

# Jolanta Zielińska

---

## Wykorzystanie komputera w modelowaniu procesów poznawczych

---

Dydaktyka Informatyki 5, 79-93

---

2010

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

**Jolanta Zielińska**

## **WYKORZYSTANIE KOMPUTERA W MODELOWANIU PROCESÓW POZNAWCZYCH**

### **1. Wprowadzenie**

Teoria rozwoju zakłada, że człowiek stanowi swoisty, autonomiczny układ, przetwarzający napływające doń informacje ze świata zewnętrznego, ale tylko te, które mają dlań znaczenie, powodują jego aktywność, w tym aktywność o charakterze poznawczym. Tradycyjne działania podejmowane w tym zakresie sprawiają, że implementacja zasady rozwoju jest trudna w realizacji, gdyż opiera się na indywidualnej jednostce, posiadającej ograniczony zasób wiedzy.

Zastosowanie komputera w zdobywaniu i wykorzystaniu już posiadanej wiedzy może być wielorakie. Umożliwia on tworzenie nowego, bogatego, różnorodnego środowiska informacyjnego, wprowadza nowe formy komunikowania się, wymusza niepozorowaną, ale faktyczną zmianę nauczania podającego na poszukujące. Komputer może być użyty w dwóch uzupełniających się kategoriach. Jako nowoczesne narzędzie pracy lub/i jako nowoczesny środek dydaktyczny, element szerszego systemu multimedialnego. W pierwszym przypadku pomaga on wykonać szybciej, wydajniej i efektywniej postawione zadanie, w drugim może ukierunkowywać i wspomagać procesy towarzyszące nabywaniu i przetwarzaniu wiedzy, ułatwiać i rozszerzać funkcje poznawcze. Tym samym zapewniać generatywne, konstruktywne przetwarzanie informacji i prowadzić do tworzenia wiedzy proceduralnej, o charakterze kontekstualnym. Ta funkcja wiąże się bezpośrednio z użyciem komputera jako narzędzia poznawczego [Siemieniecki 2002 : 88].

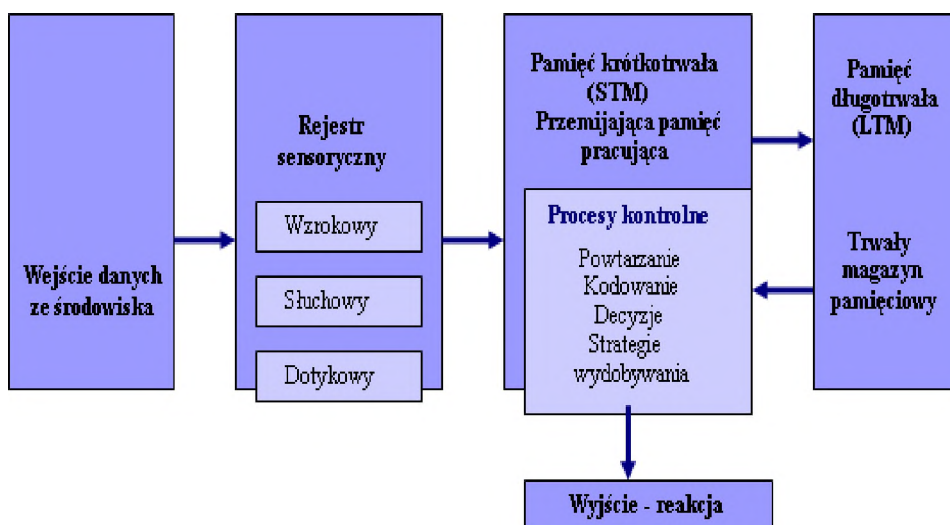
Wykorzystanie komputera jako narzędzia poznawczego, pozwala na modelowanie przebiegu wielu procesów poznawczych, takich przykładowo jak strzeżenie informacji, ich wyobrażenie, zapamiętywanie, efektywne odzyskiwanie z pamięci, myślenie czy uczenie się, w którym wymienione wcześniej procesy biorą udział.

### **2. Teoretyczne podstawy wykorzystania komputera jako narzędzia poznawczego**

Podstawę teoretyczną wykorzystania komputera jako narzędzia poznawczego stanowi teoria zapisu i przetwarzania informacji. W swojej koncepcji po-

znawczej i badawczej opiera się ona na wynikach prac naukowych realizowanych na gruncie eksperymentalnej psychologii poznawczej i informatyki. Traktują one człowieka jako użytkownika języka symboli o ograniczonej pojemności ich przetwarzania i koncentrują się na analizie drogi informacji po postawieniu mu konkretnego zadania. Poznanie przebiega również w formie ograniczonej liczby procesów bazowych, które zachodzą w określonym czasie i porządku. Należą do nich rozpoznawanie, kodowanie, odszukiwanie, segregowanie, kategoryzowanie, tworzenie powiązań, koordynacja różnych informacji. Podejście teorii przetwarzania informacji do rozwoju opiera się na dwóch metaforach: wielomagazynowej i komputerowej [Vasta, Haith, Miller 2001 : 214].

Schematyczny model przetwarzania informacji prezentujący istotę omawianej teorii rozwoju poznawczego przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Schematyczny model przetwarzania informacji [źródło: Vasta, Haith, Miller 2001]

W prezentowanym modelu pomiędzy bodźcem zewnętrznym, czyli wejściem danych ze środowiska, a reakcją, czyli wyjściem zachodzi szereg procesów psychologicznych. Mają one miejsce w pamięci krótkotrwałej, operacyjnej, tzw. przemijającej pamięci pracującej. Przykładowo, jeśli bodźcem będzie nieznane słowo, to poprzez rejestr słuchowy, w którym jest utrzymywane bardzo krótko – około 1 sekundy – przejdzie ono do pamięci krótkotrwałej. W pamięci tej informacja jest aktywnie i świadomie przetwarzana, a czas jej przechowania, wynoszący przeważnie kilka sekund (do 30), może zostać wydłużony poprzez zastosowanie odpowiednich strategii. Następnie słowo zostaje przekazane na czas nieokreślony do pamięci długotrwałej, stanowiącej zasadniczy magazyn pamięciowy zasobu słów danego osobnika. W dalszej kolejności pozostaje opra-

cowanie takich strategii postępowania, które tak długo przechowują słowo w pracującej pamięci, by mogło być ono zakodowane na stałe w magazynie pamięciowym [Vasta, Haith, Miller 2001 : 218].

