

232 / 2011

**Raport Badawczy**

**RB/73/2011**

**Research Report**

**Modelowanie i ocena procesów  
edukacyjnych. Próba syntezy**

**M. Bereziński, D. Wagner**

**Instytut Badań Systemowych  
Polska Akademia Nauk**

**Systems Research Institute  
Polish Academy of Sciences**



# **POLSKA AKADEMIA NAUK**

## **Instytut Badań Systemowych**

ul. Newelska 6

01-447 Warszawa

tel.: (+48) (22) 3810100

fax: (+48) (22) 3810105

Kierownik Zakładu zgłaszający pracę:  
dr inż. Lech Kruś

Warszawa 2011

**MODELOWANIE I OCENA PROCESÓW EDUKACYJNYCH**  
**PRÓBA SYNTEZY**

**Mirosław Bereziński\*, Dariusz Wagner\*\***

**Instytut Badań Systemowych PAN**

**01-447 Warszawa, ul. Newelska 6**

\* [Mirosław.Berezinski@ibspan.waw.pl](mailto:Mirosław.Berezinski@ibspan.waw.pl)

\*\* [Dariusz.Wagner@ibspan.waw.pl](mailto:Dariusz.Wagner@ibspan.waw.pl)

**Warszawa 2011**



## Spis treści

1. Ogólny kontekst zagadnienia - 4
2. Cel i zakres pracy - 9
3. Obecny stan badań - 11
4. Teoria edukacji a teorie kapitału ludzkiego - 18
5. Teoria edukacji a praktyka edukacyjna - 23
6. Teoria edukacji a ekonomia – ekonomika edukacji - 30
7. Teoria edukacji a fizyka – edukofizyka - 35
8. Teoria edukacji a cybernetyka – cybernetyka edukacji - 38
9. Teoria edukacji a statystyka matematyczna – edukometria - 44
10. Teoria edukacji a matematyka – 47
11. Zakończenie i wnioski - 51

Literatura

## 1. Ogólny kontekst problemu

Przełom wieków 20. i 21. wpisał się w historię cywilizacji kolejną próbą ożywienia i urzeczywistnienia modelu społeczeństwa stawiającego w centrum wszystkich wartości osobę ludzką i wiążącego jej rozwój ze szczególną rolą międzyosobowych relacji społecznych. Zwraca się uwagę na znamienne i destruktywną dla 20. wieku dehumanizację życia społecznego i gospodarczego, której główną przyczyną było uznanie antropocentryzmu za wiodącą zasadę filozoficzną, społeczną, ekonomiczną i polityczną. Podkreśla się konieczność uznania każdej osoby ludzkiej – jako bytu samoistnego, indywidualnego i rozumnego, zdolnego do działania wolnego, świadomego i odpowiedzialnego – za wartość niepodważalną i niepowtarzalną. Żąda się, żeby wszystkie systemy społeczne, gospodarcze i polityczne zaakceptowały fakt, że jedną z głównych właściwości osoby ludzkiej jest jej zdolność do poznania intelektualnego i żeby tworzyły warunki sprzyjające zdobywaniu przez człowieka wiedzy (zob., np., Weizsäcker 1988; Becker 1993; Edvison i Malone, 2001; Kukliński 1995, 2001; Mayor 2001; IPWC 2002). Wyrazem dążenia do uznania powszechności zdobywania wiedzy za czynnik motoryczny rozwoju indywidualnego i społecznego stały się wizje i programy budowy społeczeństw wiedzy, zwanych też społeczeństwami informacyjnymi. Choć w poszczególnych krajach programy te wizje i programy przybrały różny kształt i różne są formy ich realizacji, to jednak mają wiele cech wspólnych. Jedną z najważniejszych jest podkreślanie roli edukacji jako czynnika rozwoju cywilizacyjnego i kulturalnego – w tym także społecznego i gospodarczego – oraz dostosowywanie systemów edukacyjnych do wymogów rodzącej się cywilizacji informacyjnej.

Reformowanie systemów edukacyjnych było zawsze stałym elementem ich ewolucji, jednak proces ten został wyraźnie zintensyfikowany mniej więcej na przełomie lat 50. i 60. dwudziestego wieku, przede wszystkim w krajach będących wówczas liderami rozwoju społeczno-gospodarczego. Był to okres niezwykle aktywnych poszukiwań sposobów wykorzystania postępu naukowo-technicznego do wspomagania procesów produkcyjnych, stanowiących główne źródło wytwarzania i powiększania dobrobytu społecznego. Szczególną uwagę zwrócono na udział człowieka w tych procesach. Dostrzeżono, że oprócz pracy fizycznej wnosi on do nich również swoją wiedzę i umiejętność jej wykorzystania, swoje doświadczenie życiowe i zawodowe, że na ogół stara się on wykonywać swoje obowiązki sumiennie, zgodnie z zasadami etyki zawodowej i wyznawanego systemu wartości moralnych. Ponieważ kuźnią wiedzy i umiejętności jej wykorzystania oraz trybem przygotowania człowieka do pracy zawodowej jest przede wszystkim edukacja, więc wszczęto badania nad wzajemnymi relacjami zachodzącymi między sferami produkcji i edukacji. Z jednej strony, zaczęto konstruować matematyczno-ekonomiczne modele rozwoju, do których – obok wielkości tradycyjnie reprezentujących

wydatkowanie przez człowieka w procesie produkcyjnym jego siły fizycznej – wprowadzanie wielkości charakteryzujące również jego intelektualne zaangażowanie w wykonywaną pracę. Z drugiej strony, wszczęto badania nad samą edukacją, przy czym szczególny nacisk położono na analizę struktury oraz przebiegu procesów edukacyjnych. Uznano, że istnieje tak silna analogia między procesami wytwarzania produktów materialnych a procesami wytwarzania wiedzy, że w pełni uprawnione jest traktowanie szkół jako przedsiębiorstw produkcyjnych, wytwarzających szczególny rodzaj dobra – wiedzę i analizowanie oraz opisywanie realizowanych w nich procesów edukacyjnych w kategoriach czysto ekonomicznych. Dobro wytwarzane w toku procesów edukacyjnych nazwano kapitałem intelektualnym i w modelach matematyczno-ekonomicznych zaczęto traktować na równi z innymi tradycyjnymi formami kapitału. Dość szybko okazało się, że jest to koncepcja nie w pełni poprawna i badania uległy zawieszeniu. Wznowiono je dopiero na początku lat osiemdziesiątych 20. wieku, zwracając przy tym uwagę, na niematerialność intelektualnego kapitału człowieka. Ten fakt stopniowo utrwalał się w świadomości badaczy, jednak dopiero w ostatnich kilkunastu latach pojęcie kapitału intelektualnego zostało uznane za odrębną kategorię ekonomiczną. Gdy zrozumiano znaczenie tej kategorii dla teorii i praktyki ekonomicznej, zrozumiano też, że istnieje nieodzowna potrzeba silniejszego niż dotychczas sprzęgnięcia systemów edukacyjnych ze wszystkimi innymi sferami życia społeczno-gospodarczego, a zwłaszcza z produkcją. Zdawano sobie sprawę, że wiąże się to z koniecznością przemyślenia i ponownego sformułowania celów edukacji, dostosowania struktury organizacyjnej szkolnictwa i oświaty, a także treści nauczania, programów edukacyjnych, trybu oraz metod nauczania i oceniania do nowych potrzeb. Wiedzano też, że proces realizacji tego zamierzenia będzie długotrwały i że nie doprowadzi do zamierzonych skutków, jeśli jak najprędzej nie zostaną przygotowane odpowiednie kadry nauczycielskie.

Wszystko to stało się impulsem do intensyfikowania procesu reformowania systemów edukacyjnych w taki sposób, by społeczeństwa postindustrialne jak najszybciej przekształciły się w społeczeństwa wiedzy. Proces ten objął stopniowo niemal wszystkie kraje. Choć nadają mu przede wszystkim kraje bogate, to jednak nie omija on również krajów opóźnionych w rozwoju lub wręcz zacofanych. Ponieważ efekty decyzji podejmowanych w sferze edukacji obserwuje się w zasadzie dopiero po upływie wielu lat od ich wdrożenia, więc od samego początku są one obciążone wielorakim ryzykiem. Ryzyko to jest tym większe, im mniej stabilna jest gospodarka danego kraju, im bardziej rozchwiana jest jego równowaga społeczna, im gorsza jest jego struktura demograficzna, im bardziej napięty budżet, im większe bezrobocie itd. Są to czynniki zewnętrzne w stosunku do systemu edukacyjnego. Znacznie istotniejsze są jednak czynniki wewnętrzne, a zwłaszcza ilościowo-jakościowy

stan technicznej infrastruktury systemu, poziom oraz jakość wyposażenia go zarówno w tradycyjne, jak i nowoczesne środki dydaktyczne, struktura organizacyjna systemu, długość podstawowego cyklu edukacyjnego, właściwe pod względem ilościowym i jakościowym zabezpieczenie kadrowe oraz – co najważniejsze – jakość samego procesu edukacyjnego. Jak wiadomo, w procesie tym uczestniczą dwie strony: uczeń (student, słuchacz) oraz nauczyciel. Warunkiem skutecznej i efektywnej edukacji jest więc właściwa wzajemna współpraca ucznia i nauczyciela, a także osobowość oraz jakość ucznia i nauczyciela. Najlepszy nauczyciel niewiele zdoła osiągnąć, jeśli trafi na ucznia lub grupę uczniów, którzy świadomie lub nieświadomie nie chcą poddać się dyscyplinie szkolnej, ani też aktywnie uczestniczyć w procesie edukacyjnym. Z drugiej strony, nawet najlepsi i najbardziej zaangażowani uczniowie niewiele skorzystają, jeśli ich przewodnikiem na ścieżkach wiedzy będzie słabo przygotowany, mierny nauczyciel. Taki nauczyciel nigdy nie stanie się dla uczniów autorytetem i nigdy nie rozbudzi w nich pasji zdobywania wiedzy.

Edukacja jest procesem społecznym. Bez społecznego przyzwolenia, społecznej akceptacji i społecznego zaangażowania reformowanie systemów oświaty i wychowania jest niemożliwe. Tym nie mniej, w niemal każdym kraju proces ten napotyka na wielorakie, nie zawsze racjonalne i nie zawsze uzasadnione opory. Bez względu na źródła, charakter i siłę tych oporów powszechne jest przekonanie, że systemy edukacyjne większości krajów przeżywają głęboki kryzys, przynoszący państwu, społeczeństwu, narodom i jednostkom olbrzymie szkody. Bije się na alarm, bo przeciętnie biorąc obecny poziom światowego szkolnictwa jest zastraszająco niski. Zwraca się uwagę, że szkoła przestała być przystawiącą świątynią wiedzy oraz laboratorium wychowania patriotycznego, obywatelskiego i społecznego. Zarzuca się, że nie wyposażając ucznia we właściwy zasób wiedzy teoretycznej oraz w umiejętność korzystania z niej w rozmaitych sytuacjach życia codziennego, tym samym nie przygotowuje go do przyszłego życia zawodowego.

Reformy przeprowadzane pod chwytliwym hasłem unowocześniania edukacji, uczynienia jej bardziej przyjazną uczniowi i dostosowywania jej zakresu oraz wymogów do potrzeb społeczeństwa informacyjnego i obywatelskiego nigdzie dotychczas nie przyniosły takich rezultatów, jakich się po nich spodziewano. W zasadzie doprowadziły do tak drastycznego ograniczenia zakresu treści nauczania i tak daleko posuniętej liberalizacji wymagań edukacyjnych – nie tylko w odniesieniu do przedmiotów ścisłych – że zdążyły już wyrosnąć pokolenia tzw. wtórnych analfabetów, tj. ludzi mających nierzadko nawet wykształcenie wyższe, a wykazujących żenujący brak elementarnej wiedzy z zakresu geografii, przyrody, fizyki, matematyki informatyki i innych dziedzin, mających kłopoty ze zrozumieniem treści mówionych i pisanych, nie umiejących swobodnie posługiwać się ojczystym



językiem itp. A chociaż jeszcze nie tak dawno posiadanie takiej wiedzy było uważane za nieodzowny element ogólnej kultury człowieka, to teraz niemal zupełnie przestało się liczyć. Co gorsza, wcale nierzadkie są przypadki popisywania się, na przykład, niewiedzą lub wręcz ignorancją matematyczną bądź fizyczną przez ludzi, którzy – choćby tylko z racji ich statusu społecznego oraz pełnione funkcje publiczne – powinni być prawdziwymi ambasadorami idei społeczeństwa wiedzy, a nie propagatorami wiedzy pozornej lub wręcz niewiedzy (zob., np.: Paulos 1989).

Żaden z tych mankamentów nie ominął również naszego kraju. Z tego powodu coraz częściej i coraz mocniej podnoszą się głosy krytyki kierowanej pod naszego adresem systemu edukacyjnego. Twierdzi się, że współczesna szkoła polska nie wywiązuje się należycie z ciężącego na niej obowiązku edukacyjno-wychowawczego. Zwraca się uwagę, że nie napawają optymizmem wyniki dotychczasowych egzaminów zewnętrznych przeprowadzanych po drugim i trzecim etapie edukacyjnym oraz wyniki egzaminów maturalnych. Szczególny niepokój wzbudzają wyniki egzaminów z przedmiotów ścisłych. Rektorzy wyższych uczelni technicznych nieustannie ostrzegają, że grozi nam stopniowe wyjaławianie się a nawet zanik wielu ważnych dla kraju specjalności inżynierskich, ponieważ – średnio biorąc – poziom matematyczno-fizycznego przygotowania młodzieży podejmującej studia techniczne jest niedopuszczalnie niski.

