy maszyn i ich obsługi, kultury technicznej. Jakość nauczania na najwyższym poziomie sprzyja rozwojowi myślenia technicznego, a także inspiruje do podejmowania dalszego kształcenia w danym kierunku w szkołach wyższych. Na studiach absolwenci mający wykształcenie techniczne bazują na doświadczeniach zdobytych w szkole średniej, gdzie przyswajali podstawową wiedzę w danym zawodzie, uczyli się łączyć teorię z praktyką, rozwiązywać zadania problemowe. Na wyższym etapie edukacji uczą się być nowatorskimi, a nawet twórczymi, wymyślać i konstruować wynalazki ułatwiające człowiekowi funkcjonowanie w życiu, pokonywać dysonans poznawczy.

Jednostka stale gromadzi informacje, przetwarza je oraz wykorzystuje do ustawicznego zarządzania swymi czynnościami, ukierunkowanymi na wytwarzanie dóbr materialnych lub służących zaspokojeniu ciekawości poznawczej. Wzbogaca i kształtuje w ten sposób swój system kodowania służący do segregowania informacji i opisywania zbiorów elementów rzeczywistości, a także ujawniania zachodzących między nimi relacji. Uwzględniając sposób kodowania informacji przez osobę uczącą się, procesy poznawcze w praktyce kształcenia zawodowego można podzielić na cztery poziomy: poznania zmysłowego i czynności motorycznych (PZ), modeli wyobrażeniowych (MW), modeli symbolicznych (MS), struktur teoretycznych (ST).

Na pierwszym poziomie przedmiotem poznania zmysłowego jest „element rzeczywistości, niewielki jej fragment, dostępny bezpośrednio obserwacji bez uwzględniania relacji do innych przedmiotów rzeczywistych, z którymi jest on faktycznie związany”². W odzwierciedlaniu rzeczywistości istotne znaczenie mają wrażenia (jednostkowe cechy przedmiotów i zjawisk) oraz spostrzeżenia (ujęte całościowo przedmioty i zjawiska)³. Przedłużeniem procesu spostrzegania jest myślenie, będące procesem poznawczym odzwierciedlającym struktury rzeczywistości i stosunki między jej elementami. Ujawnia się ono w wyobrażeniach i symbolach, cechuje wyższe poziomy czynności poznawczych, m.in. poziom modeli wyobrażeniowych, na którym zakodowane są informacje o zjawiskach, przedmiotach i czynnościach prostych, a także informacje o zjawiskach będących efektem wykonania czynności elementarnych. Wiedza ta wykorzystywana jest do wytwarzania pomysłów planu czynności elementarnych i wyboru pomysłu opty-

² S.M. Kwiatkowski, *Kształcenie zawodowe. Dylematy teorii i praktyki*, IBE, Warszawa 2001, s. 59.

³ zob. T. Maruszewski, *Psychologia poznania. Umysł i świat*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne Sp.z o.o., Gdańsk 2016; P.G. Zimbardo, R.J. Gerring, *Psychologia i życie*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2017.

malnego. Kiedy zachodzi jednak potrzeba opisu rozpatrywanego zjawiska z różnych stron, pojemność informacyjna modeli wyobraźniowych staje się niewystarczająca. Dopiero na poziomie modeli symbolicznych wielostronne odzwierciedlenie rzeczy, zjawisk i działań praktycznych kodowane jest za pomocą pojęć, symboli, znaków umownych lub opisów graficznych.

Na ostatnim etapie drogi uogólniania, na poziomie struktur teoretycznych tworzone są z kolei prawa, zasady, teorie naukowe, opisy matematyczne (strukturalne) zjawisk, a na drodze konkretyzacji stawiane są hipotezy wykorzystania teorii w nowych sytuacjach, dokonywane są ocena i wybór spośród nich hipotezy właściwej za pomocą stosowanej metody weryfikacji teoretycznej, jak również generowane są pomysły metody weryfikacji empirycznej, czyli metody działania praktycznego. Następnie tworzone są plany operacji czynności złożonych i prostych (MS) oraz plany czynności elementarnych (MW). Po przeprowadzeniu weryfikacji teoretycznej tych czynności podejmowane jest działanie motoryczne na przedmiotach na podstawie schematów działania praktycznego i planów czynności elementarnych (PZ).

Schemat czynności poznawczych jest nie tylko modelem systemu kodowania informacji, lecz uwzględniając rodzaj aktywności ucznia adekwatny do metod uczenia się przez przyswajanie i odkrywanie, także modelem procesu dydaktycznego.

Działalność poznawcza ucznia przebiega na dwóch płaszczyznach: percepcyjnej, odnoszącej się do procesów myślenia reprodukcyjnego, i operacyjnej, właściwej procesom myślenia produkcyjnego, jak również między etapami działalności poznawczej ulokowanych na obu tych płaszczyznach w obrębie tych samych poziomów w procesach myślenia logicznego, relatywnie do podjętej przez nauczyciela decyzji⁴.

Uczący się trwale przyswajają materiał, gdy w procesie dydaktycznym zachodzi integracja między wiedzą teoretyczną a działaniem praktycznym, wiedza ta staje się wiedzą operacyjną. Łączenie teorii z praktyką polega na weryfikacji teorii w nowej sytuacji praktycznej stanowiącej kryterium jej prawdziwości. Implikacją przemierzania kolejnych poziomów modelu czynności poznawczych przez ucznia jest napotykanie nowych trudności poznawczych, sytuacji dotąd nieznanych, prowokujących i wymuszających myślenie techniczne.