I tu wysoce przydatnym narzędziem staje się komputer, gdyż tak długo jak słowo obecne jest na ekranie komputera, przykładowo w formie prezentowanego desygnatu, ma ono szansę być utrzymywane w pamięci operacyjnej [Zielińska 2004 : 22].

Reprezentanci teorii przetwarzania informacji dążą do uchwycenia i opisanie uporządkowanego przepływu informacji przez system poznawczy człowieka do możliwie pełnego i dokładnego określenia tego, co dzieje się pomiędzy zewnętrznym bodźcem i zewnętrzną reakcją. Istotnym elementem doskonalenia sfery poznawczej staje się więc tworzenie i rozwój schematów przebiegu procesów poznawczych oraz zwiększony udział w nich procesu kontroli, w tym zarówno wykonawczej, jak i sprawdzającej [Meadows 1997 : 119]. W tym kontekście bardzo ważna staje się ilość, dostępność i organizacja informacji.

### **3. Rola komputera w modelowaniu procesów poznawczych**

Zastosowanie komputera do modelowania czynności poznawczych pozwala na wstępne ustalenie warunków przebiegu procesów poznawczych, a potem na ich podtrzymywanie poprzez algorytmiczne, zgodne z zasadami nauczania programowanego sterowanie działaniem poznawczym. Komputer pozwala na narzucenie toku postępowania, poprzez ustalenie algorytmu działania, w formie sekwencji kroków, czyli możliwego do powtórzenia schematu. Postawione zadanie musi mieć jasną strukturę i być przejrzysto zdefiniowane. W wyniku wielokrotnego powtarzania procedury jego rozwiązania następuje proces automatyzacji, zdarzenia równoległe wiążą się ze sobą, a śledzenie spójności i niespójności daje podstawy własnej kategoryzacji. Wymusza to zajście zmiany poznawczej. Automatyzacja obok kodowania informacji i konstruowania strategii stanowi jeden z trzech elementarnych mechanizmów zmiany poznawczej, charakterystycznej dla efektywnego procesu uczenia się. Pozwala bowiem na zwolnienie zasobów pamięci krótkotrwałej dla innych działań poznawczych, na efektywniejsze radzenie sobie z informacją [Zielińska 2004 : 23].

Teoria zapisu i przetwarzania informacji, stanowiąca podstawę teoretyczną omawianej problematyki, opiera się na metaforze komputerowej, która nawiązuje do faktu, że system poznawczy człowieka, podobnie jak komputer, przekształca różne dane wejściowe w różne dane wyjściowe w sposób systematyczny i inteligentny. Robi to wykorzystując różnego rodzaju informacje i zasady, które przechowuje. Komputer jako użyteczne narzędzie może być wykorzystywany na kilku poziomach rozważań. Najbardziej ogólny poziom to analogia opisu ludzkiego poznania. Zarówno ludzie jak i komputery przechowują reprezentacje,

symbole i stosują określone zasady, zmienne i modyfikowalne. Wykorzystują je do rozwiązywania problemów, robią to szybko, sprawnie i z konkretnymi ograniczeniami. Kolejny poziom to zastosowanie terminologii komputerowej jako specyficznego języka opisu. Na najbardziej szczegółowym poziomie komputery są wykorzystywane do programowej symulacji zachowań ludzkich. Jest to metoda badawcza stosowana w celu zrozumienia procesów poznawczych zaangażowanych w wykonywanie różnego rodzaju zadań. Przykładowo, w odniesieniu do języka próbę symulacji komputerowej zachowań ludzkich stanowiły rozbudowane programy komputerowe. Służyły one określeniu reguł językowych oraz zasad umożliwiających opanowanie języka przez małe dzieci w określonym przedziale czasu. Obejmowały też matematyczny i logiczny opis procesów decydujących o tym, że jest to możliwe. Modele te, choć odegrały istotną rolę badawczą, nie zyskały jednak pełnej akceptacji naukowej, gdyż były zbyt uproszczone i niekiedy sprzeczne z empirycznymi danymi [Vasta, Haith, Miller 2001 : 220].

Modele rozwoju poznawczego opracowane w ramach nurtu przetwarzania informacji są w większym stopniu niż piagetowskie, specyficzne dla poszczególnych obszarów rozwoju, łatwiejsze do weryfikacji, bardziej precyzyjne i pełniejsze. Tym samym zdecydowanie mniej ogólne. Modele te opierają się na przedstawionym wielomagazynowym modelu pamięci oraz komputerowych metaforach ludzkiego działania i na pojęciu informacji, wiadomości i komunikatu, co zostanie omówione w dalszej kolejności.

Zarówno pojęcie inteligencji, jak i funkcjonowanie procesów intelektualnych można rozpatrywać w czterech aspektach, przyjmowanych jako cztery poziomy przetwarzania informacji. Pierwszy to sprawność układu nerwowego, w sensie niezawodności i tempa transmisji impulsów nerwowych. Drugi to formalne właściwości przetwarzania informacji czyli szybkość mentalna. Trzeci poziom obejmuje strategie przetwarzania informacji w postaci wyboru właściwych składników procesu umysłowego i konstruowania odpowiednich do stawianego zadania struktur. Poziom czwarty to umiejętność oceny i kontroli [Nęcka 1992 : 34]. Wszystkie te poziomy są bardzo istotne z punktu widzenia usprawniania procesów poznawczych i na wszystkich może zostać zastosowany komputer jako poznawcze narzędzie modelująco-wspomagające.