Istnieje wiele przyczyn tego stanu rzeczy. Jedną z najważniejszych i najgroźniejszych jest niewątpliwie przerwanie w wielu krajach historycznej ciągłości rozwoju własnych, kształtowanych nieraz przez stulecia systemów edukacyjnych. Sprzyja temu jakże częsta, zbyt pochopna i na ogół nieroztropna rezygnacja z kontynuowania własnych tradycji oświatowo-wychowawczych, unowocześnianie własnego systemu edukacyjnego przez bezkrytyczne przenoszenie na własny grunt koncepcji, metod i wzorców edukacyjnych i wychowawczych z obcych systemów, nierzadko ukształtowanych w innych kręgach cywilizacyjnych i opartych na odmiennych systemach wartości.

Wdrażanie nie do końca przemyślanych reform edukacyjnych wywołało w wielu krajach poważne negatywne reperkusje społeczne. Przede wszystkim przyczyniło się do niebezpiecznego rozluźnienia więzi międzypokoleniowych w rodzinach. Na przykład, z powodu zbyt radykalnych zmian treści i metod nauczania dziadkowie i rodzice często nie są w stanie kontrolować postępów edukacyjnych swoich wnuków i dzieci, ani też w razie potrzeby pomóc im w nauce, a szkoły nie zawsze śpieszą z taką pomocą. Uczniowie muszą więc szukać ratunku poza domem rodzinnym i szkołą, najczęściej u korepetytorów. We wszystkich krajach powstają więc, rozwijają i coraz lepiej prosperują rynki korepetycji i to w odniesieniu do niemal wszystkich przedmiotów oraz

wszystkich poziomów edukacyjnych. Zjawisko to występuje i coraz bardziej nasila się również u nas. Chociaż szkoła ma obowiązek przygotowania ucznia do egzaminów zewnętrznych oraz do egzaminu maturalnego, to jednak przekonanie, iż tego nie robi, jest tak silne, że olbrzymia część uczniów korzysta z usług rozmaitych firm organizujących kursy przygotowawcze, nie zawsze prowadzone na poziomie odpowiadającym obowiązującym standardom edukacyjnym. Jest naturalne, że w każdym systemie edukacyjnym zawsze byli i będą uczniowie, którzy z takich lub innych powodów muszą korzystać z dodatkowego wsparcia edukacyjnego, które w pewnych okolicznościach może mieć formę korepetycji. Czy jednak zdrowa jest sytuacja, gdy tryb korepetycji staje się niemal powszechną formą nauczania, a korepetytor zaczyna wyręczać nauczyciela? Co jednak mają zrobić uczniowie, których rodziców po prostu nie stać na opłacenie dziecku korepetycji, kursów przygotowawczych itp.? Podobnych pytań można postawić wiele. Rzecz jednak nie w tym, żeby je stawiać, ale w tym, żeby poważnie zastanowić się nad systemowymi przyczynami słabości naszego szkolnictwa oraz sposobami wyrwania go z zapaści, w której trwa. Lekarstwem nie może być dalsze rozwijanie i legalizacja rynków korepetycji, bo wbrew pozorom nie jest to remedium na istnienie szarej strefy w tej dziedzinie. Powszechność korepetycji znacznie by zmalała, gdyby szkoły solidnie wywiązywały się z ciężącego na nich obowiązku edukacyjnego. Aby tak się stało, szkoły muszą zadbać o osiąganie właściwych danemu etapowi edukacyjnemu efektów nauczania, a nie koncentrować się na weryfikacji stanu wiedzy uczniów. Jednym ze środków wspomagających realizację tego celu jest systematyczna kontrola efektów edukacyjnych szkoły oraz wytworzenie mechanizmów sprzężenia zwrotnego między tymi efektami i realizowanym w szkole procesem edukacyjnym.

Powstaje jednak pytanie, w jakim trybie i za pomocą jakich kryteriów należy oceniać efekty realizowanego w szkole procesu edukacyjnego? Nie ulega wątpliwości, że o jakości tego procesu świadczy przede wszystkim jakość absolwentów szkoły. Jak jednak mierzyć jakość absolwenta? Gdyby wszyscy uczniowie mieli mniej więcej takie same predyspozycje psychofizyczne, mieli mniej więcej taki sam stosunek do nauki, pochodzili z rodzin o mniej więcej takim samym statusie społecznym oraz zbliżonych warunkach socjalnych, w mniej więcej taki sam sposób byłiby osadzeni w realiach społecznej rzeczywistości itd. i gdyby przyjąć, że ilość i jakość wiedzy oraz umiejętności nabytych przez nich na danym etapie edukacyjnym są oceniane w sposób w pełni obiektywny, to reprezentatywnym miernikiem osiągniętych przez szkołę efektów edukacyjnych – a więc i miernikiem jakości prowadzonego w niej procesu edukacyjnego – mogłaby być, na przykład, jakaś wielkość wiążąca stan wiedzy uczniów w chwili rozpoczynania nauki w tej szkole ze stanem ich wiedzy w chwili jej ukończenia. W realnej rzeczywistości warunki te nie są spełnione: różnorodność osobowościowych oraz charakterologicznych typów

uczniów, ich predyspozycji i zainteresowań, uwarunkowań społecznych, socjalnych i materialnych, ich ambicji i stosunku do nauki itd., wykluczają możliwość uznania powyższego idealnego wzorca za reprezentatywny dla szkolnictwa. A przecież w procesie edukacyjnym oprócz uczniów występują także nauczyciele. Jakość procesu edukacyjnego i jego wyniki zależą również od nich, a zwłaszcza od ich predyspozycji osobowościowych i zawodowych, przygotowania pedagogicznego, przedmiotowego i dydaktycznego, ambicji zawodowych itd. Nie można też abstrahować od wpływu infrastruktury szkolnej, ilościowego i jakościowego wyposażenia pracowni przedmiotowych w pomoce dydaktyczne itd. na jakość procesu edukacyjnego. Jeśli więc ocena jakości szkoły ma mieć jakikolwiek wpływ na prowadzony w niej proces edukacyjny, to kryterium tej oceny musi uwzględniać jej zależność od najbardziej istotnych czynników charakteryzujących wszystkie strony procesu edukacyjnego. To jeszcze nie wszystko. Żadna szkoła nie działa bowiem w izolacji od innych, lecz jest elementem określonego hierarchicznego systemu edukacyjnego danego kraju lub regionu. W ramach tego systemu poszczególne placówki szkolne realizują swoje własne, lokalne zadania edukacyjno-wychowawcze, a wszystkie razem współdziałają ze sobą w celu zrealizowania analogicznego zadania systemowego, nadrzędnego w stosunku do wszystkich zadań lokalnych. Organizacyjna struktura systemu edukacyjnego oraz sposób i tryb jego funkcjonowania też więc oddziałują na jakość procesu nauczania i uczenia się realizowanego w danej szkole. A zatem, miernik jakości pracy szkoły musi również zależeć od czynników reprezentujących zależność wykonywanego w niej procesu edukacyjnego od reszty systemu edukacyjnego.

Rekapitułując powyższe rozważania należy stwierdzić, że – bez względu na wszystkie inne uwarunkowania – kluczowe znaczenie dla kształtowania rozwoju systemu edukacyjnego ma ocena jakości realizacji procesów edukacyjnych w poszczególnych szkołach, a tym samym oceny jakości szkół, bez względu na to, czy są to szkoły podstawowe, gimnazja, szkoły ponadgimnazjalne czy wyższe. Ocena ta musi mieć charakter kompleksowy i wieloaspektowy, tzn. musi brać pod uwagę systemowość procesu edukacyjnego i uwzględniać istotne charakterystyki wszystkich stron bezpośrednio uczestniczących w tym procesie. Musi być również w z góry określonym sensie obiektywna, tj. niezależna od woli i upodobań oceniającego.

## **2. Cel i zakres pracy**

Podstawowym celem pracy jest próba syntetycznego ujęcia proponowanej przez nas metodologii badań nad systemami i procesami edukacyjnymi, prowadzonymi w kontekście oceny jakości tych obiektów. Ponieważ szczegółowe wyniki badań wykonanych w kolejnych latach realizacji podzadania badawczego A4.2.2 są przedstawione w raportach rocznych oraz w

innych publikacjach członków zespołu autorskiego, wymienionych w wykazie literatury, więc skupiamy uwagę niemal wyłącznie na podstawowych kwestiach metodologicznych. Stoimy na stanowisku, że badania nad edukacją powinny być prowadzone w kontekście badań nad kapitałem ludzkim indywidualnym i zbiorowym (tj. wspólnotowym czyli społecznym) i powinny nawiązywać do przeprowadzanych obecnie w świecie – w tym także u nas – reform edukacyjnych.

Struktura pracy wygląda tak. W rozdziale 3 omawiamy aktualny stan badań nad modelowaniem i oceną procesów edukacyjnych, kładąc szczególny akcent na prace wykonane przez autorów poprzednich lat w ramach podzadania badawczego A4.2.2. Rozdział 4 poświęcamy przeprowadzeniu krytycznej analizy koncepcji kapitału ludzkiego i intelektualnego oraz relacji zachodzących między nimi a teorią edukacji. Zwracamy uwagę na konieczność oparcia teorii kapitału ludzkiego na postulatach hylemorficznej koncepcji człowieka jako bytu osobowego. Proponujemy nowe określenia pojęć kapitału ludzkiego i kapitału intelektualnego. Wskazujemy na jednostronność i ograniczoność koncepcji ekonomizacji teorii edukacji. W rozdziale 5 podkreślamy systemową jedność teorii praktyki edukacji i zwracamy uwagę na to, że wbrew dość rozpowszechnionemu pogładowi, praktyka edukacji nie zawsze może być weryfikatorem poprawności teorii. Wskazujemy na potrzebę rozsądnego korzystania z metod teorii falsyfikacji i potrzebę poszukiwania innych metod sprawdzania wiarygodności teorii. Rozdział 6 jest poświęcony omówieniu interakcji zachodzących między teorią ekonomii a teorią edukacji. Zwracamy uwagę na to, że sprowadzanie problematyki edukacyjnej do niemal samych tylko kwestii ekonomicznych jest błędem metodologicznym. Przypominamy, że naczelną zasadą postępowania człowieka, nie tylko jako podmiotu procesów edukacyjnych, nie jest tylko i wyłącznie kwestia zdobywania w przyszłości pieniędzy. Wskazujemy, że nowoczesna teoria edukacji powinna odejść od bezpośredniego kopiowania podejść oraz modeli opisujących procesy produkcji materialnej i stworzyć własną metodykę. Proponujemy, aby oprzeć ją na metodologicznych zasadach teorii systemów eratycznych, tj. systemów, w których wiodąca rola przypada człowiekowi. Rozdział 7 dotyczy relacji metodologicznych zachodzących między teorią edukacji a fizyką. Przypominamy istnienie silnych korelacji między rozwojem ekonomii i rozwojem fizyki, których badanie doprowadziło do powstania ekonofizyki. Wskazujemy na potrzebą utworzenia analogicznej teorii edukacyjnej, którą proponujemy nazwać edukofizyką. Podkreślamy, że powinna to być teoria stochastyczna. W rozdziale 7 zwracamy uwagę na konieczność ponownego ożywienia cybernetycznego nurtu badań nad edukacją. Przypominamy polskie korzenie tej nauki i wskazujemy na potrzebę zastosowania metodologii cybernetycznej do modelowania systemów i procesów edukacyjnych. Ponownie zwracamy uwagę na przypadkowy

charakter procesów edukacyjnych i wynikającą stąd konieczność rozwijania modeli stochastycznych. W rozdziale 9 zwracamy uwagę na masowość procesów edukacyjnych i związaną z tym zasadność badania ich własności metodami statystycznymi. Wskazujemy na podstawowe błędy popełniane przy użyciu metod statystycznych do obróbki wyników pomiarów związanych z funkcjonowaniem i oceną procesów edukacyjnych, a zwłaszcza na spotykane często bezkrytyczne przenoszenie na grunt edukacji modeli ekonometrycznych. Zwracamy uwagę na specyfikę danych o edukacji i konieczność stworzenia nowej dziedziny badawczej poświęconej zastosowaniu metod statystycznych w edukacji. Proponujemy nazwanie jej edukometrią. W rozdziale 10 krótko uzasadniamy konieczność traktowania procesów edukacyjnych jako zjawisk dynamicznych, nieliniowych, stochastycznych. Szczególnie podkreślamy, że są to zjawiska dalekie od stanu termodynamicznej równowagi.

Całość rozważań jest osadzona w ramach zaproponowanej przed laty przez Prigogine'a teorii systemów i procesów nieliniowych dalekich od stanu termodynamicznej równowagi.

W wykazie literatury podano znacznie więcej pozycji niż te, które są bezpośrednio cytowane w tekście. Przewiduje się bowiem przygotowanie w przyszłości pełnej monografii z zakresu modelowania i oceny procesów edukacyjnych.