Myślenie techniczne z jednej strony odnosi się do poznania rzeczywistości (dzięki operacjom myślenia – analizie), z drugiej natomiast do modyfikacji, przekształcania zastanej rzeczywistości (dzięki procesom syntezy, tj. mikrosyntezom

⁴ Zob. L. Kołkowski, *Nauczanie zawodu w systemie szkolnym*, WSiP, Warszawa 1986; L. Kołkowski, S.M. Kwiatkowski, *Elementy teorii kształcenia zawodowego*, IBE, Warszawa 1994; S.M. Kwiatkowski *Kształcenie zawodowe...*

i makrosyntezy, w zależności od złożoności zadania). Dwoistość myślenia technicznego wynika z opozycji dwu pojęć nawiązujących do sfer aktywności ludzkiej, a mianowicie – nauki i techniki. W nauce mamy do czynienia z myśleniem poznawczym ukierunkowanym na poznanie obiektywnego świata, mającym zawsze charakter analityczny. W technice zaś z myśleniem konstrukcyjnym ukierunkowanym na konstruowanie świata sztucznego obiektów użytkowych z przeznaczeniem dla nauki i techniki oraz życia codziennego, mającym zawsze charakter syntetyczny.

Myślenie techniczne należy rozumieć jako „proces rozwiązywania ze zrozumieniem zadań technicznych, odznaczający się: 1) dwoistą procesualną strukturą analityczno-syntetyczną (czyli poznawczo-twórczą, z tokiem dwu- lub wielofazowym, wypełnionym mikrosyntezy i finalną makrosyntezy twórczą) oraz 2) dwuczłonową strukturą przedmiotową, składającą się z a) podsystemu naukowo odkrytych praw przyrody, wraz z wymaganiami ergonomii i ekologii oraz b) podsystemu kategorii technicznych, pojęć, wyobrażeń, języka graficznego, norm i zasad technologii, w konstruowaniu bądź poznawaniu nowych obiektów technicznych”⁵. Takie ujęcie obejmuje charakterystykę procesualną i uprzedmiotowioną, akcentuje korelacje zachodzące między techniką a naukami teoretycznymi oraz podkreśla własną odrębność przedmiotową techniki.

Myślenie techniczne jest działaniem wykorzystującym ludzką pomysłowość, obejmuje wiedzę technologiczną, umiejętności techniczne i technologiczne (inaczej psychomotoryczne) niezbędne do przetrwania ludzkości oraz zaangażowanie emocjonalne⁶.

Myślenie zarówno w zadaniach prostych, jak i złożonych ma zawsze naturę dwoistą. W pierwszym przypadku myślenie ma przebieg prosty, polega na zapoznaniu się z treścią zadania i rozwiązaniu, w drugim jednak ma przebieg złożony, składa się z kilku podejść próbnych lub niewłaściwych rozwiązań, korekt, przerw (w trakcie których umysł stale pracuje i szuka poprawnego rozwiązania) oraz akceptacji poprawnego rozwiązania w syntezie. W trakcie procesu myślenia powstają mikrosyntezy (pomysły, próby rozwiązania), z których jedne zyskują aprobatę, drugie są odrzucane. Akceptowane pomysły są uwzględniane, zapamiętywane albo uwieczniane na rysunku i tworzą makrosyntezę. Błędna makrosynteza wymusza ponowny proces poznawczo-twórczy.

Struktura myślenia technicznego obejmuje trzy podsystemy powiązane ze sobą procesem rozumienia jako gwarantem końcowej, udanej makrosyntezy twór-

⁵ E. Franus, *Wielkie funkcje technicznego intelektu. Struktura uzdolnień technicznych*, Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2000, s. 69.

⁶ O. Autio, R. Hansen, *Defining and measuring technical thinking: Students' technical abilities in Finnish comprehensive schools*, „Journal of Technology Education” 2002, No 14 (1), p. 5-20.

czej, tj. „podsystem stanowiący strukturę procesualną myślenia – obejmujący operacje analizy i syntezy, składające się na proces poznawczo-twórczy prowadzący w efekcie do konstruktywnego rozwiązania zadania, podsystem stanowiący bazę naukową myślenia – odnoszącą się do dorobku nauk teoretycznych będących źródłem praw naukowych i zasad najnowszych nauk kompleksowych ergonomii i ekologii oraz podsystem stanowiący bazę techniczną obejmującą teoretyczny i praktyczny dorobek środków treściowych w postaci kategoryalnych pojęć i wyobrażeń, norm, języka graficznego i in., a także zasad technologii, koniecznych do merytorycznego rozwiązania zadań”⁷.

Rola wyobraźni w myśleniu technicznym uczniów szkół zawodowych

W myśleniu technicznym znaczne miejsce przypisuje się wyobraźni, dzięki której w umyśle powstają wyobrażenia będące odzwierciedleniem spostrzeganego pojedynczego przedmiotu bądź też obrazami złożonymi ze spostrzeżeń przedmiotów podobnych. Są one przechowywane w pamięci i w razie konieczności przywoływane stosownie do wymagań danego zadania, sytuacji. Poszerzaniu repertuaru wyobrażeń i ich modyfikacjom sprzyjają zdobywane doświadczenia. W procesie myślowym wyobrażenia mogą się przekształcać i tworzyć wielorakie kombinacje (przyjmować inną barwę, rozmiar, formę itp.). Raz funkcjonują one jako wyraziste obrazy, innym razem bywają nieostre. W przypadku myślenia opartego na spostrzeganiu konkretnych wytworów wyobrażenia są bardziej szczegółowe, w przypadku zaś myślenia pojęciowego (oderwanego od realnych przedmiotów) wyobrażenia przybierają charakter bardziej ogólny. Proporcjonalnie do wzbogacania wyobraźni pod względem ilościowym i jakościowym wzrastają możliwości twórcze myślenia. Wyobraźnia jest warunkiem koniecznym do wykonywania zawodów technicznych choć pełni rolę służebną względem myślenia słowno-pojęciowego, które steruje procesem twórczym stosownie do warunków zadania⁸.

Posiadanie wyobraźni technicznej, pojawianie się w umyśle wyobrażeń adekwatnych do pojęć, którymi operuje nauczyciel podczas zajęć praktycznych czy zajęć teoretycznych zawodu jest warunkiem niezbędnym podczas nauki zawodu, a w przyszłości jego wykonywania. Nauczyciel przywołujący na zajęciach konkretne pojęcie jest świadomy pojawiania się w mózgu swoich podopiecznych

⁷ E. Franus, *Wielkie funkcje technicznego...*, s. 67-68.