#### **4. Proces przetwarzania informacji poza uwagą i świadomością**

Zdobywanie wiedzy jako skomplikowany proces mentalny posiada dwa składniki. Jeden to uczenie się świadome, działanie pamięci świadomej. Drugi uczenie się bez wiedzy, czego się faktycznie nauczyło, wykorzystywania nieświadomej wiedzy w rozwiązywaniu problemów. Istnieje problem ustalenia granicy percepcji informacji, obecności nieświadomego spostrzegania, rozróżnienia świadomego zapamiętywania informacji oraz podprogowego, czyli świa-

domych i nieświadomych aspektów działania pamięci, czy wydobywania z niej informacji [Underwood 2004 : 24].

Poruszana problematyka dotycząca utajonego poznania jest nowa, badawczo skomplikowana, wymaga odpowiednich studiów metodologicznych oraz potwierdzających je badań empirycznych i można określić, że jest w fazie rozwojowej. Wydaje się ona bardzo ważna z punktu widzenia modelowania procesów poznawczych z użyciem do tego celu komputera, Bowiem w tym przypadku problem oceny wyników świadomego i nieświadomego działania procesów poznawczych o oceny ich wyników bardzo się komplikuje. Chwilowy, pozorny brak informacji w polu świadomości nie musi oznaczać faktycznego jej braku w pamięci i może ulec w pewnych warunkach odblokowaniu. Proces ten może mieć charakter wewnętrznego przetwarzania informacji, przypominając zjawisko określane mianem antyzapominania lub wynikać z przyjętej w danym zadaniu procedury postępowania. Można przypuszczać, że odblokowanie informacji może mieć miejsce poprzez odpowiednio zorganizowany proces dydaktyczny, prowadzący m.in. do uruchomienia podczas uczenia się odpowiedniej strategii wewnętrznego przetwarzania informacji, właśnie z użyciem do tego celu komputera. Na co wskazują chociażby przytoczone wcześniej analogie. Stwarza to kolejną perspektywę badawczą, dotyczącą ambiwalencji działań twórczych-odtwórczych, postępowania algorytmicznego-heurystycznego, doboru materiału otwartego-zamkniętego oraz roli, jaką może ona spełniać w tworzeniu edukacyjnych i rewalidacyjnych programów komputerowych.

## **5. Dobór metody i treści nauczania a wykorzystanie komputera jako narzędzia poznawczego**

W pedagogice funkcjonuje kilka definicji pojęcia informacji. Zależy to od roli, jaką spełnia w danym, rozpatrywanym procesie pedagogicznym czy psychologicznym. Przykładowo za wiadomość uważana jest informacja o określonej treści lub informacja przyjęta świadomie przez ucznia i przechowywana w jego pamięci. W teorii komunikacji komunikat traktowany jest jak informacja i uważany za skończony zbiór słów zawierający tę informację. W teorii kształcenia komunikat to zakodowany znak umożliwiający wnioskowanie o procesach bezpośrednio nieobserwowalnych. Podsumowując można stwierdzić, że informacja to pewnego rodzaju nośnik wiadomości, służący do procesu poznania [Zielińska 2005 : 85].

Parametrami wiadomości jest zamknięta w całość wielkość treściowa, spoiłość treści i jej dynamika. W tym kontekście można zadać pytanie: jak zbudować informację zrozumiałą pod względem treści i taką, która wywoła przewidywane postępowanie [Siemieniecki 2002].

W określaniu wielkości treściowej bardzo często operuje się pojęciem wiadomości elementarnych, opisujących zjawisko z punktu widzenia jego jednej

cechy. To podejście stało się zresztą podstawą wyodrębnienia znaku, jako najmniejszej części wiadomości. W podejściu techniczno-cybernetycznym taka elementarna wielkość dawki informacji nazwana została bitem. Nie zdalo to egzaminu w praktyce edukacyjnej, z uwagi na fakt, że umysł człowieka potrafi przywołać z pamięci znacznie większy potencjał informacyjny, niż wynikałoby z przekazanej lakonicznej wiadomości.

Podział materiału nauczania na mniejsze części jest charakterystyczny dla nauczania programowanego. Wielkość wiadomości określana jest w nim jako krok lub bramka i proponowane jest podzielenie materiału nauczania na powiązane ze sobą dawki, zwane porcjami. Podczas dzielenia materiału powinno się brać pod uwagę związki merytoryczne i logiczne, które zachodzą między każdą parą korespondujących ze sobą bodźców i reakcji.

pozytywne znaczenie algorytmu w procesie kształcenia i w praktyce edukacyjnej jest niezaprzeczone. Z reguły jest on uważany za niezawodny przepis określający skończony ciąg operacji, które należy kolejno wykonać, aby rozwiązać wszystkie zadania danej klasy.

Podczas procesu uczenia się bardzo często ma miejsce sytuacja problemu dydaktycznego. Rozwiązanie go nie jest prostym zadaniem. Działania w tym zakresie mogą zostać wsparte przez zastosowanie w procesie edukacyjnym odpowiednio oprogramowanego komputera, sterującego poprzez swoje techniczne możliwości w sposób pośredni myślowym i poznawczym procesem rozwiązywania problemu przez dziecko. Komputer ma wtedy zastosowanie jako narzędzie poznawcze, kształtujące umiejętności kognitywne systemu poznawczego.

W kontekście wyboru metody edukacyjnej i zastosowania w niej nowoczesnych rozwiązań technicznych bardzo istotne wydają się poczucie tzw. uczestnictwa osoby uczącej się w procesie edukacyjnym i wpływu tego faktu na jego przebieg. Praca z komputerem zdecydowanie wzmacnia te elementy. W obliczu problemów z nabywaniem wiedzy pojęcie uczestnictwa w procesie edukacji przyjmuje zdecydowanie nowy wymiar. Teoria uczestnictwa w zakresie pełnomocności uczestników procesu edukacyjnego wyrasta z założeń pedagogiki dialogu i pedagogiki emancypacyjnej i odgrywa szczególną rolę w pedagogice specjalnej [Zielińska 2005 : 91].