### 3. Obecny stan badań

Troska rządów i władz oświatowych poszczególnych krajów bądź regionów o stworzenie nowoczesnych systemów edukacyjnych znalazła i wciąż znajduje szybki konstruktywny oddźwięk w kręgach naukowych poszczególnych krajów i na forach międzynarodowych. Wyrazem tego stało się niezwykle ożywienie w ostatnich dwudziestu pięciu latach badań nad edukacją. O wadze, jaką przywiązuje się do tych badań może świadczyć chociażby tylko sama liczba publikacji poświęconych edukacji – w tym także poprawie jakości nauczania oraz szeroko rozumianej ocenie systemów edukacyjnych – publikowanych w od dawna ukazujących się międzynarodowych czasopismach edukacyjnych tej rangi, co: *Educational and Psychological Measurement*<sup>1</sup> (1940), *Educational Research* (1958), *Research in Higher Education* (1959), *Higher Education* (1962), *Journal of Curriculum Studies* (1968), *Studies in Educational Evaluation* (1974), *Journal of Education for Teaching* (1974), *Educational Practice and Theory* (1978), *Journal of Marketing Education* (1978). Jeszcze bardziej świadczy o niej powołanie do życia w ostatnich trzech dekadach nowych czasopism, takich jak: *Teaching and Teacher Education* (1984),

---

<sup>1</sup> W nawiasie podano rok, począwszy od którego ukazuje się dane czasopismo.

*Educational Research Journal* (1985), *Journal of Personnel Evaluation in Education* (1986), *International Journal of Educational Management* (1986), *Educational Psychology Measure* (1987), *Higher Education Policy* (1987), , *Journal of Higher Education* (1987), *Higher Education Management* (1988), *School Effectiveness and School Improvement* (1989), *Journal of Basic Education* (1990), *International Journal of Selection and Assessment* (1992), *Education Economics* (1992). Ogółem w piśmiennictwie światowym ukazuje się kilkadziesiąt ogólnodostępnych czasopism z dziedziny edukacji. Ich tytuły jednoznacznie informują, w jakich kierunkach będą badania nad reformowaniem systemów edukacyjnych: psychologia edukacji, pomiar dydaktyczny, poprawa efektywności edukacji, zarządzanie edukacją, polityka edukacyjna, metody oceny jakości placówek edukacyjnych, metody oceny jakości kadry dydaktycznej, metody oceny jakości procesu edukacyjnego itd. Wiele prac z dziedziny edukacji publikuje się również w innych czasopismach specjalistycznych i interdyscyplinarnych, zwłaszcza z zakresu zastosowań matematyki, psychologii, teorii systemów, cybernetyki i informatyki (np. *Computers Operations Research*, *European Journal of Personality*, *Psychological Reports*, *Journal of Psychology*, *Journal of the American Society for Information Science*, *Applied Mathematics*, *Mathematical Psychology*, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*).

W publikacjach zamieszczanych w tych czasopismach przedstawia się i dyskutuje nie tylko koncepcje teoretyczne z dziedziny edukacji, ale także szeroko i szczegółowo analizuje się wyniki licznych biernych i czynnych eksperymentów, przeprowadzanych w różnych krajach z zamiarem identyfikacji specyficznych prawidłowości lub ogólnych praw rządzących przebiegiem procesów edukacyjnych. Szczególnie dużo prac dotyczy systemów i procesów edukacyjnych w tych krajach, w których reformy edukacyjne zaczęły się najwcześniej (Stany Zjednoczone, Francja, Niemcy, Szwecja, Norwegia, Hiszpania, Portugalia, Belgia, Holandia i inne) i które dzięki temu zdołały zgromadzić wcale niemałe zbiory danych charakteryzujących rozmaite aspekty edukacji. Wyjątkowo ciekawe i użyteczne są prace omawiające wyniki egzaminów zewnętrznych przeprowadzanych w różnych krajach w szkołach odpowiadających określonej poziomowi edukacji. Opisuje się w nich nie tylko tryb statystycznej analizy tych danych, ale także formułuje się wynikające z niej wnioski, zarówno pozytywne, jak i negatywne. Często przyjmują one postać postulatów, które – zdaniem ich autorów – mogłyby lub powinny być wykorzystywane w celu usprawnienia działania i poprawy jakości systemu edukacyjnego.

Jednym z negatywnych doświadczeń jest stwierdzenie, że w pierwszej fazie reformowania systemu edukacyjnego, która z reguły trwa od kilku do kilkunastu lat, niemal z reguły obserwuje się znaczne ograniczenie zakresu oraz dyscypliny

nauczania przedmiotów ścisłych, a zwłaszcza matematyki. Z raportów o stanie edukacji przygotowywanych dla rządów lub parlamentów poszczególnych krajów, z dyskusji radiowych, telewizyjnych i prasowych, a także z wielu innych źródeł wiadomo, że w stosunkowo krótkim czasie sytuacja ta doprowadziła do wyraźnie dostrzegalnego intelektualnego zubożenia społeczeństw, obniżenia ogólnego poziomu ich wykształcenia oraz groźnego kryzysu w tych dziedzinach nauki i techniki, które wymagają odpowiedniej znajomości matematyki i umiejętności jej stosowania. W niemal wszystkich wyżej wymienionych krajach doszło do niebezpiecznego rozspójnienia więzi między kolejnymi etapami edukacyjnymi. Szczególnie wyraźnie jest widoczny rozdźwięk między stanem wiedzy absolwentów ostatniego etapu szkolnictwa niższego a wymaganiami stawianymi przyszłym studentom przez szkoły wyższe. Okazuje się, że w odniesieniu do coraz liczniejszej grupy dyscyplin akademickich kandydaci na studia wykazują coraz większe braki merytoryczne. Zmusza to władze uczelniane do obniżania wymagań wobec studentów, wskutek czego jakość absolwentów szkół wyższych jest gorsza niż być powinna. Stwierdzenie tego faktu stało się to sygnałem alarmowym dla rządów, parlamentów i władz oświatowych w wielu krajach. Zmusiło do krytycznego zrewidowania założeń, celów i trybu realizacji reform edukacyjnych oraz podjęcia działań zmierzających do przywrócenia tym systemom wymaganej sprawności i efektywności. Hasłem programowym stała się poprawa jakości edukacji. Zwrócono przy tym uwagę na konieczność odejścia od utrwalonego w mentalności społecznej wiązania pojęcia procesu edukacyjnego wyłącznie z czasem pobierania przez człowieka nauki w szkołach niższych, średnich bądź wyższych i spojrzenia na proces edukacyjny w kontekście długości całego życia ludzkiego. Kształcenie ustawiczne – to szeroko rozumiany proces edukacyjny, który powinien trwać przez całe życie.

Mówiąc o aktualnym stanie badań nad oceną jakości systemów i procesów edukacyjnych nie można pominąć roli, jaką w tych badaniach powinny pełnić metody modelowania matematycznego. Metody te można podzielić na dwie obszerne klasy: deterministyczne oraz probabilistyczno-statystyczne czyli stochastyczne. Od razu trzeba stwierdzić, że dotychczasowe zastosowania matematyki do oceny jakości edukacji w zasadzie sprowadzają się do analizy zbiorów danych empirycznych charakteryzujących określone aspekty systemów i procesów edukacyjnych, przy czym analizę tę prowadzi się z reguły za pomocą najprostszych metod statystycznych. Na ogół nie wychodzi się poza ramy jednowymiarowej liniowej analizy regresyjnej i związanego z nią rachunku korelacyjnego. Znacznie rzadziej można natknąć się na próby konstruowania wielowymiarowych liniowych modeli regresyjnych. Jeśli rozpatruje się modele nieliniowe, to z reguły takie, które za pomocą odpowiedniej operacji matematycznej dają się zlinearyzować. Nie zwraca się przy tym uwagi na to, że – jak uczy doświadczenie z innych dziedzin – wyniki uzyskane na tej drodze

będą na ogół różniły się i to często znacznie od tych, które uzyskano by bezpośrednio z modelu nieliniowego. Nie korzysta się również z bardziej zaawansowanych metod statystycznych, w szczególności z metod estymacji parametrów i prostych regresji za pomocą przedziałów ufności, z metod analizy szeregów czasowych oraz identyfikacji trendu, z metod nieliniowej analizy regresyjnej, z metod weryfikacji hipotez statystycznych itd.

Trzeba koniecznie podkreślić, że poważnym błędem metodologicznym powszechnie popełnianym w dotychczasowych zastosowaniach statystyki matematycznej do badań nad edukacją jest korzystanie z metod statystycznych w sposób czysto mechaniczny. Nie bada się więc, czy w odniesieniu do rozpatrywanego zjawiska edukacyjnego spełnione są warunki uprawniające do prowadzenia wnioskowania statystycznego, lecz po prostu milcząco zakłada się, że reprezentujący to zjawisko zbiór danych jest próbką statystyczną i poddaje się ten zbiór odpowiedniej obróbce. Co więcej, mimo iż zbiory danych o zjawiskach edukacyjnych są przeważnie wciąż jeszcze małowieliczebne, to do estymacji wartości parametrów modeli regresyjnych powszechnie stosuje się metodę najmniejszych kwadratów w wersji odpowiedniej dla tzw. dużych próbek. W konsekwencji tego przyjmuje się, że otrzymane w ten sposób estymatory są zgodne, nieobciążone i efektywne, podczas gdy w rzeczywistości stopień ich efektywności z uwagi na małą liczebność zbioru danych może budzić wątpliwości. Dopóki nie będzie się dysponowało odpowiednio licznymi zbiorami danych nie należy korzystać z metod klasycznej statystyki matematycznej lecz z metod tzw. statystyki małej próbki. W szczególności nie należy posługiwać się klasyczną wersją metody najmniejszych kwadratów. Zaleca się korzystanie z jej uproszczonej wersji, zwanej metodą dwupunktową, skonstruowanej przez wybitnego polskiego statystyka i ekonometryka prof. Z. Hellwiga, (zob., np.: Hellwig 1967). Otrzymane za pomocą tej metody estymatory wartości parametrów prostej regresji będą również zgodne i nieobciążone. Ich efektywność będzie wprawdzie nieco gorsza, ale za to będą bardziej wiarygodne.

W Polsce badania nad zastosowaniem metod modelowania matematycznego do oceny dynamiki procesów edukacyjnych są prowadzone od mniej więcej dziesięciu lat. Najogólniej mówiąc zakres tych badań nie odbiega od zakresu prac w innych krajach. Podobnie też jak za granicą uwaga badaczy koncentruje się głównie na zastosowaniu metod analizy regresyjnej do identyfikacji statystycznych prawidłowości, które ujawniają się w zbiorach danych przedstawiających wyniki egzaminów zewnętrznych bądź maturalnych lub w innych zbiorach danych dotyczących takich czy innych aspektów polskiej edukacji.



Istnieje już dość obszerna literatura krajowa, w której – między innymi – przedstawia się wyniki tych badań. Na szczególną uwagę zasługują zwłaszcza prace wykonane w ramach projektu badań nad wynikami egzaminów zewnętrznych, częściowo finansowanego przez Europejski Fundusz Społeczny w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego Rozwoju Zasobów Ludzkich 2004-2006 (BBE 2006, 2007). Istnieje również dość obszerna literatura krajowa na ten temat, w postaci artykułów drukowanych w łatwo dostępnych rozmaitych czasopismach specjalistycznych, referatów konferencyjnych, raportów badawczych itp. Niezwykle bogatym i ważnym źródłem wiedzy z tego zakresu jest również periodyk *Biuletyn Badawczy. Egzamin* wydawany przez Centralną Komisję Egzaminacyjną. Najbardziej reprezentatywną pozycją książkową jest monografia B. Niemierki poświęcona teorii diagnostyki edukacyjnej (Niemierko 2009).

Począwszy od 2003 r. badania nad wykorzystaniem metod modelowania matematycznego do oceny jakości szkół i prowadzonych w nich procesów edukacyjnych są również prowadzone w Zakładzie Wspomagania Decyzji w Warunkach Ryzyka Instytutu Badań Systemowych PAN, w ramach działalności statutowej (zadanie badawcze A.4.2: Metody analizy systemowej we wspomaganiu decyzji, podzadanie A4.2.2). Specyfiką tych badań jest ich osadzenie w ramach metodologii systemowej. W poprzednich latach otrzymano następujące wyniki:

- Przeanalizowano organizacyjną i funkcjonalną strukturę procesu edukacyjnego prowadzonego w szkole wyższej, skonstruowano jego model sieciowy i opisano dynamikę przechodzenia strumieni studentów przez ten proces w kategoriach markowskich sieci stochastycznych sieci (Bereziński 2003; Bereziński, Inkielman i Wagner 2004; Inkielman 2004).
- Skonstruowano stochastyczny model strumienia nakładów na edukację w długim okresie czasu. W przeciwieństwie do tradycyjnie przyjmowanego modelu poissonowskiego – w którym zakłada się, że wielkości nakładów w kolejnych latach są realizacjami dyskretnych zmiennych losowych niezależnych – przyjęto, że wielkości te są realizacjami zmiennych losowych zależnych o rozkładzie Pareto (Bereziński i Wagner 2003).
- Skonstruowano wieloaspektowy model sterowania procesem edukacyjnym. Proces edukacyjny przedstawiono w postaci dynamicznej sieci stochastycznej o stałej strukturze. Sterowanie procesem potraktowano jako świadome i celowe oddziaływanie na dynamikę przepływu studentów w taki sposób, aby maksymalizować

prawdopodobieństwo przejścia studenta do następnej fazy procesu edukacyjnego. Z idei modelu wyniknęła potrzeba podziału zbiorowości studentów na grupy jednorodne w sensie wielu wskaźników edukacyjnych. Wprowadzono pojęcie jednorodności grupy studenckiej, wytłumaczono jego sens i zaproponowano metodę podziału zbiorowości studentów na grupy jednorodne w sensie pewnego z góry przyjętego zbioru cech (Bereziński, Inkielman i Wagner 2005). Stwierdzono, że nie wszystkie rozpatrywane cechy są jednakowo informatywne. Zaproponowano więc sposób pomiaru stopnia informatywności cech i przedstawiono wersję metody podziału zbiorowości studentów na grupy jednorodne w oparciu o zbiór cech najbardziej informatywnych (Bereziński, Inkielman i Wagner 2007 b).