⁸ Idem, *Myślenie techniczne*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, Kraków 1978; J. Kozielecki, *Myślenie i rozwiązywanie problemów*, [w:] T. Tomaszewski (red.), *Psychologia ogólna*, PWN, Warszawa 1995; E. Franus, *Wielkie funkcje technicznego...*

wyobrażeń i nie musi za każdym razem opisywać złożonego procesu wykonywania danej czynności czy operacji technologicznych.

Za przykład posłużyć może lekcja wprowadzająca łączenie paneli fotowoltaicznych, tzw. łączenie mieszane, czyli szeregowo-równoległe. Nauczyciel wyjaśnia, jaki prąd płynie przez oba rodzaje połączenia oraz zwraca uwagę na jego natężenie. Przy połączeniu szeregowym prąd płynący przez każdy element jest jednakowy, łączenie szeregowe zatem zachowuje stałość prądu, lecz napięcie wypadkowe jest sumą napięć na poszczególnych elementach. Przy połączeniu równoległym z kolei napięcie na każdym elemencie jest jednakowe, lecz wypadkowa prądu jest sumą prądów z poszczególnych gałęzi. Nauczyciel demonstruje ilustracje przedstawiające własności połączeń szeregowych i równoległych, po czym tworzy układ mieszany, prezentując sposób analizy z wykorzystaniem wcześniej przedstawionych własności połączeń szeregowych i równoległych. Kolejnym etapem lekcji jest rozwiązanie bezproblemowego zadania polegającego na uzyskaniu układu o zadanych parametrach prądowonapięciowych z jednakowych paneli fotowoltaicznych.

Można przypuszczać, że uczniowie, przyswoiwszy treści przekazywane przez nauczyciela podczas lekcji, będą w przyszłości rozumieli wyrażenie „łączenie szeregowo-równoległe” oraz świadomie nim operowali, jak również posiadali wyobrażenia odnoszące się do tego zagadnienia, pomocne podczas rozwiązywania zadań.

W procesie uczenia się przez przyswajanie uczeń zdobywa wiadomości w zakresie zarówno treści teoretycznych, jak i praktycznych. Na podstawie pokazu wykonanego przez nauczyciela przyswaja on obrazy czynności elementarnych. W efekcie wykonania działania w jego umyśle pojawiają się modele wyobrażeniowe i symboliczne zjawisk i procesów. Przyswaja on ponadto wyeksponowane wartości etyczne, społeczne, estetyczne i materialne. Potrafi także przez naśladownictwo odtworzyć działanie praktyczne. Wie, jakich narzędzi czy maszyn powinien użyć, zna ich fachową nazwę i zasadę ich obsługi, przewiduje rezultaty podjętych działań. Zdobyta wiedza posłuży mu jako podwaliny do uczenia się zawodu przez odkrywanie w toku rozwiązywania zadań problemowych, których rozwiązanie, jak już wspomniano, wymaga myślenia o dwojakiej strukturze, tj. poznawczej i twórczej.

„W procesie dydaktycznym uczniowie szkół zawodowych napotykać zadania wymagające posiadania wyobraźni uprzedmiotowionej, zróżnicowanej pod względem tworzywa myślowego, a zatem wyobraźni przestrzennej, kinetycznej, konstrukcyjnej, operacyjnej, dotyczącej funkcji, tworzyw materialnych, czasu trwania procesów technologicznych, znaków i symboli, prezentacji estetycznej wytworów”⁹.

⁹ E. Franus, *Wielkie funkcje technicznego...*

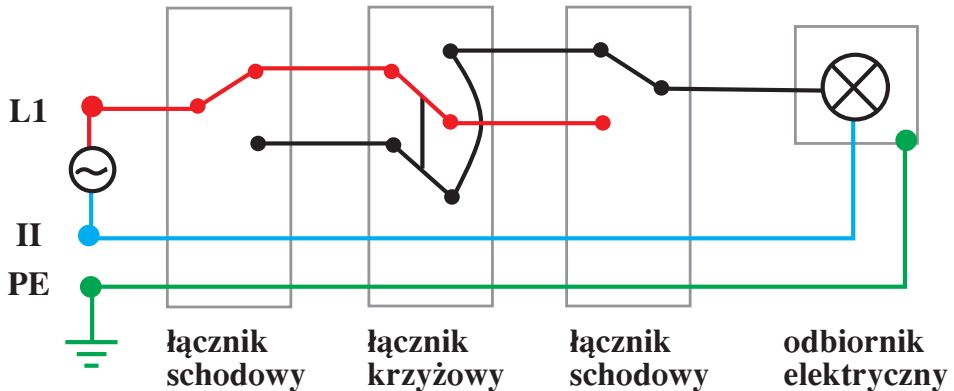
Na rzecz artykułu przybliżono zadania techniczne wymagające od uczniów posiadania różnego rodzaju wyobraźni i wykonania procesów poznawczych skoncentrowanych na różnych poziomach czynności poznawczych, tj. poziomie poznania zmysłowego i czynności motorycznych, modeli wyobrażeniowych oraz modeli symbolicznych. Wśród nich znalazły się zadania grupowe oraz indywidualne. Wybrane przykłady uzmysławiają ścisłą korelację zachodzącą między poszczególnymi poziomami czynności poznawczych, jak również tymi samymi poziomami na drodze uogólniania i konkretyzacji. Zadania wykonywali uczniowie III klas technikum elektrycznego oraz technikum elektroenergetycznego transportu szynowego, a także II klasy technikum urządzeń i systemów energetyki odnawialnej.