Dobór treści nauczania przewidzianych do realizacji podczas uczenia się i nauczania jest bardzo trudnym zagadnieniem, zarówno w sensie rozważań teoretycznych, jak i w praktycznej realizacji. Jak twierdzą przedstawiciele analizy systemowej procesu kształcenia, powinno odpowiedzieć się na pytania: kogo uczymy?, kto uczy?, po co uczymy?, czego nauczać?, jak ma się to robić?, za pomocą czego uczyć?, kiedy i jak długo ma trwać nauczanie?, gdzie się ma odbywać?, jak będą mierzone jego wyniki? Zasadnicze dwa pytania, na które należy odpowiedzieć, to: czego uczymy? i jak uczymy? Pozostałe pytania mogą mieć charakter wtórny i bazować na tych dwóch pytaniach zasadniczych, a właściwie

odpowiedzi na nie. Dopiero po stwierdzeniu: czego uczy my? i jak uczy my? można zająć się pytaniami: kto?, kogo?, po co?, za pomocą czego?, gdzie?, kiedy i jak długo?, czy jak mierzyć wyniki? [Zielińska 2005 : 93].

W procesie dydaktycznym wiadomości mogą przejawiać się w czterech zasadniczych formach [Konarzewski 2005 : 220]:

- wiadomości przewidzianych do prezentacji i dostarczonych uczniowi,
- wiadomości, które uczeń odebrał, odtworzył i poddał reorganizacji,
- wiadomości, które uczeń sam wytworzył dzięki rozwiązywaniu problemu,
- wiadomości znajdujących się w pamięci ucznia, które wpływają na to, co i jak dostrzega w wiadomościach dochodzących do niego podczas procesu uczenia się.

Prawidłowo skonstruowany program nauczania powinien wiązać materiał nauczania z czynnościami, które uczący się wykonuje i z celami, którym ma służyć [Konarzewski 2005 : 193]. Niewątpliwie uporządkowany materiał, w którym wiadomości są powiązane ze sobą zarówno logicznie i merytorycznie ułatwia uczenie się. Poniekąd zwalnia on uczącego się z konieczności poszukiwania połączeń między poszczególnymi partiami materiału.

Wiedza uzyskiwana podczas procesu uczenia się może zostać dołączona do wcześniej posiadanej lub służyć przebudowie aktualnego systemu wiedzy. Zachodzi więc zjawisko asymilacji lub akomodacji wiedzy, które stanowi jedno z założeń badań wykonanych na gruncie teorii zapisu i przetwarzania informacji. Biorąc pod uwagę przemiany znaczenia wiadomości, jakim podlegają w procesie dydaktycznym można przyjąć, że treści kształcenia to zbiór znaczeń wiadomości odebranych przez ucznia i wytworzonych przez niego w trakcie uczenia się [Konarzewski 2005 : 198]. Posiadają one trzy wyznaczniki: materiał nauczania, zmiany, jakie mają zajść i czynności wykonywane na materiale nauczania, dzięki którym te zmiany zachodzą.

W metodologii pracy edukacyjnej zakłada się, że prawidłowy dobór treści kształcenia powinien służyć rozwojowi zdolności, w tym twórczych i przystosowawczych. Realizacja praktyczna tej zasady wymaga zaangażowania w proces doboru treści nauczania wiedzy psychologicznej, w postaci odpowiednich teorii i koncepcji rozwoju umysłowego oraz inteligencji. Materiał nauczania powinien rozwijać umiejętności rozwiązywania problemów, przyspieszać rozwój operacji formalnych, stanowić podstawę działań ucznia wspierających i warunkujących rozwój jego zdolności umysłowych. W praktyce szkolnej teorie psychologiczne znajdowały odbicie jedynie w programach eksperymentalnych oraz w nauczaniu początkowym [Konarzewski 2005 : 220].

W nowoczesnym podejściu do problemu doboru treści nauczania wyróżnia się trzy podstawowe kryteria: interesu, merytoryczne oraz skuteczności dydaktycznej [Konarzewski 2005 : 225]. Pierwsze z tych kryteriów jest powiązane z kształtującym się społeczeństwem informacyjnym, odzwierciedla aktualne założenia ustrojowe i ideologiczne. Człowiek ma zostać tak przygotowany do



przyszłego życia zawodowego i społecznego, aby umiał się w nim odnaleźć i odnieść sukces. Drugie kryterium, czyli merytoryczne, dotyczy konkretyzacji materiału nauczania i z reguły wymaga współpracy specjalistów z różnych dziedzin naukowych. W jego ramach powinny zostać określone podstawowe i rozszerzone wiadomości i umiejętności z danego zakresu naukowego. Analizowane są tzw. zachowania modelowe oraz ucznia typowego, w celu określenia, co wie i umie z przewidzianego zakresu nauczania. Opracowywana jest również kolejności prezentacji materiału, czyli jego układ, tak by zapewnić rozwój adaptacyjnych i kreatywnych zdolności ucznia.

Ostatnie z wymienionych kryteriów to kryterium skuteczności dydaktycznej, w myśl którego nadawanie materiałowi nauczania określonego porządku jest równie ważne, jak dobieranie go. Układ materiału nauczania, odpowiednio uporządkowanego, powinien sprzyjać skutecznemu uczeniu się, pozwalać na stosunkowo szybkie opanowanie wiedzy, dostarczać okazji do jej utrwalenia, sprzyjać integrowaniu jej w całości oraz ułatwiać wykorzystywanie podczas rozwiązywania teoretycznych i praktycznych problemów [Konarzewski 2005 : 225]. W ramach omawianego kryterium należy odpowiedzieć na pytania: kiedy, z punktu rozwoju dziecka wprowadzić daną wiadomość (temat)?, jaką strukturę nadać materiałowi?, jak rozłożyć proces uczenia się w czasie?