- Opracowano model wielokryterialnej wewnętrznej oceny jakości pracowników dydaktycznych szkoły. Przyjęto, że ocena musi mieć charakter ilościowo-jakościowy. Istotą zaproponowanej metody jest wykorzystanie metod ekspertów oraz metod porównywania parami do konstruowania rankingowych list pracowników (Bereziński, Inkielman i Wagner 2006).
- Opracowano całościowy model procesu edukacyjnego w szkole wyższej, integrujący procesy uczenia się i nauczania, oparty na idei sieci stochastycznych. Skonstruowano sprzężone z nim metody oceniania studentów i nauczycieli. Sformułowano systemowe kryterium jakości funkcjonowania szkoły wyższej. Kryterium to uwzględnia użyteczność procesu edukacyjnego dla studenta oraz ryzyko poniesienia przez niego strat spowodowanych przypadkowymi odchyleniami toku realizacji tego procesu od obowiązujących standardów edukacyjnych (Bereziński, Inkielman i Wagner 2007 a).
- Wychodząc z założenia, że o jakości procesu edukacyjnego realizowanego w szkole decyduje przede wszystkim jakość zgromadzonego w niej kapitału intelektualnego oraz sposób jego wykorzystania, przeprowadzono krytyczną analizę założeń ekonomicznego nurtu teorii kapitału intelektualnego. Zwrócono uwagę na potrzebę humanizacji tej teorii, poprzez osadzenie jej w ramach personalistycznej koncepcji człowieka (Bereziński i Hołubiec 2004).
- Przeprowadzono krytyczną analizę koncepcji pojęcia kapitału społecznego, propagowanych w ostatnich trzydziestu kilku latach

przez socjologów amerykańskich i europejskich. Zwrócono uwagę, że w socjologicznej literaturze europejskiej – w tym także polskiej – pojęcie to już dawno było stosowane, lecz zostało zapomniane: fakt ten w należyty sposób udokumentowano. Przypomniano właściwe znaczenie pojęcia kapitału społecznego, wynikające z dawnych tradycji europejskich szkół filozoficznej i ekonomicznej (Bereziński i Wagner 2008 a).

- Przeprowadzono krytyczną analizę relacji zachodzących między pojęciami kapitału intelektualnego i kapitału ludzkiego. Zwrócono uwagę, że powszechnie spotykane w literaturze fachowej utożsamianie tych pojęć jest niepoprawne i sprzeczne z filozofią człowieka i społeczeństwa (Bereziński i Wagner 2008 b). W analizie nawiązano do pierwotnego nurtu teorii kapitału ludzkiego, w którym nadano edukacji wymiar czysto ekonomiczny (Schultz 1963; Becker 1964). Nurt ten zakłada, że człowiek, podejmując wszelkie istotne decyzje życiowe – a do takich należą między innymi decyzje dotyczące wyboru kierunku studiów oraz uczelni – kieruje się względami czysto ekonomicznymi. Przeprowadzono krytykę tego podejścia, zwracając szczególną uwagę na potrzebę humanizacji teorii kapitału ludzkiego, poprzez stworzenie nowej teorii, uwzględniającej osobowość natury człowieka uczestniczącego w procesach edukacyjnych.
- Przeprowadzono krytyczną analizę koncepcji zarządzania kapitałem ludzkim indywidualnym i zbiorowym. Zwrócono uwagę na zasadniczą niepoprawność niektórych intensywnie ostatnio popularyzowanych wersji tzw. piramidy wiedzy, uważanej za metodologiczną podstawę struktury teorii kapitału ludzkiego i teorii zarządzania wiedzą. Udokumentowano, że poszukiwania korzeni tego pojęcia w literaturze amerykańskiej z lat 70. i 80. dwudziestego wieku są pozbawione podstaw, bowiem w nauce i filozofii europejskiej koncepcja piramidy wiedzy jest znana od czasów Arystotelesa (Bereziński, Hołubiec i Wagner 2008).
- Przeprowadzono systemową analizę problemu pomiaru jakości funkcjonowania szkoły wyższej. W nawiązaniu do wyników otrzymanych w poprzednich latach problem ten potraktowano jako zadanie grupowania obiektów z punktu widzenia wielu cech równocześnie i rozwiązano za pomocą metody składowych głównych, korzystając z programu komputerowego *Statistica 8.0*. Metoda ta jest jedną z technik statystycznej analizy danych wielowymiarowych. Nie opisywano samej metody, ponieważ jest

dobrze przedstawiona w łatwo dostępnej literaturze (zob., np.: Dubrow 1978; Morrison 1990; Jajuga 1993). Podano natomiast własny przykład jej zastosowania w dziedzinie edukacji skupiając się przede wszystkim na analizie i interpretacji wyników obliczeń numerycznych (Bereziński i Wagner 2010).

#### **4. Teoria edukacji a teorie kapitału ludzkiego**

Krzewienie oświaty i wychowanie – to podstawowe sposoby kształtowania i rozwijania osobowości człowieka oraz przygotowywania go do życia społecznego. Z przekonania o skuteczności tych procesów oraz z potrzeby celowego ich ukierunkowywania w taki sposób, by przynosiły jak największe określone korzyści materialne i duchowe poszczególnym ludziom oraz wspólnotom ludzkim, wyrosła potrzeba prowadzenia badań naukowych nad edukacją. Badania te powinny mieć wymiar interdyscyplinarny. Ponieważ edukacja jest zjawiskiem społecznym, więc na pierwszy plan wysuwa się spojrzenie na nią w kontekście socjologicznym. Badanie socjologicznych aspektów edukacji dominowało aż do połowy zeszłego wieku, kiedy to ekonomiści zauważyli, że na tych samych stanowiskach i w takich samych warunkach roboczych wydajność pracy ludzi wykształconych jest znacznie większa niż nie mających wykształcenia. Dostrzegli też, że wiedza ludzka i umiejętności jej wykorzystania mogą być traktowane jako jeden z czynników produkcji i uznali ten czynnik za jedną z form kapitału. Jedni nazwali ten czynnik kapitałem ludzkim, inni – kapitałem intelektualnym. Zrozumiano, że samo podniesienie wiedzy i umiejętności ludzkich do rangi czynników produkcji nie wystarcza, że potrzebna jest odpowiednia teoria, która wiązałaby te czynniki z efektami procesów wytwórczych. Od tego czasu zaczęły się intensywne badania nad teorią kapitału intelektualnego ludzkiego.

Powszechnie przyjmuje się, że teoria kapitału ludzkiego (intelektualnego) powstała na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych 20. w. (Smith 1950; Schultz 1963; Becker 1964). Od początku rozwijała się w ścisłej symbiozie z niezwykle wówczas modną neoklasyczną teorią wzrostu gospodarczego. Choć w ciągu następujących pięćdziesięciu lat niewątpliwie osiągnęła pewien stopień naukowej dojrzałości i autonomiczności, to jednak trzeba przyznać, że dotychczas nie potrafiła wypracować własnych koncepcji metodologicznych, ani też samodzielnego aparatu metodycznego, dostosowanego do specyfiki przedmiotu swoich badań. Znamienną cechą tej fazy rozwoju teorii kapitału ludzkiego oraz jej zastosowań było zdominowanie jej aparatu metodycznego przez tendencję do przenoszenia na grunt tej teorii metod oraz modeli opracowanych i sprawdzonych w badaniach nad wzrostem gospodarczym. Dość szybko doprowadziło to do wyczerpania się możliwości ówczesnej teorii kapitału ludzkiego, co skutkowało znacznym osłabieniem tempa jej rozwoju w

okresie mniej więcej od połowy lat siedemdziesiątych do połowy lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia. Zbliżający się przełom tysiącleci i wiązane z nim nadzieje, wspierane wystąpieniami największych autorytetów moralnych, politycznych, społecznych i gospodarczych świata, wskazujących na potrzebę humanizacji warunków rozwoju ludzi i ich wspólnot lokalnych, narodowych i międzynarodowych, spowodowały wzrost zainteresowania hasłami tzw. nowej ekonomii, której ważnym elementem miała stać się odpowiednio zmodyfikowana i uwspółcześniona teoria kapitału ludzkiego. Od tego czasu zaczął się renesans tej teorii, a wiązane z nią obecnie oczekiwania i stawiane jej zadania są bez porównania większe i bardziej ambitne niż te, które widziano przed pięćdziesięciu laty. Dzięki niezwykle dynamicznemu postępowi naukowemu, technicznemu i technologicznemu, któremu niestety nie towarzyszy równie intensywny postęp społeczny i gospodarczy, ludzkość weszła w nową fazę rozwoju. Wiodącym determinantem tej fazy ma stać się – według głoszonych i nośnych obecnie haseł – troska o wszechstronny rozwój człowieka. Jednym z wyrazów tego ma być dążenie do podnoszenia godności człowieka przez humanizację pracy, stworzenie każdemu człowiekowi warunków do zdobywania wiedzy i racjonalne wykorzystywanie tej wiedzy do zaspokajania na godziwym poziomie indywidualnych potrzeb człowieka oraz potrzeb społeczności, w których żyje.

Tak – w dużym skrócie – przedstawia się historia teorii kapitału ludzkiego, przyczyny jej renesansu i nadzieje, jakie wiąże się z jej rozwojem. Wyrazem dynamiki nasilającego się zainteresowania tą teorią w ostatnim dziesięcioleciu jest szybki wzrost liczby publikacji i duża liczba konferencji oraz kongresów krajowych i międzynarodowych poświęconych problematyce kapitału ludzkiego. Poważnym mankamentem wielu z nich jest traktowanie tej problematyki jako całkowicie nowej, wcześniej nie rozważanej na gruncie naukowym. Podobnie jak to już niejednokrotnie zdarzało się w wielu innych dziedzinach, jest to prawdopodobnie skutek nieznamości początków historii teorii kapitału ludzkiego i prac reprezentatywnych dla pierwszej fazy jej rozwoju, przez wielu badaczy zapomnianych lub im po prostu nie znanych. Wystarczy spojrzeć na niezwykle ubogie wykazy literatury w wielu pracach z dziedziny kapitału ludzkiego, nierzadko pretendujących do rangi dzieł o niemal nieprzemijającej wartości, by znaleźć potwierdzenie tej opinii. Mimo woli przypomina się przysłowie: „Nowe – to dobrze zapomniane stare”. Poważnym mankamentem obecnych teorii kapitału ludzkiego są także próby bezpośredniego i bezkrytycznego kontynuowania kierunków oraz stosowania metod badawczych nad kapitałem ludzkim w takich formach, w jakich zostały sformułowane pół wieku temu.

Ani jedna, ani druga z wymienionych koncepcji badawczych nie wróży większych sukcesów. Jak wiadomo (zob., np.: Samuleson i Nordhaus 1996), w

neoklasycznej teorii wzrostu przyjmuje się, że istnieją cztery rodzaje zasobów, które są niezbędnymi czynnikami procesu produkcji: ziemia (rozumiana jako obszar powierzchni ziemi i wszystko to, co w naturze jest użyteczne dla procesu produkcji - minerały, rośliny itp.), praca (nazywana również siłą roboczą, która obejmuje wszystkie sposoby, w jakie ludzka energia fizyczna lub umysłowa może być sensownie wydatkowana), kapitał (nazywany kapitałem fizycznym, czyli dobra inwestycyjne obejmujące wszelki wynik procesu produkcyjnego, który jest przeznaczony do późniejszego wykorzystania w procesie produkcyjnym) oraz technologia. Prawo, które określa związki między poniesionymi nakładami a osiągniętymi wynikami produkcyjnymi w ramach danej technologii ekonomiści nazywają funkcją produkcji. „Funkcja produkcji opisuje więc techniczny związek między maksymalną wielkością produkcji a niezbędnymi do jej uzyskania nakładami czynników produkcji. Jest ona określona dla danego poziomu wiedzy technologicznej” (Samuelson i Nordhaus 1996, t. 2, s. 36). Wprowadzenie pojęcia kapitału ludzkiego i pojęcia kapitału intelektualnego nie było więc spowodowane – jak się często uważa – pomijaniem wpływu innych niż czysto fizyczna praca dyspozycji człowieka na proces produkcji (były one bowiem uwzględniane co najmniej pośrednio i w sposób dający się wyrazić za pomocą stosowanych w neoklasycznej ekonomii środków matematycznych), lecz dążeniem do głębszego i lepszego zrozumienia udziału tych niefizycznych dyspozycji w procesie produkcji oraz jak najlepszego ich wykorzystania. Kształtowanie tych dyspozycji i utrzymywanie ich na odpowiednim poziomie wymaga czasu i wiąże się z ponoszeniem określonych nakładów finansowych. „Czas i pieniądze włożone w zdobycie wykształcenia przynoszą w efekcie to, co ekonomiści zwykli nazywać kapitałem ludzkim (human capital). Jest to zasób wartościowej i użytecznej wiedzy zdobytej w procesie kształcenia i praktyki zawodowej” (Samuelson i Nordhaus 1996, t. 2, s. 95). Autorzy tego sformułowania zrezygnowali z określenia pojęcia kapitału ludzkiego. Rozumieją pod nim to, „co ekonomiści zwykli nazywać kapitałem ludzkim”. Rzecz jednak w tym, że pojęcie to jest przez ekonomistów rozumiane rozmaicie, a główną przyczyną tej różnorodności jest wielorakość stanowisk co do istoty i pozycji bytowej człowieka jako nieodzownego elementu wszelkich procesów produkcyjnych. I tak, na przykład, zwolennicy skrajnego materializmu uważają człowieka za byt wyłącznie cielesny. Z kolei materialści umiarkowani głoszą, że wszystko to w człowieku jest niecielesne, jest niesamodzielne i wtórne względem tego, co cielesne. Przedstawiciele dualizmu sądzą, że byt ludzki jest złożony z dwóch odrębnych, równorzędnych elementów, duszy i ciała, przy czym wedle jednych elementy te wzajemnie na siebie oddziałują (interakcjonizm), wedle innych – istnieją i rozwijają się równolegle (paralelizm). Wreszcie hylemorfizm twierdzi, że człowiek jest psychofizyczną jednością, złożoną z materii pierwszej i formy substancjalnej, którą stanowi niecielesna dusza (zob., np.: Krapiec 2001). Chociaż więc nie można przyjąć, że istnieje jedno wspólne wszystkim