Wyobrażenia w myśleniu technicznym uczniów kształcących się w zawodzie technik elektryk

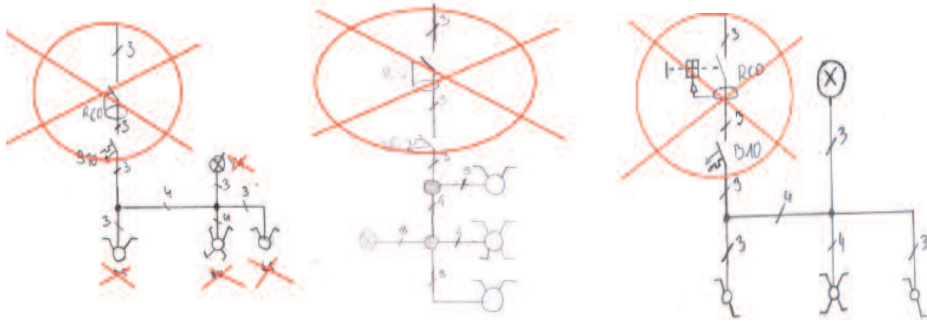
Zadaniem wymagającym posiadania wyobraźni u uczniów np. technikum elektrycznego może być wykonanie oświetlenia schodowego. Na podstawie schematu ideowego, rozwiniętego, podanego przez nauczyciela, uczniowie mieli narysować schemat połączenia i przekształcić go w schemat ideowy jednoliniowy, rozplanować przełączniki i oświetlenie. Po weryfikacji przez nauczyciela schematu połączenia wykonanego w formie projektu na papierze wspomniany projekt należało wykonać na tablicy montażowej, który również został sprawdzony pod kątem poprawności przez prowadzącego lekcję. Czynnością poprzedzającą ten fakt było rozplanowanie umiejscowienia przełączników schodowych, włączników oświetlenia i samego oświetlenia, dokonanie analizy funkcjonalności wyobrażonego schematu. Po dokonaniu tej czynności i – gdy zaszła taka potrzeba – nanieśieniu niezbędnych poprawek, należało przystąpić do montażu. Przy montażu warunkiem koniecznym było przestrzeganie zgodności ze schematem, w celu uniknięcia niepożądanych usterek. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości podczas wykonywania czynności motorycznej należało dokonać zmiany zarówno w montażu, jak i w schemacie.

Problemy, z jakimi borykali się uczniowie, w większości dotyczyły próby wykonania schematu ideowego jednoliniowego na podstawie schematu ideowego rozwiniętego. Nie obeszło się bez nadzoru i pomocy nauczyciela. Najczęstsze błędy to niewłaściwe oznaczenia na liniach schematów, umieszczenie dodatkowych aparatów elektrycznych, których nie było na schemacie ideowym, niewłaściwe narysowanie symbolu wyłącznika RCD (mimo że symbol ten podany był w treści zadania) oraz niestaranne wykonanie schematu. Wynikiem takiego stanu rzeczy jest w szczególności ewidentny brak wyobraźni funkcji u uczniów, którzy

popelniają tego typu błędy. Należy podkreślić fakt, że uczniowie byli w stanie samodzielnie nanieść poprawki w miejscach wskazanych przez nauczyciela. Powyższe wskazuje na negację poprzedniego twierdzenia, gdyż uczniowie posiadają jednak wyobrażenia funkcji, ale uruchamiane są one dopiero przy pomocy impulsu zewnętrznego, którym była w tym przypadku podpowiedź nauczyciela.



Rycina 1. Schemat ideowy rozwinęty
Źródło: badania własne.



Rysunek 2. Wybrane schematy ideowe jednoliniowe wykonane przez uczniów klasy III technikum elektrycznego
Źródło: badania własne.

Montaż wymagał od uczniów rozmieszczenia na tablicy montażowej osprzętu elektrycznego i przymocowania go wkrętami. Metody wykonania przez uczniów były bardzo zróżnicowane. Jedni rozmieszczali elementy główne i dopiero potem łączyli je peszlami, inni po zamontowaniu elementu głównego prowadzili peszel i wówczas przystępowali do montażu następnego elementu głównego. Uczniowie preferujący pierwszy sposób wykonania montażu znacznie szybciej uporali się

z zadaniem niż grupa pracująca według drugiej metody wykonania. Styl pracy pokazuje zróżnicowanie w zakresie posiadania przez uczniów wyobraźni czasu trwania procesów technologicznych (zdarza się, że uczniowie kończą zadanie w ostatnich minutach na to przeznaczonych), a także zróżnicowane pod względem ilości wykonywanych ruchów dodatkowych, zbędnych podczas montażu.



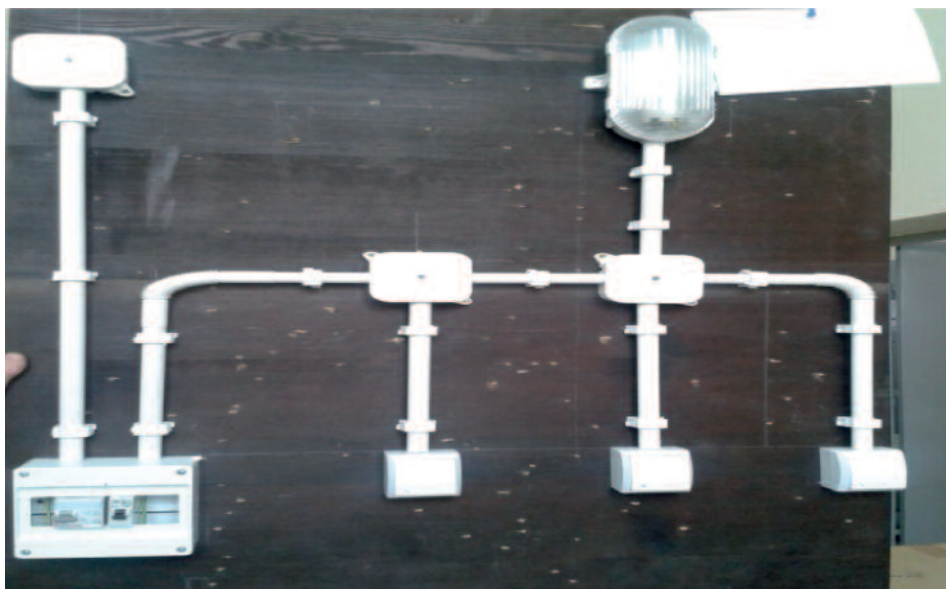
Zdjęcie 1 i 2. Sposoby wykonywania montażu oświetlenia schodowego załączone z trzech miejsc

Źródło: badania własne.