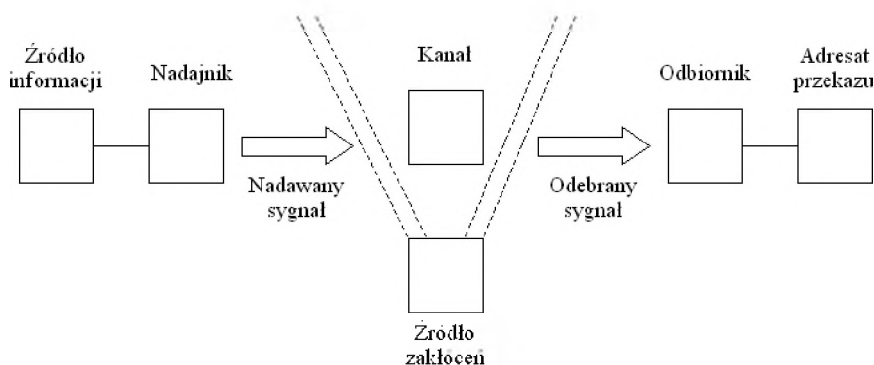
## **6. Model komunikacyjny dziecko – komputer**

Pojęcie modelu jest powszechnie stosowane, ale jednocześnie nadużywane zarówno w naukach humanistycznych, jak i społecznych. Niejednokrotnie jest to jedynie wzorzec lub cząstkowy schemat zjawiska, którego dotyczy. Różnica pomiędzy teorią a modelem jest zasadnicza, gdyż teoria jest wyjaśnieniem zjawiska, a model jedynie jego lepszą lub gorszą reprezentacją. Modele mogą być graficzne, słowne lub matematyczne. Zawsze stanowią one analogię zjawisk lub procesów, do których się odnoszą. Często są one uproszczone pojęciowo, mało sformalizowane, mają nikielne walory prognostyczne, posiadają jedynie wartości opisowo-objaśniające [Zielińska 2005 : 77].

Termin komunikowanie nie jest jednoznaczny. Może on przykładowo oznaczać transmisję, czyli przekazywanie informacji, idei, emocji, czy umiejętności lub rozumienie, bądź oddziaływanie. Można go rozpatrywać z punktu widzenia zjawiska interakcji, wymiany znaczeń pomiędzy ludźmi lub traktować jako składnik procesu społecznego. W tradycji cybernetyki, która stara się odkryć podobieństwa leżące u podstaw wszelkich procesów sterowania, komunikowanie oznacza wszelkie formy przekazu informacji, zarówno między ludźmi, jak i zwierzętami oraz maszynami [Shannon 1948 : 2]. W naukach socjologicznych ma miejsce zawężenie pojęcia komunikowania do przekazu pomiędzy ludźmi, natomiast w naukach humanistycznych do przekazu językowego.

Jeśli jest to proces dynamiczny, intencjonalny, podczas którego oddziałuje się na spostrzeżenia innych ludzi, wtedy jest w nim wykorzystywana mowa. Jest ona środkiem komunikowania naturalnym, bezpośrednim i spersonalizowanym oraz nietrwiałym, gdyż zakłada jednoczesność mówienia i słuchania.

Z punktu widzenia przepływu informacji model procesu komunikowania w pedagogice może przyjąć najbardziej tradycyjną formę, w postaci triady: twórca-wytwór-odbiorca. W modelu tym nadajnikiem może być nauczyciel lub odpowiednio zaprogramowany komputer, pełniący jego rolę. Odbiornikiem jest oczywiście uczący się. Przepływowi informacji towarzyszy szum w postaci wpływu czynników zewnętrznych. W procesie nauczania mogą to być inni uczący się, czy hałas. Taka prezentacja procesu komunikacyjnego odpowiada adaptacji pedagogicznej modelu transmisji sygnału w układach technicznych, przedstawionego na rysunku 2 [Shannon 1948 : 2].



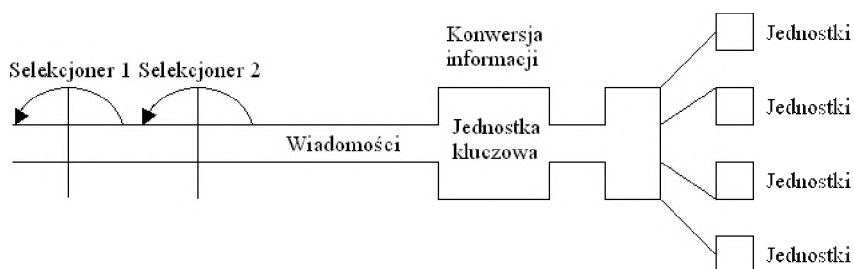
Rys. 2 Model transmisji sygnału [źródło: Shannon 1948]

W omawianym modelu proces transmisji sygnału rozpoczyna źródło informacji. W ten sposób tworzony jest przekaz, przekształczony następnie w sygnał przez nadajnik. Sygnał powinien być dostosowany do kanału prowadzącego do odbiornika, a ten rekonstruować przekaz z odebranego sygnału i dostarczać do adresata. Sygnał po drodze poddawany jest zakłóceniom, określanym jako szum. Działanie modelu Shannona zostało oparte o takie pojęcia jak pojemność i przepustowość kanału oraz kod.

W przypadku modelu komunikacyjnego nauczyciel – uczeń kodem będzie mowa ustna, a pojemność i przepustowość kanału to umiejętności zawodowe nauczyciela (kodowanie informacji) oraz możliwości indywidualne przyjmowania wiedzy przez ucznia (dekodowanie). W sytuacji adaptacji modelu do komunikacji komputer – uczeń zastosowanej w badaniach empirycznych prezentowanych w pracy, przekaz odbywa się na drodze wzrokowej. Komputer nadaje informacje zależnie od tego jak został zaprogramowany, uczeń przyjmuje tyle z nich, na ile pozwalają indywidualne możliwości w zakresie uczenia się, poprzez rozkodowanie w myśli i przyswojenie nadanej informacji [Zielińska 2005 : 79].