ekonomistom określenie kapitału ludzkiego, to jednak jest faktem, że – w wymiarze ekonomicznym – kształtowanie tego kapitału zawsze wiąże się z wydatkowaniem czasu i pieniędzy. Nie można jednak zgodzić się z ograniczaniem przez wielu ekonomistów czynników kształtujących kapitał ludzki wyłącznie do czasu i pieniędzy poświęconych na zdobywanie wiedzy, ani też ze sprowadzaniem pojęcia kapitału ludzkiego jedynie do zasobu użytecznej wiedzy zdobytej w czasie lat nauki i praktyki zawodowej.

W niemal każdym nurcie filozoficznym podkreśla się, że człowiek jest wartością najwyższą. W niemal każdej doktrynie ekonomicznej zwraca się uwagę na to, że ekonomia została stworzona przez człowieka i dla człowieka. Skoro tak, to nie można mieć żadnych wątpliwości co do tego, że reprezentowanie człowieka w modelach ekonomicznych za pomocą wielkości charakteryzujących takie lub inne aspekty jego fizyczno-duchowej jedności, dobieranych nierzadko wyłącznie pod kątem możliwości przeprowadzenia odpowiedniego rozumowania matematycznego, jest zbyt dużym, często wręcz niedopuszczalnym uproszczeniem. To między innymi z tego powodu powstało tak wiele rozmaitych, związanych z konkretną sytuacją praktyczną i przeznaczonych na konkretny użytek określeń kapitału ludzkiego. Spory między ich autorami są jałowe oraz bezowocne i będą takimi dopóty, dopóki pojęcie kapitału ludzkiego nie zostanie związane z filozoficzną koncepcją człowieka jako bytu osobowego. Proponując takie lub inne określenie kapitału ludzkiego badacz powinien odpowiedzieć, na gruncie jakiej filozofii człowieka ja formułuje. Stojąc więc na stanowisku hylemorfizmu oraz uznając, że materia pierwsza i forma substancjalna nie są tym co istnieje w człowieku niezależnie jedno od drugiego, lecz tym, dzięki czemu byt ludzki istnieje, proponujemy rozumienie pod pojęciem kapitału ludzkiego samego człowieka, traktowanego jako byt osobowy, będący ścisłą jednością różnorodnych elementów i czynników (psychiczności i cielesności, świadomości i nieświadomości, indywidualności i wspólnotowości oraz innych opozycji), transcendujący w rozmaity sposób to, co w nim immanentne.

Człowiek jako byt osobowy jest wyposażony w rozmaite predyspozycje i zdolności fizyczne i umysłowe, dzięki którym może rozwijać i kształtować swoją indywidualność czyli osobowość. Zasadniczą składową osobowości człowieka jest jego duchowość, czyli niematerialna sfera dotycząca jego życia wewnętrznego, psychicznego, intelektualnego, moralnego i etycznego, jego ducha, myśli, uczuć itd. Z duchowością człowieka wiążą się więc jego intelekt i rozum. Intelekt jest „zdolnością do poznawania czegoś bezpośrednio, w sposób nienaoczny, ogólny, istotnościowy”, natomiast rozum jest „zdolnością do pełnego myślenia dyskursywnego: uzyskiwania pojęć przez abstrakcję z wyobrażeń, tworzenia nowych pojęć z pojęć już posiadanych, tworzenia sądów przez zestawianie pojęć, dochodzenia do nowych sądów lub reguł przez

wnioskowanie z sądów czy reguł już przyjętych, tworzenia systemów pojęć, sądów (teorii czegoś), formułowania pytań” (Herbut 2001, s. 296). Jak widać, pojęcia duchowości, intelektu i rozumu – w języku potocznym często używane zamiennie – faktycznie nie są synonimami. Od pojęć intelektu i rozumu trzeba odróżniać pojęcie umysłu. Można je rozumieć dwojako. „Umysł (...) w węższym pojęciu to władze duchowej sfery człowieka: poznawcza i pragnieniowa (wola), przejawiające się przede wszystkim w czynnościach poznawania i wyboru przygotowujących działanie. W szerszym pojęciu to zestaw wszystkich władz wyznaczających całą sferę życia psychicznego człowieka: poznania zmysłowego i intelektualno-rozumowego oraz rozbudzanego przez poznanie pożądania zmysłowego i wolitywnego” (Herbut 2001, s. 297).

Tak więc, jeśli traktować całą osobę ludzką jako specyficzną formę kapitału – kapitał ludzki, to tak jak można mówić o części fizycznej tego kapitału, reprezentowanej przez zdolność człowieka do wykonywania pracy fizycznej, tak samo można mówić o części duchowej (kapitał duchowy), intelektualnej (kapitał intelektualny) i umysłowej (kapitał umysłowy). Na ogół nie popełni się większego błędu, jeśli w pewnych szczególnych sytuacjach te trzy ostatnie formy kapitału utożsamia się ze sobą. Popełnia się jednak zasadniczy błąd, jeśli – bez względu na okoliczności – pojęcia kapitałów duchowego, intelektualnego i umysłowego uważa się za synonimy, jeśli sprowadza się kapitał ludzki do ogółu niematerialnych przymiotów człowieka pomijając przy tym z pełną świadomością jego sferę cielesną, jeśli traktuje się kapitał ludzki jako szczególny przypadek kapitału intelektualnego (podmiot obdarzony jakimś przymiotem traktuje się jako szczególny rodzaj tego przymiotu!) itp. W proponowanym przez nas systemie rozumowania, kapitał intelektualny staje się częścią kapitału ludzkiego, ale nie jego równoważnikiem, przy czym jest zachowana właściwa relacja między tymi pojęciami. Poprawność tej relacji jest na tyle oczywista, że nie wymaga dalszych uzasadnień. Jest oczywiste, że proces budowy, kształtowania, utrzymywania na określonym poziomie, wzrostu i wykorzystania kapitału ludzkiego wymaga upływu czasu i wiąże się z koniecznością ponoszenia określonych nakładów finansowych. Ponieważ ludzie różnią się między sobą nie tylko cechami fizycznymi, ale także uzdolnieniami, predyspozycjami do wykonywania takich lub innych zajęć, doświadczeniem, umiejętnościami wrodzonymi bądź nabytymi, kwalifikacjami zawodowymi zdobytymi w ciągu lat nauki i pracy itp., więc w odniesieniu do poszczególnych jednostek nakłady te są dość zróżnicowane.

Teoretycy ekonomii szybko dostrzegli liczne podobieństwa między procesem wytwarzania kapitału fizycznego (w tradycyjnym rozumieniu tego pojęcia) a procesem wytwarzania kapitału ludzkiego. Niestety, bezpośrednim skutkiem tej refleksji stało się bezkrytyczne użycie matematyczno-ekonomicznych metod



neoklasycznej teorii wzrostu do badań nad kapitałem ludzkim. Podejście to, w wielu przypadkach uzasadnione i skuteczne, generalnie rzecz biorąc budzi wiele wątpliwości, bowiem nawet najgłębsze analogie między procesami produkcji materialnej a trybem kształtowania i wykorzystania w tych procesach kapitału ludzkiego nie czynią tych procesów tożsamymi. Mimo licznych wzajemnych podobieństw każdy z nich ma właściwą mu specyfikę i wykazuje istotne różnice względem drugiego. Konsekwencją tego musi być odmienność podejść metodologicznych i metodycznych do badań nad kapitałem fizycznym i kapitałem ludzkim, zwłaszcza intelektualnym. Sformułowanych wyżej uwag nie należy jednak traktować jako zarzutów podważających dopuszczalność stosowania badawczego aparatu neoklasycznej teorii wzrostu gospodarczego do badań nad kapitałem intelektualnym. Zastosowania te przyniosły bowiem w przeszłości wiele korzyści, nie tylko wymiernych ekonomicznie, lecz także poznawczych. Naszą intencją jest przede wszystkim zwrócenie uwagi na to, że poza sferą analogii obu procesów, tłumaczącą częściową skuteczność stosowania do badań nad kapitałem intelektualnym metod badania kapitału fizycznego, istnieją na tyle istotne różnice między nimi, że w pełni uzasadniona jest propozycja zrewidowania podstaw dotychczasowych teorii kapitału intelektualnego i zbudowania teorii nowoczesnej. Wbrew nagłaśnianej opinii, że jest inaczej, badania w dziedzinie kapitału ludzkiego są bardzo zaniedbane, nawet w krajach, które przodują w rozwoju gospodarek rynkowych opartych na wiedzy, wykorzystujących nowoczesne techniki i technologie informacyjne oraz komunikacyjne.

## **5. Teoria edukacji a praktyka edukacyjna**

Pojęcie edukacji jest różnie rozumiane. W najbardziej ogólnym znaczeniu kojarzy się ono z systematycznie prowadzonym procesem nauczania i uczenia, kształtowaniem osobowości, charakteru oraz postawy etyczno-moralnej człowieka, wychowywaniem go życia rodzinnego, społecznego, zawodowego, obywatelskiego i narodowego w duchu określonego systemu wartości itp. Edukacja ma charakter ustawiczny, tzn. trwa przez całe życie człowieka. Wyróżnia się w niej dwie wzajemne ze sobą sprzężone składowe: edukację zinstytucjonalizowaną oraz niezinstytucjonalizowaną. System edukacji zinstytucjonalizowanej ma strukturę szeregową. Jego podstawowymi elementami są tzw. etapy edukacyjne, które odpowiadają kolejnym typowym okresom uczenia się w poszczególnych rodzajach placówek oświatowo-wychowawczych. Liczba i zakres programowy tych etapów nie są takie same we wszystkich krajach. W polskim systemie edukacyjnym wyodrębniono następujące etapy: wychowanie przedszkolne → nauczanie początkowe → nauczanie podstawowe → gimnazjum → szkoła ponadgimnazjalna → studia wyższe → studia podyplomowe.

Edukacja zawsze była i wciąż pozostaje przedmiotem intensywnych studiów teoretycznych. W ciągu wieków pojawiały się różne teorie edukacji. Wiele z nich zniknęło bez śladu, inne przetrwały próbę czasu i albo nadal występują samodzielnie, albo też przeniknęły do innych, współczesnych teorii edukacyjnych. Obecnie wyróżnia się dwa główne rodzaje takich teorii: normatywne i deskryptywne. Pierwsze dążą do udzielenia – na drodze dociekań teoretycznych – odpowiedzi na pytanie, jakie w świetle obecnych i przewidywanych w przyszłości uwarunkowań powinny być cele procesu edukacyjnego, jaka powinna być jego struktura i sposób realizacji, jakim powinien podlegać normom i standardom, za pomocą jakich kryteriów powinno się oceniać jego efektywność itd. Drugie – w oparciu o wyniki obserwacji sposobów organizacji, przebiegu i wyników rzeczywistych procesów edukacyjnych – formułują rozmaite hipotezy dotyczące określonych aspektów edukacji i podejmują próby ich weryfikowania za pomocą odpowiednich metod wnioskowania logicznego i statystycznego. W ramach ogólnego podejścia deskryptywnego istnieje szereg teorii specyficznych, z których każda kładzie akcent na inny aspekt edukacji (teoria kulturalistyczna – uważająca edukację za zjawisko zdeterminowane kulturowo, teoria behawiorystyczna – mająca podłoże psychologiczne i traktująca edukację jako wytwór określonych zachowań ludzkich, teoria funkcjonalistyczna – rozważająca edukację jako efekt zjawisk czysto socjologicznych).