Następnie uczniowie przystąpili do rozmieszczenia aparatów elektrycznych w elementach głównych. Z zadaniem tym uporano się bez większych problemów, co świadczy o braku problemów z wyobraźnią konstrukcyjną u wykonujących.

Ostatnim zadaniem do wykonania było połączenie przewodami aparatów elektrycznych rozmieszczonych na tablicy montażowej. Cztery z pięciu grup wykonały zadanie właściwie. Uczniowie wykorzystali wiedzę zdobytą w procesie kształcenia zawodowego. Takie postępowanie wskazuje także na prawidłowe wyobrażenia znaków i symboli. Ciekawym przypadkiem okazała się piąta grupa, która wykonała połączenie niezgodnie z wykonanym wcześniej schematem liniowym, a pomimo to układ działał prawidłowo. Przyczyną takiej sytuacji był brak przeanalizowania wcześniej wykonywanego schematu, co może wskazywać na ewentualny brak wyobrażenia znaków i symboli. Z drugiej zaś strony podany przykład uzmysławia, że uczniowie wykazali się wykorzystaniem wyobraźni konstrukcyjnej, jak i wyobraźni funkcji. W ich działaniu zabrakło wyłącznie świadomego działania, gdyż, jak się okazało, ich połączenie było czysto przypadkowe. Prawidłowe działanie uczniów, które powinno nastąpić, to naniesienie poprawek na wcześniej wykonany schemat oraz poinformowanie nauczyciela o naniesionych poprawkach.

Uczniowie wciąż pracują nad wyobrażeniami estetycznego wyglądu wytworów. Niektórzy z nich nadal pomijają dbałość o estetyczne ułożenie przewodów w rozdzielnicy i puszkach rozgałęźnych mimo wielokrotnych upomnień ze strony nauczyciela.



Zdjęcie 3. Oświetlenie schodowe załączane z trzech miejsc
Źródło: badania własne.

Uczniowie podczas rozwiązywania zadania musieli wykazać się wyobraźnią przestrzenną, konstrukcyjną, funkcji, znaków i symboli, a także czasu i prezencji.

W procesie kształcenia zawodowego niekiedy występują zadania, których rozwiązanie wymaga dłuższego namysłu. Często po nieudanych próbach rozwiązania problemu uczeń „odkłada” go w czasie lub całkowicie przestaje się nim zajmować. Wówczas, zazwyczaj w przerwie między fazami myślenia, pojawia się olśnienie podpowiadające sposób wykonania zadania. Nie zawsze jednak olśnienie daje poprawny i użyteczny wynik. Występowanie tego zjawiska warunkuje rodzaj problemu i różnice indywidualne między ludźmi. Zgodnie z teorią inkubacji po zaniechaniu kontynuowania procesu rozwiązania generowanie pomysłu w umyśle jednostki przebiega nieświadomie, następuje inkubacja, tj. „wylęganie się” pomysłu rozwiązania, a nagłe uświadomienie pomysłu określamy właśnie mianem olśnienia. Z kolei według teorii wygasania błędnych nastawień w okresie wypoczynku jednostka uwalnia się od niewłaściwych kierunków poszukiwań, a wypoczęty mózg i świeże spojrzenie na problem sprzyjają odkryciu poprawnego kierunku myślenia, czyli doznaniu olśnienia¹⁰.

¹⁰ J. Kozielecki, *Myślenie i rozwiązywanie problemów...*, s. 132-133; zob. też E. Nęcka, J. Orzechowski, B. Szymura (red.), *Psychologia poznawcza*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2008.

Zadania wymagające dłuższego namysłu zadawane są uczniom w postaci pracy domowej, np. uczniowie klasy III technikum elektrycznego przez okres dwóch tygodni mieli zmodyfikować układ zasilania oświetleniowego wykonanego w trakcie wyżej opisanego ćwiczenia z wykorzystaniem przełącznika BIS 411, narysować schemat montażowy i ideowy jednoliniowy bez zmiany topografii rozmieszczenia przewodów oraz ocenić lub wyjaśnić zachodzące między nimi różnice.

„Rysunek techniczny stanowi materialną formę wyobrażeń, a czas przeznaczony na jego odczytanie jest wypełniony intensywną pracą myślową. Służy on do komunikacji i sporządzania dokumentacji skomplikowanych struktur technicznych, ale jest także niezbędnym środkiem do kształtowania się myśli i wyobrażeń technicznych w procesie twórczym”¹¹.

Żadna praca nie została wykonana bezbłędnie, a jedna była całkowicie niepoprawna. Popelniane błędy w większości polegały na niestarannie narysowanych obwodach, błędnych oznaczeniach, a także braku porównania obwodu klasycznego z obwodem przełącznikowym.

Przywołane argumenty różnicujące oba ww. obwody wskazywały na korzyści płynące z instalacji z wykorzystaniem przełącznika bistabilnego BIS 411 z uwagi na tańsze koszty wynikające z zastosowania łączników dzwonekowych i mniejszej ilości przewodów, a więc i złączek potrzebnych do instalacji. Jeden spośród uczniów odniósł się dodatkowo do sposobu montażu obwodu oświetlenia z przełącznikiem. Jego zdaniem występuje mniejsze prawdopodobieństwo pomyłki podczas montażu i potrzeba mniej czasu na jego wykonanie. Niniejsze zadanie uzmysławia, jak niezbędne jest posiadanie wyobraźni podczas wykonywania zadań problemowych. Wymagają one posiadania wyobraźni dotyczącej stosunków oraz sposobów połączeń elementów, o których mowa w zadaniu, ich przeznaczenia i użytku, czasu trwania procesów technologicznych, kodu języka graficznego w rysunkach technicznych, wreszcie walorów estetycznych wytworu.