Prezentowany model posiada jedną zasadniczą, praktycznie dyskwalifikującą go w odwzorowaniu procesu edukacyjnego wadę. Nie ma w nim prezentacji interakcyjnego oddziaływania na siebie podmiotów procesu. Niezależnie, czy nadajnikiem jest nauczyciel, czy komputer zawsze ma miejsce akcja i reakcja w przekazie edukacyjnym, a nie czysto pasywny odbiór informacji i mechaniczne podłączenie ucznia do przyswajanej informacji. W modelu Shannona dążenie do nadmiernego uogólnienia zastosowania spowodowało zatracenie tak istotnych zmiennych, jak semantyczne, psychologiczne i społeczne. Został on oparty na przekazie mechanicznym, w pełni zaprogramowanym. Jedynym problemem badawczym jest w nim wierność tego przekazu, sprowadzona do poziomu dokładności technicznej, a to zbyt mało, by móc mówić o odwzorowaniu procesu edukacyjnego [Zielińska 2005 : 79].

Oprócz omówionego modelu Shannona zjawisko przepływu informacji podczas aktu komunikacji stało się podstawą konstrukcji kilku innych modeli, przykładowo modelu topologicznego, w którym po raz pierwszy wprowadzone zostało pojęcie przepływu wiadomości w akcie komunikacyjnym, działającego w oparciu o bramki kontrolujące i dozujące ilość informacji. Prezentuje go rysunek 3 [Lewin 1947 : 143].



**Rys. 3 Model komunikowania jako przepływu informacji** [źródło: Lewin 1947]

Wymienione modele komunikacyjne nie posiadają praktycznego zastosowania do odwzorowania zjawiska komunikacji w codziennej pedagogice. Wydaje się, że najbardziej odpowiednie podejście do tego problemu, przyjęte jako model dziecko–komputer w prezentowanych w książce badaniach empirycznych nad sprawnością oralną dzieci niesłyszących, prezentuje interdyscyplinarna grupa badaczy z Palo Alto (miasta w Kalifornii), składająca się z psychiatrów, terapeutów, psychologów i naukowców zajmujących się komunikacją. Zasłynęli oni w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych XX wieku szeregiem studiów dotyczących psychopatologii komunikacji [Retter 2004 : 219].

Jednym z czołowych przedstawicieli tej grupy był Gregory Bateson. Zastosował on w podejściu do komunikacji zasady teorii systemów. Był zwolennikiem łączenia funkcji technicznych i biologicznych jako strukturalnie pokrew-

nych. Rozwinął też teorię gier, gdyż traktował komunikat jako grę. Był autorem tak ważnych pojęć, jak: aspekt treściowy, aspekt relacji, komunikacja analogowa, cyfrowa, a także komunikacja symetryczna oraz zgodna. Jego badania dały podstawy do skonstruowania przyjętego w pracach badawczych nad wykorzystaniem komputera jako narzędzia poznawczego modelu komunikacji dziecko–komputer, opartego na modelu komunikacji Paula Watzlawicka [Zielińska 2005 : 83].

Teoria komunikacji Watzlawicka została oparta na teorii systemowej i interdyscyplinarnych studiach z zakresu biologii, etnologii, antropologii kulturowej, językoznawstwa, logiki naukowej, cybernetyki i psychologii klinicznej. Powstał model komunikacyjny, w którym procesy komunikacyjne traktowane są jako system. Odgrywają w nim rolę takie pojęcia, jak [Retter 2004 : 221]:

- Całość – zachowanie pojedynczych osób zależy od zachowania wszystkich innych ludzi, wszyscy wywieramy wpływ na innych, a inni zwrótnie wpływają na nas.
- Efekt nadsumowania – struktury interakcji wewnątrz grupy są czymś więcej niż tylko cechami poszczególnych członków, wiele indywidualnych cech okazuje się elementami systemu grupy.
- Homeostaza – relacje wewnątrz grupy-systemu wykazują tendencję do utrzymywania się w stanie równowagi; pojedyncze wstrząsy są amortyzowane przez system. Podstawowym powodem uzyskiwania stabilności jest zasada ograniczającego działania każdej komunikacji, według której w procesie komunikacji każda kolejna wymiana przekazów zmniejsza liczbę następnym potencjalnych przekazów. Każda informacja wiąże się z reguły ze zmniejszeniem się niepewności i zwiększeniem stabilności, inaczej zaś jest w wypadku komunikacji zakłóconej.
- Redundancja, czyli nadmiar, ma miejsce wtedy, gdy przekaz w procesie komunikacji zawiera zbyt wiele, niejako powtarzające się elementy; nie są one konieczne dla przeprowadzenia procesu dekodowania, ale podczas zakłócenia komunikacji mogą stanowić decydujący punkt oparcia dla procesu dekodowania. Dotyczy to zarówno struktury zdań (redundancja syntaktyczna), jak i znaczenia pojęć i wypowiedzi (redundancja semantyczna), tym samym językowe i pozajęzykowe sygnały w procesie komunikacji tworzą jedność opierającą się na pragmatycznej redundancji, która wzajemnie zapewnia komunikantom poczucie bezpieczeństwa.
- Równość końcowa – polega na tym, że różne stany początkowe procesów komunikacyjnych mogą prowadzić do tego samego stanu końcowego. Ma to miejsce wtedy, gdy komunikacja nie jest procesem linearnym, ale przebiega w kolistym układzie zamkniętym. Oznacza to, że w samoregulującym się systemie przybierającym kształt zamkniętego koła wyniki, czyli zmiany stanu są bardziej zdeterminowane przez naturę procesu, niż stany początkowe. I odwrotnie, te same warunki wyjściowe mogą w wypadku dwóch systemów

doprowadzić do całkowicie różnych stanów końcowych. Analiza i terapia dotyczy jakości wzajemnych stosunków między członkami grupy, ograniczając się zasadniczo do ich relacji.

- Dostrojenie – określa się nim nastawianie systemu komunikacji, analogiczne do nastawiania regulatora termostatu na konkretną, zadaną wartość, przy czym standardami zachowania i normami społecznymi powinien kierować się każdy pojedynczy członek systemu.
- Sprzężenie zwrotne – oddziaływanie następstw danego stanu rzeczy (wydarzenia, procesu) na dalszy przebieg zdarzenia.