Tabela I  
Wzajemne relacje teorii i praktyki

		Teoria	
		Prawdziwa	Falszywa
Praktyka	Dobra	(D,D)	(D,Z)
	Zła	(Z,D)	(Z,Z)

Oczywiście badania podstawowe i empiryczne w edukacji nie będą niezależnie od siebie, lecz wzajemnie się stymulują i dopełniają. Choć priorytet w tych badaniach przypada teorii, to jednak ranga praktyki edukacyjnej jest w nich niepodważalna. W świadomości społecznej wciąż jednak powszechne jest przekonanie – i to nie tylko w odniesieniu do sfery edukacji – że jedynym weryfikatorem poprawności teorii jest praktyka. Jest to

pogląd nieprawdziwy, bowiem wzajemna relacja teorii i praktyki jest daleko bardziej złożona. Możliwe sytuacje są wymienione w tabeli 1. U podstaw jej konstrukcji leży oczywisty fakt, że teoria edukacji może być prawdziwa lub fałszywa, zaś praktyka edukacyjna może być prowadzona dobrze lub źle. Jeśli teoria jest prawdziwa a praktyka dobra, to praktyka edukacyjna jest weryfikatorem teorii, a teoria – praktyki. Jeśli teoria jest zła a praktyka dobra, to wdrożenie teorii miałyby destrukcyjny wpływ na sferę praktyki. Z kolei, jeśli teoria jest dobra a praktyka zła, to sfera praktyki uzna tę teorię za niepoprawną. Wreszcie, jeśli zarówno teoria, jak i praktyka są niepoprawne, to ani teoria nie weryfikuje praktyki, ani też praktyka teorii. Co gorsza, źle prowadzona praktyka edukacyjna może uznać złą teorię za poprawną i odwrotnie, zła teoria edukacyjna może doprowadzić do zaakceptowania źle prowadzoną sferę praktyki.

Z powyższego wynika, że należy poszukiwać innych metod, które pozwoliłyby rozstrzygać o prawdziwości lub fałszywości teorii edukacyjnych. W ogólnym przypadku kwestia ta leży w obszarze zainteresowań filozofii nauki. Od czasu do czasu specjaliści z tej dziedziny oferują nauce niezwykle proste modele, które – ich zdaniem – powinny pomagać w rozstrzygnięciu o poprawności lub niepoprawności nowych teorii naukowych. Na przykład, nie ma wątpliwości, że należy rezygnować z tych teorii, których założenia, ograniczenia bądź kryteria stoją w oczywistej sprzeczności z logiką edukacji oraz z jej podstawami epistemologicznymi, psychologicznymi, społecznymi itd. Trzeba jednak pamiętać, że założenia, ograniczenia i kryteria każdej teorii edukacyjnej nigdy nie mają statusu prawd bezwzględnych. Nie są więc pewnikami lecz hipotezami, przez co cała teoria nabiera charakteru hipotezy: powstaje konieczność wykazania, że nie jest to hipoteza fałszywa.

W dążeniu do skonstruowania metod, które pozwalałyby jednoznacznie rozstrzygać o prawdziwości lub fałszywości danej teorii rozważa się dwie możliwości: dążenie do wykazania prawdziwości tej teorii oraz postępowanie przeciwstawne, zmierzające do wykazania jej fałszywości, czyli do jej obalenia. Pierwsze z nich wymagałoby zgromadzenia praktycznie nieskończenie dużej liczby faktów potwierdzających testowaną teorię, co z oczywistych przyczyn jest niemożliwe do zrobienia. Logika drugiego jest całkiem inna: szuka się mianowicie faktów mogących podważyć tę teorię i akceptuje się ją dopiero wtedy, gdy żaden z nich jej nie obali. Podejście to stanowi istotę dominującej obecnie metody wykazywania fałszywości naukowych hipotez, nazywanej metodą negatywnej weryfikacji lub falsyfikacją. Wedle K. Poppera (1902-1994), autora tej metody, status naukowości mają jedynie hipotezy falsyfikowalne, tzn. tylko te, dla których można podać możliwy sposób ich empirycznego obalenia (zob.: Popper 1977). Teorie, które przeszły przez wielokrotne próby falsyfikacji, stają się dzięki temu coraz bardziej

ugruntowane, jednak nie nabierają przez to atrybutu niepodważalności i absolutnej pewności. Tak więc, teorie naukowe nigdy nie są pewne: teorie edukacji nie stanowią wyjątku od tej zasady.

W miarę wzrostu liczby zastosowań metody falsyfikacji ujawniły się nie tylko jej mocne strony, ale także różne wady. Z uwagi na niezwykłą prostotę metody nie były one jednak na tyle istotne, by podważyć jej istotę. Niemniej jednak skłoniły filozofów nauki do poszukiwania takiej modyfikacji metody Poppera, która by tych wad nie miała. Największy rozgłos zdobyła metoda zaproponowana przez I. Lakatosa (1922-1974), który powiązał popperowską koncepcję falsyfikacji z własną normatywną teorią programów badawczych (Lakatos 1995) oraz z kuhnowską teorią struktury rewolucji naukowych (Kuhn 1962). Podejście to, zwane neofalsyfikacjonizmem, głosi, że weryfikowana hipoteza nie musi być od razu nieodwołalnie sfalsyfikowana i że wolno ją zostawić, jeśli hipoteza alternatywna nie ma wyższego stopnia potwierdzenia (czyli tzw. koraboracji).

W filozofii nauki zwraca się szczególną uwagę na falsyfikację empiryczną. Przyjmuje się, że teoria jest obalalna empirycznie, jeśli istnieje możliwość wykazania jej fałszywości w oparciu o doświadczenie. Wnioskowanie falsyfikujące przebiega według schematu nazywanego w logice sposobem zaprzeczania za pomocą zaprzeczenia (modus tollendo tollens): fałszywość następnika prawdziwej implikacji pociąga za sobą fałszywość jej poprzednika. Na przykład: „Jeśli dany uczeń pracuje, to zda do następnej klasy. Uczeń nie zda do następnej klasy. Zatem – uczeń nie pracował”. „Jeżeli dzisiaj jest środa, to jutro piszemy sprawdzian z matematyki. Nie, jutro na pewno nie piszemy sprawdzianu z matematyki. Wobec tego dzisiaj nie jest środa”.

Jest oczywiste, że jakość wnioskowania falsyfikacyjnego zależy przede wszystkim od jakości wykorzystywanego materiału empirycznego, który powinien być wiarygodny. Doświadczenie uczy jednak, że nierzadko stopień wiarygodności danych budzi wątpliwości. Twórcy schematów falsyfikacyjnych zalecają więc, aby przed rozpoczęciem procedury falsyfikacyjnej przede wszystkim sprawdzić stopień wiarygodności danych. Można do tego użyć metod analizy danych, metod statystycznych, metod teorii informacji i innych. Ponadto, aby jeszcze bardziej zawęzić możliwość wpływu ewentualnej fałszywości danych na wynik procesy falsyfikacji, należy ten proces wielokrotnie powtórzyć. Trzeba przy tym pamiętać, że mimo wszystkich podjętych środków ostrożności nigdy nie uda się uzyskać bezwzględnego potwierdzenia prawdziwości teorii.

Z metodologicznego punktu widzenia powyższe rozważania są niewątpliwie co najmniej tak samo ważne dla badań nad systemami i procesami

edukacyjnymi, jak dla badań w innych dziedzinach. Zostały one jednak przedstawione nie w celu propagowania użycia metod falsyfikacji w sferze edukacji lecz przede wszystkim dla zasygnalizowania wagi problemu, jakim jest weryfikacja teorii naukowej. Trzeba przecież pamiętać, że – podobnie jak to ma miejsce we wszystkich innych dziedzinach – na każdym etapie rozwoju wiedzy o edukacji potrzebne są zwieńczająca tę wiedzę naukowa teoria lub zbiór teorii. Podobnie też jak w każdym innym przypadku, konieczne jest przeprowadzenie postępowania uzasadniającego przyjęcie lub odrzucenie proponowanej teorii. Uzasadnienie to powinno mieć podłoże epistemologiczne, tj. wyjaśniać naturę, pochodzenie i zakres wiedzy o edukacji, zaś kluczowym jego elementem powinna być analityczna refleksja nad dotychczasowym rozwojem teorii edukacji i krytyczna – acz konstruktywna – jej przebudowa. Wedle koncepcji falsyfikacji dopiero wtedy, gdy zostanie obalona hipoteza o fałszywości teorii edukacyjnej, można analizować jej związki z praktyką edukacyjną. Trzeba przy tym pamiętać, że odrzucenie hipotezy o fałszywości teorii nie jest równoznaczne ze stwierdzeniem prawdziwości hipotezy alternatywnej, tj. hipotezy o jej prawdziwości, lecz jedynie ze stwierdzeniem braku podstaw do uznania teorii za nieprawdziwą. Każda teoria edukacyjna musi bowiem pozostawać stale otwartą na falsyfikację, a ponieważ obecnie za kluczowe kryterium naukowości naukowych teorii przyjmuje się stopień ich otwartości na falsyfikację, więc – dopóki nie zostaną znalezione inne, bardziej doskonałe kryteria – falsyfikacja teorii edukacyjnych może być jedną z metodologicznych procedur sprawdzania ich zasadności. Nie powinna być jednak uważana za metodę jedyną.

Badacze z różnych dziedzin nauki, nie znający historii rozwoju nauki lub przynajmniej historii rozwoju swojej dziedziny, często popełniają błąd polegający na bezkrytycznym przyjmowaniu za niepodważalną prawdę wszystkiego, co zostało podane zwłaszcza przez wybitne autorytety naukowe. W szczególności wszelkie próby krytyki metody falsyfikacji spotykają się na ogół z zarzutem megalomanii i godzenia w naukowe autorytety tej miary, co K.R. Popper (1902-1994), T.S. Kuhn (1922-1996), I. Lakatos (1922-1974) i inni. Podobnie zdarza się i w innych dziedzinach: w środowiskach zamkniętych z reguły zrezygnuje się z polemiki naukowej, a wszelkie próby jej podjęcia są z reguły przyjmowane co najmniej z niechęcią. Niemal w każdej dziedzinie można podać przykłady takich zachowań. Występują one również na gruncie badań nad edukacją – wystarczy dobrze przeanalizować światową literaturę z tej dziedziny, aby znaleźć liczne tego przykłady. Jest to zjawisko niebezpieczne, hamuje bowiem rozwój nauki. Rzetelna krytyka naukowa jest bowiem jedną z głównych sił napędowych tego rozwoju. Nie tylko nie należy się jej lękać, ale powinno się wręcz wymagać, by była ona stałym elementem prac naukowych. Nie można trwać w zakłętym kręgu jednej metodologii weryfikacyjnej. Historia nauki uczy bowiem, że naukowcy często weryfikują

prawdziwość teorii posługując się kryteriami estetyki, piękna, prostoty itp., zwracając przy tym mniejszą uwagę na zgodność modelu z wynikami badań empirycznych. Badacze oddający się z pasją konstruowaniu nieraz monstrualnych modeli matematycznych, których brzydotę jeszcze bardziej powiększa niezwykle zagmatwana i uduchowiona symbolika, powinni pamiętać o tym, że teoria posługująca się językiem matematyki musi posiadać matematyczną prostotę i matematyczne piękno. Jeden z największych fizyków zeszłego stulecia, noblista, P. Dirac (1902-1984), twórca mechaniki i elektrodynamiki kwantowej, zwracał uwagę na to, że czynniki estetyki i piękna grają ważną rolę nie tylko przy wybieraniu linii badań naukowych, ale także przy ocenie formułowanych w wyniku tych badań teorii: „Znacznie ważniejsze jest otrzymanie równania mającego piękno matematyczne, niż dopasowywanie go do wyników eksperymentu. (...) Wydaje się, że jeśli ktoś kieruje się dążeniem do osiągnięcia pięknych równań i jeśli dobrze zna dziedzinę badań, to jest na pewnej drodze do osiągnięcia sukcesu” (Dirac 1963, s. 47). Są to słowa niezwyklej wagi dla badań nad edukacją. Zwracają bowiem uwagę na to, że warunkiem skonstruowania pięknych w swej prostocie matematycznych modeli procesów edukacyjnych jest przede wszystkim głęboka znajomość dziedziny edukacji. Współbrzmia one ze słowami innego wybitnego fizyka 20. wieku, również noblisty, S. Weinberga, który – widząc trudności warsztatowe, z jakimi borykają się obecnie młodzi naukowcy w różnych środowiskach akademickich – radził im, aby za jeden z głównych kroków na drodze do swych karier naukowych przyjęli zapoznanie się z historią nauki lub przynajmniej z historią swojej dziedziny. Ostrzegł też, żeby nie ulegali złudzeniu uniwersalności nadmiernie uproszczonych modeli weryfikacji wiedzy, proponowanych przez filozofów nauki: „Najlepszym antidotum na filozofię nauki jest znajomość historii nauki” (Winberg 2003, s. 389).