Wyobraźnia w myśleniu technicznym uczniów kształcących się w zawodzie technik elektroenergetyk transportu szynowego

Kolejnym przykładem jest montaż obwodu silnika indukcyjnego trójfazowego klatkowego z czujnikiem CKF oraz przełącznikiem termicznym. Podobnie wymaga posiadania różnego rodzaju wyobraźni, by wdrożyć najwłaściwsze pomysły i osiągnąć zamierzony efekt.

Zadanie obejmowało montaż na płycie montażowej układu zasilania z sieci TN-S wraz z zasilaniem i sterowaniem silnikiem. Uczniowie klasy III technikum

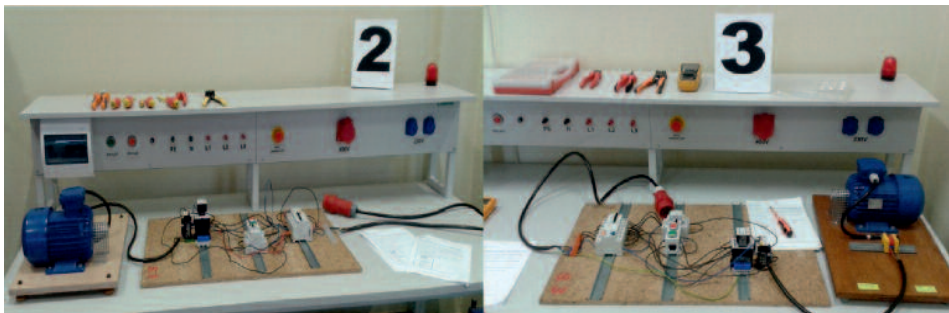
¹¹ E. Franus, *Myślenie techniczne...*, s. 138.

elektroenergetycznego transportu szynowego zostali wyposażeni w główne aparaty elektryczne, rysunki techniczne, schematy itp. Po wykonaniu podłączenia należało zmierzyć rezystancję między dwoma dowolnymi przewodami fazowymi, zmierzyć rezystancję przewodu ochronnego, a także zmierzyć rezystancję izolacji uzwojeń silnika.

Podając wzorcowe działanie, należy zwrócić uwagę, że powinno ono polegać na: prawidłowym zmontowaniu układu zasilania z sieci TN-S zgodnie ze schematami zamieszczonymi do zadania, wykonaniu połączeń elektrycznych konkretnymi typami przewodów, ustawieniu odpowiedniej wartości prądu przekaźnika termobimetalowego na wartość podaną w zadaniu. Po wykonaniu podłączeń uczniowie mieli za zadania stwierdzić prawidłowy kierunek działania silnika oraz pomierzyć rezystancję w trzech wyznaczonych miejscach.

Często popełnianym błędem było złe podłączanie przewodów, objawiające się niewłaściwym ich dokręceniem i brakiem uporządkowania przewodów tzw. pajęczyną. Świadczy to – podobnie, jak u uczniów technikum elektrycznego – o braku wyobraźni estetycznej wyglądu wytworów, jak również o braku wyobraźni konstrukcyjnej pod kątem wykonania połączeń stałych, co uzewnętrzniło się pewnymi dysfunkcjami połączeń. Grupy pracujące nad montażem wykazały się wyobraźnią funkcji, jednak dopiero po ingerencji prowadzącego zajęcia. Ich błędem było nieprawidłowo wykonane połączenie ochronne, które zostało skorygowane przez nauczyciela.

Największych trudności uczniowie doświadczyli podczas wykonywania pomiarów. Prawdopodobnie były one spowodowane brakiem wiedzy lub wyobraźni na temat funkcji urządzeń mierniczych. Dopiero po wyjaśnieniu zagadnienia pomiaru rezystancji przez nauczyciela, uczniowie pod jego nadzorem byli w stanie wykonać zleczone pomiary.



Zdjęcia 4 i 5. Sposoby wykonywania montażu obwodu zasilania silnika trójfazowego indukcyjnego klatkowego z zastosowaniem przełącznika termicznego

Źródło: badania własne.

Czynności poznawcze (na drodze uogólniania i konkretyzacji) w powyższych zadaniach skoncentrowane były w szczególności na poziomie modeli symbolicznych, tj. na etapach odczytywania i tworzenia rysunków technicznych, oraz na poziomie zmysłowym podczas wykonywania montażu. Działanie praktyczne przeprowadzone było na podstawie wytworzonego planu czynności złożonych i prostych, powstałych na poziomie modeli symbolicznych i planów czynności elementarnych, powstałych na poziomie modeli wyobrażeniowych. Działanie praktyczne sterowane jest czynnościami intelektualnymi.

Ciekawym etapem zajęć było symulowanie wykonania niepoprawnego połączenia, pod nadzorem nauczyciela i zaobserwowanie przez nauczanych oddziaływania poszczególnych elementów elektrycznych spowodowanych tym celowym działaniem. Przez niestandardowe działanie nauczyciel odniósł wielki sukces, pobudził tym sposobem wyobraźnię operacyjną i stymulował pojawienie się modeli wyobrażeniowych, których posiadanie stanowi podstawę do różnych operacji myślowych, potrzebnych podczas wykonywania wszelkich zadań technicznych. Uczniowie zaskoczeni byli zachowaniem się połączenia elektrycznego. Z pewnością wykonany eksperyment na długo zostanie im w pamięci, co w przyszłości przyczyni się do uniknięcia tego typu błędów.

Rozwijanie zainteresowań technicznych uczniów, ich wyobraźni i umiejętności technicznych w dużej mierze zależy m.in. od nauczyciela, który odpowiednio ich zmotywuje, np. przez wykorzystywanie niekonwencjonalnych metod i form nauczania czy oryginalnych scenariuszy lekcji¹².