Omawiany model komunikacyjny stanowi samoregulujący się, zamknięty system sił i urządzeń używanych w celu otrzymania konkretnej, mierzalnej, zadanej wielkości, czyli parametru wiodącego, narażonej na zmiany, czyli zakłócenia i szумы. Urządzenie pomiarowe kontroluje osiągnięty stan faktyczny, a przy stwierdzeniu odchylenia od wartości zadanej regulator dostosowuje wartość rzeczywistą do wartości zadanej. Działa on więc na zasadzie sprzężenia zwrotnego [Retter 2004 : 224].

Przykładowo odnosząc wymienione cechy modelu komunikacyjnego Watzlawicka do modelu dziecko niesłyszące – komputer, zastosowanego do jego pracy nad sprawnością, oralną można stwierdzić, że spełnia on wszystkie jego aksjomatyczne założenia [Zielińska 2004 : 94]. Podczas pracy dziecka z komputerem powstaje samoregulujący się, zamknięty system. Jest oczywistym faktem, że nie ma to miejsca zawsze, ale jedynie w sytuacji użycia odpowiedniego oprogramowania, które pozwala na organizację pracy z komputerem, opartą o opisane w dalszej kolejności pojęcie sprzężenia zwrotnego oraz spełnia zasady dydaktyczne obowiązujące w procesie edukacji. Aby bowiem komputer mógł zostać uznany za środek dydaktyczny i narzędzie poznawcze musi w swym interakcyjnym działaniu z dzieckiem spełniać odpowiednie zasady. Dopiero wtedy może stać się przydatny w procesie nauczania – uczenia się i towarzyszącego mu sposobu myślenia prowadzącego do zauważania, rozumienia i rozwiązywania problemów [Siemieniecki 2002 : 85].

Wykorzystane w pracach badawczych nad sprawnością ortofoniczną dzieci niesłyszących oprogramowanie komputera, służące do wizualizacji sygnału o nazwie Speech Studio niewątpliwie spełniło te kryteria, co stanowi przykład potwierdzający stawiane hipotezy [Zielińska 2004 : 94]. Uzyskany podczas badań model komunikacyjny dziecko – komputer stanowił zamkniętą całość, charakteryzowała go znaczna redundancja, spowodowana nadmiarowością informacji zawartą w sygnale mowy i tych informacjach, które określały cechy danej umiejętności oralnej, których zrozumienie wystarczało dla uzyskania prawidłowej wypowiedzi. Stąd wynika kolejna cecha omawianego modelu dziecko – komputer, czyli równość końcowa. Dzieci niesłyszące rozpoczynały terapię mowy z różnych stanów ich mowy ustnej, co zostało stwierdzone podczas diagnozy początkowej, niemniej uzyskany efekt końcowy mógł być, i często był, podobny.

Działo to również w odwrotną stronę, gdyż te same warunki wyjściowe często prowadziły do uzyskania różnych stanów końcowych jakości mowy dzieci niesłyszących, zwłaszcza w sytuacji znacznego lub głębokiego uszkodzenia słuchu.

Samoregulacja i dążenie do stanu równowagi podczas pracy dziecka niesłyszącego z komputerem nad sprawnością oralną polegało na tym, że miało ono możliwość porównania aktualnego obrazu swojej wypowiedzi na ekranie komputera z prawidłowym, a więc zadaniem, narzuconym wzorcem, będącym w modelu Watzlawicka wartością zadaną. Najważniejszym momentem w modelu samoregulującego się systemu jest przekazanie informacji zwrotnej o różnicy pomiędzy wartością zadaną a wartością rzeczywistą do regulatora, który reaguje w odpowiedni sposób i utrzymuje system w stanie równowagi. Ma wtedy miejsce sprzężenie zwrotne. W modelu komunikacyjnym Watzlawicka nastąpiło przeniesienie modelu technicznego na procesy komunikacyjne. Stanowi on samoregulujący się, zamknięty, kołowy system, w którym relacje odbywają się w obrębie całości, jaką tworzą.

Dążenie do stanu równowagi w przeprowadzonych pracach badawczych polegało na tym, że dziecko podczas terapii głosu i mowy dźwiękowej miało możliwość porównania aktualnego obrazu swojej wypowiedzi z zadaniem wzorcem, będącym w modelu Watzlawicka wartością zadaną. To z kolei wpływało na jego działania poznawcze, ocenę zaistniałej różnicy, analizę, wyprowadzenie wniosków i korektę błędów emisyjnych.

W modelu Watzlawicka brane jest pod uwagę oddziaływanie środowiska zewnętrznego, w jakim funkcjonuje i jest w interakcji, czyli kontekst sytuacyjny i personalny, istniejący poza systemem. System stanowi całość, a jego elementy oddziałują na siebie oraz środowisko w postaci sprzężeń zwrotnych, badanych w oparciu o zasady analizy systemowej. W pracach badawczych miała miejsce podobna sytuacja, na układ dziecko – komputer oddziaływało środowisko zewnętrzne, przykładowo poprzez wskazówki pomocnicze nauczyciela terapeuty, czy obecność innych dzieci lub hałas. Zachodzące procesy miały swoją dynamikę, jedno dziecko wykonywało ćwiczenia wolniej inne szybciej, miały też kształt zamkniętego koła i przebiegały w formie pętli, której punktem wyjścia było, jak w modelu Watzlawicka, oddziaływanie zwrotne.

Używane pojęcie sprzężenia zwrotnego w odniesieniu do procesów komunikacyjnych oznacza, że zachowanie A nie tylko oddziałuje w pewien sposób na B, lecz reakcja B oddziałuje zwrotnie na A, wywierając wpływ na jego dalsze zachowanie [Retter 2004 : 220]. W modelu praktycznym odpowiadało to reakcji komputera na dokonaną przez dziecko ocenę własnej wypowiedzi i chęć podjęcia dalszej pracy i polegało na powtórnym wyświetleniu na ekranie wzorca ćwiczonej aktualnie wypowiedzi lub wzorca kolejnej, przewidzianej do ćwiczeń. Zależało to od postępów dziecka lub programowo określonej dla danej umiejętności oralnej, możliwej do uzyskania liczby powtórzeń.