Refleksje te można polecić wszystkim tym, którzy podejmują próby sformułowania nowoczesnej teorii edukacji. Prace w tym kierunku są prowadzone przede wszystkim w krajach wysoko rozwiniętych. Ale nie tylko w nich. Kraje słabiej rozwinięte oraz kraje umownie nazywane rozwijającymi się tzw. też prowadzą własne badania i to niejednokrotnie zakrojone na bardzo szeroką skalę. Abstrahując od wszelkich różnic wynikających ze specyfiki uwarunkowań systemów edukacyjnych poszczególnych krajów trzeba wprost stwierdzić, że metodologia badań nad tymi systemami jest niemal zawsze taka sama. Z jednej strony jest to zjawisko korzystne, sprzyja bowiem propagowaniu tych zasad i wzorców edukacyjnych, które – bez względu na okoliczności – przetrwały próbę czasu i nabierają cech uniwersalności oraz obiektywności. Z drugiej strony ma ono wiele istotnych wad. Przede wszystkim, poprzez nadmierną unifikację i nie zawsze udaną standaryzację celów nauczania, materiałów edukacyjnych oraz kryteriów oceny obniża kreatywność i inwencję twórczą badaczy, tłumi innowacyjność, ogranicza niezbędną do prawidłowego

rozwoju edukacji różnorodność form organizacyjnych szkolnictwa, form i sposobów nauczania, sprzyja narzucaniu przez kraje wysoko rozwinięte ich systemów edukacyjnych krajom słabszym, o nierzadko całkowicie odmiennych rysach kulturowych i cywilizacyjnych itd. Nie ma żadnej wątpliwości co do tego, że system edukacyjny żadnego kraju nie powinien stanowić zapożyczenia z innego, lecz winien wyrastać z korzeni własnych tradycji oświatowych i wychowawczych, respektować własne wielorakie uwarunkowania wewnętrzne i zewnętrzne itd. oraz odpowiadać perspektywicznym potrzebom i aspiracjom społeczeństwa.

Aby prowadzić racjonalną oraz skuteczną politykę edukacyjną, trzeba dysponować właściwą teorią edukacji. Teoria ta powinna być zwięźczeniem własnych badań podstawowych nad edukacją, wspomaganym doświadczeniem płynącym z praktyki edukacyjnej. We wzajemnym sprzężeniu teorii i praktyki priorytet powinien przypadać teorii. Niestety, w ostatnich kilku dekadach ranga teorii edukacyjnych została wyraźnie obniżona. Bez porównania więcej trudu niż w badania teoretyczne wkłada się w zbieranie i rachunkową obróbkę danych, zwłaszcza danych przedstawiających wyniki tzw. egzaminów zewnętrznych, przeprowadzanych po zakończeniu kolejnych etapów edukacyjnych. Nie jest naszą intencją negowanie wartości takich danych ani wyników ich analiz. Rozwój badań teoretycznych nad edukacją bez korzystania z odpowiedniej bazy empirycznej mógłby dość szybko stać się sztuką dla sztuki i wieść na manowce. Chcemy jedynie zwrócić uwagę na to, że teorii edukacji nie można sprowadzać do zbioru wniosków płynących z nawet najrzetelniej wykonanych statystycznych analiz takich czy innych danych o procesach edukacyjnych. Nie można też pochopnie przyjmować tych wniosków jako niepodważalnych założeń teorii edukacji. Trzeba dobrze rozumieć słowa A. Einsteina: „Z teoretycznego punktu widzenia teoria i praktyka są tym samym. Z praktycznego – nie”. Einstein ostrzega: „Twórca teorii powinien być świadomy tego, że nie istnieje logiczna droga wiodąca od danych empirycznych do świata jego pojęć (...). Podejmując próbę stworzenia teorii można utracić wszelki kontakt ze światem doświadczenia zmysłowego”. Tak, to prawda. Próbuąc wydedukować teorię edukacji z praktyki edukacyjnej można dojść do tym większych nonsensów, im bardziej niedoskonała jest sfera praktyki. U podstaw tej teorii powinny więc leżeć pewne obiektywne prawdy wynikające z faktu, że edukacja jest powszechnie uznanym i stosowanym sposobem wszechstronnego kształtowania osobowego rozwoju człowieka, przygotowywania go do pracy zawodowej i wychowywania do życia społecznego. Formalnie biorąc, jako element gospodarki narodowej, należy do tzw. sektora trzeciego, tj. szeroko rozumianego sektora usług, nazywanego również sektorem residualnym. Ścisłe wyodrębnienie edukacji z całości gospodarki a tym samym ostre rozgraniczenie działalności edukacyjnej od innych rodzajów działalności wytwórczej, w tym także produkcyjnej, jest praktycznie niemożliwe. Z tego powodu wiele

konkretnych aspektów edukacji rozważa się zawsze w kontekście jej systemowych powiązań z innymi podsystemami gospodarczymi. W szczególności postępuje się tak w przypadku, gdy przedmiotem badań są aspekty ekonomiczne. Wtedy jednak należy sięgnąć do dorobku ekonomii politycznej, która – ogólnie biorąc – zajmuje się badaniem stosunków ekonomicznych oraz praw rządzących produkcją, podziałem, wymianą i konsumpcją na wszystkich szczeblach organizacji społeczeństwa (zob., np.: Person i Tabellini 1983). Wkład jaki może wnieść ekonomia polityczna do formułowania podstaw teorii edukacji jest wprost nie do przecenienia (zob., np.: Gradstein, Justman i Meier 2004). Badacz nie znający pojęciowych kategorii, zasad oraz ogólnych praw ekonomii politycznej będzie patrzył na procesy edukacyjne przez pryzmat jednoznacznych zależności przyczynowo-skutkowych. Nie potrafi zrozumieć specyfiki relacji zachodzącej między ilościowymi oraz jakościowymi aspektami procesów edukacyjnych i będzie dążył do pomiaru nawet tych ich charakterystyk, które z samej swej natury są niemierzalne. Nie dopuści myśli o obiektywnym charakterze przypadkowości, nie zrozumie ani relacji między czynnikami konieczności i przypadkowości w procesach edukacyjnych, ani istoty statystycznego podejścia do analizy tych procesów. Będzie utożsamiał prawidłowości statystyczne dostrzeżone w procesach edukacyjnych z obiektywnymi prawami działającymi w sferze edukacji i nie potrafi sformułować szczegółowych praw rządzących tą dziedziną. W rezultacie nie stworzy teorii edukacji lecz jej namiastkę opartą nie na tyle na obiektywnych faktach co na iluzjach, nasyconą nie tyle naukową wiedzą o tej dziedzinie, co jej pozorami.

## **6. Teoria edukacji a ekonomia - ekonomika edukacji**

Ekonomika edukacji ma już przeszło pięćdziesięcioletnią historię. Za datę uznania jej za dyscyplinę naukową można umownie przyjąć 1963 r., w którym z inicjatywy Międzynarodowej Asocjacji Ekonomicznej (International Economic Association – IEA) odbyła się w Menthon-Saint-Bernard we Francji pierwsza światowa konferencja poświęcona ekonomicznym aspektom edukacji (Rodriguez i Davies 1966). Skonstruowana w mniej więcej tym samym czasie przez amerykańskich ekonomistów T. Schultza (1902-1998) i G. Beckera teoria kapitału ludzkiego postulowała, że w całokształcie swojego postępowania człowiek kieruje się kryterium użyteczności oraz racjonalności ekonomicznej i w związku z tym traktuje zdobywanie wykształcenia jako w pełni świadomie realizowany proces inwestowania w samego siebie lub w innych, spodziewając się, że po upływie pewnego czasu inwestycja ta zacznie mu przynosić określone wymierne korzyści (Schultz 1963; Becker 1964). Kierując się logiką czysto ekonomiczną już w pierwszych latach istnienia teorii kapitału ludzkiego skonstruowano wiele modeli deterministycznych bądź statystycznych, przeznaczonych do przewidywania najbardziej prawdopodobnej wielkości tych



korzyści. Twórcy modeli postulowali, że w każdym konkretnym przypadku wielkość ta zależy przede wszystkim od wielkości nakładów pieniężnych i czasowych, które człowiek sam zainwestuje lub które ktoś zainwestuje w jego edukację. Szczególnym celem badań stało się więc konstruowanie modeli wspomagających wybór kariery zawodowej, badających wpływ wykształcenia na dynamikę i rozkład dochodów, analizujących ryzyko związane z inwestowaniem w kapitał ludzki, oceny jakości edukacji, oceny jakości kadr nauczycielskich oraz jakości szkół itd. (zob., np.: Robinson i Vaizey 1966; Blaug 1969, 1970; Rodriguez i Davies 1974). Ten kierunek badań doprowadził w ciągu kilkunastu lat do okrzepnięcia i skryształowania się ekonomiki edukacji, która przez cały ten czas rozwijała się w ścisłej symbiozie z teorią kapitału ludzkiego. Miało to dla ekonomiki edukacji dobre i złe skutki. Z jednej strony, mogła szeroko korzystać z metodologii i metod badawczych teorii kapitału ludzkiego, z drugiej jednak – została obciążona tymi samymi mankamentami metodologicznymi i metodycznymi, które doprowadziły do dehumanizacji teorii kapitału ludzkiego, a zwłaszcza popełnionym w niej błędem antropologicznym.

Mimo niezwykle dużego tempa rozwoju w pierwszym dziesięcioleciu istnienia teorii edukacji, pod koniec lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku jej dynamika wyraźnie osłabła. Nie ma wątpliwości, że główną tego przyczyną było załamanie się pierwotnego nurtu teorii kapitału ludzkiego, który nadawał edukacji wymiar czysto ekonomiczny. Ekonomiczne i ekonometryczne modele, bezpośrednio przenoszące na grunt edukacji koncepcje rozwinięte w ramach ekonomiki i ekonometrii przemysłowej, spotkały się z niezwykle ostrą krytyką wielu środowisk (zob., np.: Mincer 1974). Okazało się bowiem, że próby wykorzystania tych modeli w praktyce edukacyjnej nie przynosiły oczekiwanych rezultatów. Zaczęto przypuszczać, że główną tego przyczyną było zbyt pochopne uznanie istnienia pełnej analogii między procesami produkcyjnymi w przemyśle i procesami edukacyjnymi, a w szczególności pominięcie faktu, że – w odróżnieniu od procesów produkcji materialnej – przedmiotem i podmiotem procesów edukacyjnych jest człowiek. Zapomniano, że efektem procesów edukacyjnych nie jest jakiś przedmiot, lecz dobro niematerialne, którego istotą jest określona pozytywna zmiana stanu wiedzy teoretycznej i praktycznych umiejętności człowieka oraz pozytywny wpływ na kształtowanie jego osobowości. Mimo tych słusznych spostrzeżeń nie podjęto jednak wysiłku, by urealnić założenia teorii kapitału ludzkiego, a co za tym idzie – i ekonomiki edukacji. Zainteresowanie tymi dyscyplinami bardzo osłabło, ale nie ustało.

Dopiero jednak po upływie dekady zarówno teoria kapitału intelektualnego, jak i ekonomika edukacji zaczęły przeżywać renesans. Stało się to głównie dzięki uznaniu wiedzy i informacji za podstawowe determinanty rozwoju

społeczeństw 21. wieku i lansowaniu wizji świata jako globalnej wioski, w której – dzięki rozwojowi technik i technologii informacyjnych oraz upowszechnieniu dostępu do sieci teleinformatycznych – znikną problemy komunikacji międzyludzkiej w skalach lokalnej, regionalnej, kontynentalnej i światowej. Formalnie biorąc, dostrzeżono potrzebę zrewidowania wcześniejszych poglądów na istotę kapitału ludzkiego i spojrzenia na to pojęcie w sposób nowoczesny, odpowiadający potrzebom nadchodzącej epoki. Szczególną uwagę zwrócono na konieczność zrozumienia, że istotą procesu edukacyjnego nie jest przekazywanie uczniom przez nauczyciela wiedzy w sposób podawczy, lecz zaszczepienie w nich pasji zdobywania wiedzy, zaktywizowanie ich, zachęcenie i pobudzenie do tego, by – pod jego kierunkiem – sami stawali się jej odkrywcami i nabierali umiejętności rozsądnego korzystania z niej w życiu (zob., np.: Barr i Tagg 1995). Podkreślono też nieodzowność uprzytomnienia współczesnemu społeczeństwu wychowawczej roli placówek edukacyjnych, jako ważnych w życiu każdego człowieka miejsc kształtowania jego osobowości, postawy społecznej oraz innych wartości (zob., np.: Bourdieu 1983; Coleman 1988; Tully 1993). Zwrócono uwagę na nagłą potrzebę wyważonej ekonomizacji edukacji, między innymi przez projektowanie i wdrażanie z informatyzowanych systemów zarządzania działalnością placówek oświatowo-wychowawczych, z czym z kolei wiąże się konieczność konstruowania i doskonalenia metod oceny całościowej jakości procesów edukacyjnych, jakości poszczególnych ich etapów, a także jakości biorących w nich udział uczniów i nauczycieli (zob., np.: Pęcherski i Tudrej 1983; Hanoushek 1986; PDN 1986; Ferguson i Takane 1989; Aspinwall, Simkins, Wilkinson i McAuley 1992; ACSMI 1992; Drucker 1992).