Wyobraźnia w myśleniu technicznym uczniów kształcących się w zawodzie technik urządzeń i systemów energetyki odnawialnej

Do tworzenia modeli wyobrażeniowych inspirujący może być także przykład kolejnego zadania, tym razem zaproponowanego uczniom II klasy technikum urządzeń i systemów energetyki odnawialnej. Zadaniem uczniów było stworzenie niewidocznej przerwy w izolowanym połączeniu drutowym, w taki sposób, aby gołym okiem była ona niedostrzegalna. Do dyspozycji mieli odcinek izolowanego drutu oraz dowolne narzędzia według własnej koncepcji. Zanim przystąpili do czynności motorycznej musieli stworzyć model wyobrażeniowy zjawiska, które pojawi się wskutek wykonania czynności elementarnych, oraz wytworzyć pomy-

¹² Zob. M. Śniadkowski, A. Maj, *Conditions for the development of technical thinking in the learning process* „Advances in Science and Technology Research Journal” 2015, No 25, p. 34-40.

sły sekwencji czynności elementarnych. Mimo pozornie łatwego zadania, jedynie część uczniów mu podołała.

Jedni próbowali wielokrotnym zginaniem przerwać ciągłość drutu miedzianego. Podjęte czynności zakończyły się fiaskiem, ponieważ miedź jest metalem miękkim, plastycznym, co umożliwia wielokrotne zginanie, bez uszkodzeń mechanicznych. Uczniowie nie posiadali wyobraźni operacyjnej ani na temat tworzyw materialnych. Inni próbowali przeciąć drut poprzez wielokrotne uderzenie go młotkiem, twardymi narzędziami, uszkodzić go przez izolację. Podobnie jak poprzednia grupa, ponieśli oni porażkę ze względu na plastyczne właściwości miedzi, o których uczniowie prawdopodobnie nie wiedzieli.

Najwłaściwszym rozwiązaniem wykonanym przez nielicznych było wyciągnięcie drutu z izolacji, przecięcie go szczypcami, podzielenie na dwie części, a następnie włożenie tych drutów do izolacji oraz pozostawienie w środku niewielkiego odstępu, tzw. powietrznej przerwy instalacyjnej. Dało to pożądaną efekt, uzyskaliśmy niewidoczną na zewnątrz przerwę. Rozwiązanie zadania pozwoliło na zasymulowanie uszkodzenia drutu miedzianego, czyli przerw w instalacjach często pojawiających się w życiu.

Kolejne zadanie polegające na wykonaniu turbiny wiatrowej z osią poziomą lub pionową o dowolnej konstrukcji poprzedzone zostało dwoma eksperymentami, które miały uczniom pomóc stworzyć modele wyobrażeniowe dotyczące właściwości konstrukcji papierowej oraz ukształtowania strumienia powietrza w zależności od kształtu przeszkody, co ma wpływ na konstrukcję płatów turbin wiatrowych, a także pobudzić wyobraźnię.

Pierwszy eksperyment polegał na ukształtowaniu kartki formatu A4 z bloku technicznego w taki sposób, aby konstrukcja wytrzymała nacisk kostki metalowej o ciężarze 1 kg. Uczniowie próbowali ją zginać, załamywać, wykonać „most” papierowy o wytrzymałości 1 kg. Pewnej grupie uczniów udało się wykonać sztywną konstrukcję papierową. W tym wypadku idealnym rozwiązaniem byłaby równomiernie zaginana karta papieru w postaci harmonijki o szerokości ścianki ok. 1 cm. Choć uczniowie nie wykonali wzorcowej harmonijki, poprawne konstrukcje bazowały właśnie na tym pomysśle.



Zdjęcia 6 i 7. Konstrukcje papierowe o wytrzymałości 1 kg (niepoprawne i poprawne)
Źródło: badania własne.

Drugi eksperyment polegał na ustawieniu przesłony wiatrowej w celu uniemożliwienia zgaszenia płomienia świecy. Przeszkody płaskie spełniały zadanie, przesłony owalne zaginały strumień powietrza i powodowały gaszenie ognia. Na tej podstawie uczniowie wyciągnęli wnioski o konieczności zaokrąglenia płatów turbiny, w celu zwiększenia sprawności maszyny.



Zdjęcia 8 i 9. Eksperyment przesłon owalnych zginających strumień powietrza i prowadzących do zgaszenia świecy

Źródło: badania własne.

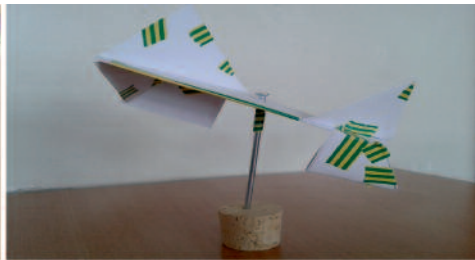


Zdjęcie 10. Eksperyment przesłon płaskich, które nie zaginały strumienia powietrza

Źródło: badania własne.

Po eksperymentach przystąpiono do wykonania modelu turbiny wiatrowej z osią poziomą lub pionową o dowolnej konstrukcji. Celem zadania było zapre-

zentowanie własnej idei, stworzenie koncepcji płatów, ich kształtu, tak aby uzyskać turbinę wiatrową, następnie przedstawić swój pomysł i zaprezentować projekt. Uczniowie mieli do dyspozycji karton papieru, gwoździe, korek, taśmę klejącą, nożyczki oraz linijkę. Wszyscy wykonali i przedstawili swoją wizję turbiny wiatrowej.



Zdjęcia 11, 12 i 13. Modele turbiny wiatrowej z osią poziomą lub pionową o dowolnej konstrukcji wykonane przez uczniów II klasy technikum urządzeń i systemów energetyki odnawialnej

Źródło: badania własne.