Sprężenia zwrotne w modelu Watzlawicka, który nawiązując do systemów technicznych nie zamyka drogi do zróżnicowanego rozumienia komunikacji, opierając się na cybernetycznych pojęciach: informacji, sprzężenia zwrotnego, redundancji, mogą być dodatnie lub ujemne. Sprężenie ujemne jest ściśle powiązane z pojęciem homeostazy, czyli stanu spoczynku i odgrywa istotną rolę w tworzeniu i utrzymywaniu równowagi systemu. Sprężenie dodatnie prowadzi do zmian i utraty stabilności lub równowagi. Istnieją mechanizmy zachowań, które można wykorzystać dla utrzymania stabilności systemu oraz takie, które mogą zakłócić istniejący stan równowagi. Analogiczne do opisanych były sytuacje możliwe do uzyskania podczas pracy dziecka z komputerem nad jego sprawnością oralną. Zasadniczo całość postępowania terapeutycznego powinna była doprowadzić do uzyskania wypowiedzi dziecka niesłyszącego zgodnej z narzuconym, prawidłowym wzorcem. Kolejno podejmowane próby prowadziły w tym kierunku na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego i uzyskania stanu równowagi w postaci identycznych obrazów wypowiedzi. Niemniej brak sukcesu na tym polu często wywoływał u dziecka niesłyszącego zniechęcenie do pracy, niestabilność zachowania i zamiast lepszych coraz gorsze wyniki. Miało wtedy miejsce sprzężenie zwrotne dodatnie, utrata stabilności systemu, a nawet zaprzestanie podejmowania dalszych wysiłków na tym polu [Zielińska 2004 : 123].

Przedstawione rozważania pokazują wyraźnie analogię pomiędzy modelem komunikacyjnym Watzlawicka a modelem komunikacyjnym dziecko – komputer. Należy jednak podkreślić, że analogia ta została wykazana na konkretnym, empirycznie sprawdzonym przykładzie pracy edukacyjnej dziecka niesłyszącego nad jego mową ustną, z użyciem do tego celu odpowiednio oprogramowanego komputera i zastosowaniem konkretnej metody edukacyjno-terapeutycznej [Zielińska 2004 : 136]. Posiada to swoje zalety praktyczne, niemniej nie zwalnia z obowiązku wykazania ostrożności w zakresie wyprowadzania zbyt daleko idących wniosków i stosowania modelu komunikacyjnego Watzlawicka w każdym procesie edukacyjnym, do każdej sytuacji komunikacyjnej dziecko – komputer. Chociaż wydaje się on najbliższy rozwiązaniom praktycznym z wszystkich przedstawionych modeli.

## **7. Podsumowanie**

Pozostaje niezaprzeczalnym faktem, że modelowanie procesów poznawczych zwłaszcza z wykorzystaniem do tego celu techniki komputerowej może stworzyć całkowicie nową jakość w procesie kształcenia i dać do rąk organizujących proces edukacyjny narzędzie o niespotykanej sile oddziaływania. Jego najogólniejszym celem jest bowiem zbliżenie procesu poznawczego do poznania bezpośredniego, poprzez zaprojektowanie, a nawet wymuszenie z użyciem komputera jego przebiegu. Tym samym można zapewnić jego prawidłowy przebieg,

co w przypadku procesów latentnych, czyli nieobserwowalnych w sposób bezpośredni jest praktycznie nieosiągalne tradycyjnymi metodami. Badania naukowe prowadzone na gruncie teorii zapisu i przetwarzania informacji, zajmując się dynamicznym przepływem informacji przez system poznawczy człowieka, mogą ten proces znacząco wspomóc. Pozostaje postawić pytanie czy edukacja w obecnym kształcie jest przygotowana do podjęcia tego typu działań. Wymaga to współpracy specjalistów ze skrajnie różnych dziedzin – od informatyki po psychologię. I właśnie taką współpracę należałoby postulować i to już w najbliższej przyszłości.

Niemniej problem jest wysoce skomplikowany i bardzo trudny badawczo. Możliwości teorii przetwarzania informacji w tym zakresie są duże. Jest to teoria stosunkowo młoda, bo dwudziestoletnia, aktualnie bardzo modna, mająca swoje zalety, ale i poważne wady. Należy do nich wąski i specyficzny zakres badań, ich sztuczna laboratoryjność, brak uwzględnienia kontekstu społecznego. Wymusza to potrzebę odpowiednio głębokiej refleksji teoretycznej i wielkiej staranności metodologicznej.

## Bibliografia

- Konarzewski K. (2005), *Sztuka nauczania. Szkoła*, Warszawa.
- Lewin K. (1947), *Channels of Group Life* [w:] „Human Relations” nr 1.
- Meadows S. (1997), *Rozwój poznawczy*, *Psychologia rozwojowa*, red. A. Colman, M. Bryant, Poznań.
- Nęcka E. (1992), *Poziomy przetwarzania informacji a pojęcie inteligencji*, [w:] *Różnice indywidualne: możliwości i preferencje*, red. J. Strelau, W. Ciarkowska, E. Nęcka, Warszawa.
- Retter H. (2004), *Komunikacja codzienna w pedagogice*, Gdańsk.
- Shannon C. E. (1948), *A Mathematical Theory of Communication*, „Bell System Technological Journal”, nr 3–4.
- Underwood G. (2004), *Utajone poznanie. Poznawcza psychologia nieświadomości*, Gdańsk.
- Vasta R., Haith M.M., Miller S.A. (2001), *Psychologia dziecka*, Warszawa.
- Zielińska J. (2004), *Diagnoza i terapia sprawności ortofonicznej dzieci z uszkodzeniem słuchu wspomagane techniką komputerową*, Kraków.
- Zielińska J. (2005), *Edukacja dzieci z uszkodzeniem słuchu w społeczeństwie informacyjnym*, Toruń.
- Zielińska J. (2005), *Komputer w rozwoju sprawności komunikacyjnej dzieci niesłyszących*, Toruń.