Jedni skoncentrowali się na urządzeniu z osią pionową, inni z osią poziomą. Różnice w projektach polegały na zróżnicowaniu kształtu płatów wirujących, skrzydeł, wstęg. Pojawiło się wiele rozwiązań rzadko spotykanych w powszechnie stosowanych konstrukcjach. Nie wszyscy bowiem skoncentrowali się na najbardziej popularnym wiatraku i wymyślali konstrukcje nietypowe, choć czasem nie do końca opracowane. Zjawisko to świadczy o posiadaniu modeli wyobrażeno-

wych i wyobraźni głównie kinetycznej. Innowacyjne modele wskazują na zainteresowanie uczniów techniką energetyki odnawialnej, chęć poszerzania zdobytej na lekcji wiedzy i sięgania do innych źródeł np. Internetu, książek i in., jak również pokazują ich kreatywność.

Podczas lekcji w technikum urządzeń i energetyki odnawialnej przeprowadzono ponadto prosty test w celu określenia poziomu wiedzy teoretycznej uczniów z zakresu teorii elektroniki z wykorzystaniem zasadniczych pojęć na temat obwodów elektrycznych. Niestety wyniki testu wykazały braki w podstawowej wiedzy, co było efektem nieumiejętnego zaszczepienia młodym ludziom wyobraźni matematycznej i myślenia analitycznego. Bez tej podwaliny uczniowie nie poradzą sobie na kolejnych etapach nauki, a ich wyobraźnia nie będzie rozwijała się zgodnie z założeniami programu kształcenia.

Przedstawiony przekrój umiejętności rozwiązywania zadań technicznych daje również możliwość zaobserwowania ogromnej troski i wkładu pracy nauczycieli w rozwój swoich wychowanków, w szczególności zaangażowania w rozwijanie u nich myślenia technicznego, w którym bardzo ważną rolę odgrywa wyobraźnia.

Zakończenie

Wykształcenie dobrego fachowca w danej profesji jest procesem skomplikowanym. W pierwszych latach nauki w szkole zawodowej uczniowie zdobywają podstawową wiedzę zawodową stanowiącą fundament do pogłębiania jej i odbiór dalszych, zaawansowanych treści. Istotne jest zrozumienie podstaw funkcjonowania zależności zachodzących w prawach natury. Mając tę podstawową wiedzę, wiemy, jak dana rzecz zachowa się w określonym środowisku, np. co stanie się z metalem, kiedy poddamy go obróbce cieplnej lub obróbce zimnem. Korzystając z niej, przewidujemy np. zachowanie określonych pierwiastków chemicznych. Ugruntowana wiedza podstawowa stanowi podwalinę do zdobywania kolejnych poziomów wiedzy oraz umożliwia kreowanie nowych rozwiązań, które ułatwią życie ludzkości.

W procesie kształcenia zawodowego uczniowie napotykać na różnorodne zadania techniczne, a ich rozwiązanie wymaga posiadania wyobraźni implikującej pojawienie się wyobrażeń. Jednostka nieposiadająca wyobraźni nie potrafi stworzyć modeli wyobrażeniowych, co prowadzi do niepowodzeń edukacyjnych, uniemożliwia przeprowadzenie procesu poznawczego na pozostałych poziomach modelu czynności poznawczych. Bez wyobraźni, tworzenia modeli wyobrażeniowych uczniowie skazani są na porażkę. W konsekwencji przekłada się ona na porażkę polskiego systemu edukacji, nie pozwala na innowacyjne zaistnienie Polski na arenie międzynarodowej.

Bibliografia

- Autio O., Hansen R., *Defining and measuring technical thinking: Students' technical abilities in Finnish comprehensive schools*, „Journal of Technology Education” 2002, No 14 (1).
- Franus E., *Wielkie funkcje technicznego intelektu. Struktura uzdolnień technicznych*, Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2000.
- Franus E., *Myślenie techniczne*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, Kraków 1978.
- Kołkowski L., *Nauczanie zawodu w systemie szkolnym*, WSiP, Warszawa 1986.
- Kołkowski L., Kwiatkowski S.M., *Elementy teorii kształcenia zawodowego*, IBE, Warszawa 1994.
- Kozielecki J., *Myślenie i rozwiązywanie problemów*, [w:] T. Tomaszewski (red.), *Psychologia ogólna*, PWN, Warszawa 1995.
- Kwiatkowski S.M. *Kształcenie zawodowe. Dylematy teorii i praktyki*, IBE, Warszawa 2001.
- Maruszewski T., *Psychologia poznania. Umysł i świat*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne Sp.z o.o., Gdańsk 2016.
- Nęcka E., Orzechowski J., Szymura B. (red.), *Psychologia poznawcza*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2008.
- Polityka innowacyjna. Strategie, programy, raporty*, <http://www.pi.gov.pl/Polityka/chapter_95870.asp> [dostęp 4,03,2017].
- Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju* przyjęta przez rząd 14 lutego 2017 r., Ministerstwo Rozwoju, <https://www.mr.gov.pl/media/34298/SOR_2017_maly_internet_14072017_wstepPMM.pdf>
- Śniadkowski M., Maj A. *Conditions for the development of technical thinking in the learning process*, „Advances in Science and Technology Research Journal” 2015, No 25.
- Zimbardo P.G., Gerring R.J., *Psychologia i życie*, red. nauk. pol. wyd. Materska M. tł. Czerniawska E. i in., Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2017.

Streszczenie

Celem artykułu było ukazanie fundamentalnej roli wyobraźni w myśleniu technicznym, bez której żaden uczeń szkoły zawodowej nie potrafi wykonać nawet prostego zadania technicznego. Omówiono związek między myśleniem technicznym a czynnościami poznawczymi osoby dążącej do zdobycia kwalifikacji w zawodzie. Przedstawiono też, jak konieczna jest różnego rodzaju wyobraźnia podczas rozwiązywania zadań technicznych przez uczniów szkół zawodowych.

Imagination as a component of technical thinking

Summary

The aim of the article is to present the fundamental role of imagination in technical thinking, without which students of vocational schools are not able to perform any, even the simplest technical task. The article discusses the connection between technical thinking and cognitive activities of people aiming at gaining professional qualifications. It also presents the vocational schools students' need to possess different kinds of imagination necessary to solve technical tasks.