Te ambitne zamierzenia w dużej mierze spaliły na panewce. W świecie doszło bowiem do głosu nowe pokolenie badaczy, nie znających wystarczająco dobrze historii rozwoju teorii kapitału intelektualnego i ekonomiki edukacji oraz związanych z tym rozwojem perturbacji. Zaczęto więc na nowo odkrywać to, co kilkadziesiąt lat wcześniej zostało już odkryte. W euforii jaka zaczęła towarzyszyć lansowaniu haseł kapitału ludzkiego, społeczeństwa wiedzy, społeczeństwa informacyjnego itp., zapomniano o naukach z przeszłości. Nie zrewidowano ani postulatów leżących u podstaw teorii kapitału ludzkiego, ani też założeń przyjętych przed laty przez ekonomikę edukacji. Nie skorygowano popełnianego przez laty błędu antropologicznego, nadal uważając uczestnika procesu edukacyjnego za homo oeconomicus. Zaczęto więc popełniać te same błędy, które popełniono w przeszłości. Wychodząc bowiem ze słusznego założenia, że podstawowym sposobem tworzenia i kształtowania kapitału ludzkiego jest edukacja, podobnie jak przed laty fałszywie założono, że istnieją na tyle silne analogie między procesami produkcji materialnej i procesami edukacyjnymi, że w pełni uprawnione jest bezpośrednie przenoszenie na grunt

ekonomiki edukacji metod badawczych stosowanych w ekonomice przemysłu. Ponownie przyjęto, że głównym weryfikatorem poprawności proponowanych rozwiązań modelowych jest praktyka. Okazało się, że praktyka nie w pełni akceptuje te rozwiązania. Zrobiono więc następny fałszywy krok: bez przeprowadzenia odpowiednich badań po prostu uznano, że przyczyny tej niezgodności leżą po stronie praktyki edukacyjnej. Zaczęto więc proponować i wdrażać takie zmiany w sferze edukacji, by uzyskać jak największą zgodność rozwiązań modelowych z realiami praktyki edukacyjnej. Ten sposób myślenia miał istotny wpływ na powstanie koncepcji obniżania wieku rozpoczynania przez dzieci edukacji szkolnej, obniżanie standardów edukacyjnych i to nie tylko w odniesieniu do przedmiotów ścisłych, upowszechnienie metod testowego sprawdzania stanu wiedzy uczniów oraz umiejętności korzystania z niej w rzeczywistych sytuacjach życiowych, wprowadzenie egzaminów zewnętrznych po zakończeniu każdego etapu edukacyjnego itd. Idea reformowania w tym duchu systemów edukacyjnych dość szybko została uznana za panaceum na wiele bolączek współczesnego świata i stopniowo ogarnęła niemal wszystkie kraje. Z tym większą łatwością, że w odczuciu wielu społeczeństw tradycyjne systemy edukacyjne w ich krajach stały się przestarzałe, nie są w stanie sprostać wymogom współczesności i nie odpowiadają ani potrzebom społecznym, ani też mentalności, aspiracjom, ambicjom, zainteresowaniom i pasjom nowych pokoleń.

Tak więc, pod nowymi, bez wątplenia słusznymi hasłami kreowania i kształtowania rozwoju społeczeństw informacyjnych ukrywa się wciąż jednostronny, zwulgaryzowany, czysto ekonomiczny styl patrzenia na edukację, bez względu na to, czy przedmiotem rozważań jest jednostka czy też grupa ludzi. Konsekwencją tego jest niemal bezwiedne – chociaż często niezmiernie entuzjastycznie przyjmowane przez wiele środowisk – przekładanie na grunt ekonomiki edukacji bardziej zaawansowanych pojęć i metod ekonomiki produkcji dóbr materialnych. Przykładem takiego podejścia jest wprowadzenie do ekonomiki edukacji pojęcia wartości dodanej, nazywanej też edukacyjną wartością dodaną – EWD. Chociaż wiąże się z nim duże nadzieje i obecnie cieszy się ono olbrzymim zainteresowaniem, to jednak oprócz licznego grona zwolenników ma ono również wcale niemało przeciwników (zob., np.: Bryk i Weisberg 1976; Fincher 1985; Stern, Stewart i Chew 1995; O’Byrne i Stewart 1996; Sanders, Saxton i Horn 1997; Sanders 2000; Schagen i Goldstein 2002; Bracey 2003; Schagen i Hutchinson 2003; Gorard 2003, 2006, 2010). Trzeba więc poważnie i bez emocji zrewidować dotychczasowe postulaty ekonomiki edukacji i zastanowić się nad jej dalszym rozwojem. Trzeba zwłaszcza uznać, że aspekt ekonomiczny jest wprawdzie niezmiernie ważnym, ale wcale nie jedynym wyróżnikiem procesów edukacyjnych. Trzeba też zdecydowanie odrzucić pogląd, jakoby człowiek w procesach edukacyjnych kierował się przede wszystkim racjami czysto ekonomicznymi. Pogląd ten jest sprzeczny z

osobową naturą człowieka i wpływa deformująco nie tylko na politykę edukacyjną, ale także na politykę rodzinną, społeczną i ekonomiczną, na politykę zatrudnienia itd. Trzeba dążyć do opracowania nowych podstaw ekonomiki edukacji, osadzonej w ramach personalistycznej koncepcji człowieka, traktującej człowieka jako całościowy byt osobowy, a nie jako byt czysto materialny. Nowa ekonomika edukacji musi przestać imitować ekonomikę przemysłu i stworzyć własne narzędzia badawcze, bezpośrednio odwzorowujące fakt, że systemy oraz procesy edukacyjne nie są obiektami technicznymi lecz techniczno-ludzkimi czyli ergatycznymi, przy czym wiodącą rolę w tych systemach i procesach pełni człowiek. Koncepcja systemów ergatycznych została stworzona w połowie lat siedemdziesiątych zeszłego wieku przez zespół naukowców z Instytutu Cybernetyki Ukraińskiej Akademii Nauk, kierowany wówczas przez światowej sławy cybernetyka W.M. Głuszkowa (1923-1982). Podstawy teorii sformułował N.V. Pawłow (Pavlov 1975). W piśmiennictwie anglojęzycznym teoria ta występowała i występuje pod nazwą „theory of man-machine systems”, chociaż coraz częściej używa się nazwy „ergatic systems theory”. W piśmiennictwie polskim była znana jako teoria systemów techniczno-ludzkich. Obecnie teoria tego rodzaju systemów jest bardzo dobrze rozwinięta i szeroko stosowana. O ile autorom wiadomo, dotychczas nie podjęto próby jej użycia do modelowania i analizy systemów i procesów edukacyjnych.

Idea budowy społeczeństwa wiedzy nie ominęła również naszego kraju (zob., np.: Domański 1993; Kukliński 1995, 2001; Białoń i inni 2002; Czarnik i inni 2011), a o wadze, jaką przykładą się do jej wdrożenia świadczą liczne dokumenty rządowe, ministerialne i inne, przedstawiające – na tle założeń strategicznego rozwoju kraju – stan kapitału ludzkiego w Polsce oraz program jego kształtowania w perspektywie do 2030 r. (zob., np.: SRK 2006; Bochniarz 2008; PSZK 2008; Boni 2009, 2011). Za podstawowy czynnik ilościowego oraz jakościowego kształtowania kapitału ludzkiego uznano edukację i zintensyfikowano działania nad reformowaniem systemu oświaty i wychowania. Wydano odpowiednie ustawy, zarządzenia i rozporządzenia, określające cele, tryb i sposób przeprowadzania reformy, zasady nowej organizacji systemu szkolnictwa i oświaty, sposoby unowocześnienia procesu edukacyjnego, podstawy programowe nauczania, zasady przeprowadzania egzaminów i sprawdzianów w szkołach publicznych oraz zasady oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów, oceniania jakości nauczycieli i placówek oświatowych itd. (MEN 1992, 2001). Podjęto również wysiłki zmierzające do zintensyfikowania badań nad edukacją, zarówno w ujęciu teoretycznym, jak i empirycznym. Szczególnie dużą uwagę zwrócono na opracowanie metodologii, metodyki i metod pomiaru dydaktycznego, stanowiącego podstawę diagnostyki edukacyjnej. W obecnej fazie badań prowadzi się przede wszystkim prace dotyczące pomiaru jakości nauczania w

szkolnictwie niższym (zob., np.: Niemierko 1999; Walczak 2001). Ze szczególną uwagą należy odnieść się do niezwykle wnikliwie prowadzonych badań nad edukacyjną wartością dodaną (zob., np.: Domański 1993; BBE 2006, 2007; Dolata 2006, 2007; Niemierko 2006, 2009). W badaniach nad jakością edukacji dominuje podejście empiryczne. Sfera badań podstawowych jest bardzo zaniedbana. Na przykład, nie podjęto dotychczas w szerszym wymiarze badań nad metodami pomiaru jakości edukacji w szkolnictwie wyższym. Potrzeba opracowania takich metod jest oczywista i pilna, zwłaszcza jeśli weźmie się pod uwagę, że najczęściej nie można bezpośrednio przenosić na własny grunt metod zapożyczonych z zagranicznych systemów szkolnych. W każdym przypadku metody pomiaru jakości edukacji powinny uwzględniać specyficzne cechy projektów zarządzania kapitałem ludzkim na poziomie całego kraju, jego regionów, przedsiębiorstw produkcyjnych, szkół wyższych, instytutów naukowych itd. Powinny też brać pod uwagę specyficzne uwarunkowania historyczne, kulturowe, społeczne, gospodarcze i polityczne własnego kraju oraz ich wpływ na ukształtowane w przeszłości własne tradycje edukacyjne.

## **7. Teoria edukacji a fizyka - edukofizyka**

Na pierwszy rzut oka mogłoby wydawać się, że poszukiwanie związków między teorią edukacji i fizyką jest pozbawione sensu. Jeśli jednak głębiej zastanowić się nad tą sprawą, to nie tylko sensowność, ale wręcz i konieczność takich poszukiwań nie powinny budzić wątpliwości. Aby to uzasadnić spójrzmy jeszcze raz na ekonomikę edukacji. Ponieważ jest ona elementem ekonomii stosowanej, więc żaden z jej aspektów nie może być rozpatrywany w oderwaniu od całokształtu zagadnień teorii macierzystej, tj. ekonomii. W tym miejscu trzeba przypomnieć, że ekonomia powstała i rozwinęła się w czasie, gdy w całej nauce niepodzielnie panował paradygmat mechanistycznego, newtonowskiego, klasycznego determinizmu. Jego istotę wyrażało przekonanie, że wszystkie zjawiska w świecie są powiązane za pomocą bezpośrednich lub pośrednich, obiektywnych związków przyczynowo-skutkowych. Celem nauki stało się więc poznawanie tych związków, identyfikowanie charakteryzujących je prawidłowości oraz formułowanie praw rządzących daną dziedziną realnej rzeczywistości. Zdawano sobie sprawę, że przedmiotem badań fizycznych są ciała i zjawiska natury oraz zachodzące między nimi relacje. Wiedzano też, że na gruncie fizyki abstrakcyjnymi modelami tych obiektów są punkty materialne oraz układy punktów materialnych. Z pełną świadomością faktu, że systemy, procesy i zjawiska ekonomiczne nie są obiektami fizycznymi, ekonomiści – nie mając żadnej innej rozsądnej alternatywy – uznali za jedyne logiczne wyjście pójście tropem fizyki i prowadzenie badań w ekonomii za pomocą tych samych metod, które fizycy wykorzystują do badania obiektów fizycznych. Po mniej więcej stu pięćdziesięciu latach rozwoju teorii ekonomicznej, J. Schumpeter –

jeden z najwybitniejszych ekonomistów 20. wieku – analizując współzależność rozwoju fizyki i ekonomii – stwierdził, że ta nauka społeczna, (...) zawsze znajdowała się pod głębokim wpływem nauk przyrodniczych, a zwłaszcza fizyki (Schumpeter 1954). Jeszcze wyraźniej zwrócili na ten fakt uwagę dwaj inni wielcy ekonomiści 20. wieku, G. Tintner i J.K. Sengupta, którzy napisali: „Już system fizjokratów (...) wskazywał na potencjalny na niego wpływ nauk przyrodniczych. System klasyczny jest pod bardzo silnym wpływem fizyki newtonowskiej. Nie można zrozumieć ekonomii neoklasycznej, jeśli nie weźmie się pod uwagę silnego wpływu, jaki na nią wywarła dziewiętnastowieczna fizyka deterministyczna (...)” (Tintner i Sengupta 1974, s. 9). Nieco dalej stwierdzili: „Nie jest naszą intencją krytykowanie deterministycznych modeli ekonomicznych tylko dlatego, że są one (raczej słabymi) imitacjami klasycznej fizyki deterministycznej. Być może nie można uniknąć tego, żeby wszystkie inne nauki znajdowały się pod wpływem tej, która odniosła największy sukces, a w 19. wieku była nią niewątpliwie fizyka. (...) Ale jeśli weźmiemy pod uwagę fizykę współczesną a nie dziewiętnastowieczną, to dostrzeżemy wielką zmianę. Wystarczy pamiętać, że teoria względności jest deterministyczna i być może stanowi zwieńczenie klasycznej fizyki. Ale od chwili powstania teorii kwantów współczesna fizyka stała się dziedziną stochastyczną, tzn. korzysta z osiągnięć teorii prawdopodobieństwa. Fakt ten nie czyni jednak wyników klasycznej fizyki bezużytecznymi. Prawo wielkich liczb gwarantuje bowiem, że jeśli liczba cząsteczek jest duża (a w przypadku systemów makroskopowych jest ona przeogromna), to odchylenia od wartości średnich (wartości oczekiwanych) będą małe. To tłumaczy dalsze sukcesy metod klasycznej fizyki w inżynierii. Podobnie możemy tłumaczyć, że należy przyjąć, iż ekonomia deterministyczna posługuje się wartościami średnimi (wartościami oczekiwanymi) zmiennych losowych, które w rzeczywistości charakteryzują system ekonomiczny. To być może tłumaczy wielkie zainteresowanie ekonomii klasycznej i neoklasycznej wolną konkurencją” (Tintner i Sengupta 1974, s. 10). A jeszcze dalej, po uzasadnieniu potrzeby stworzenia nowoczesnej ekonomii stochastycznej napisali: „Proponujemy iść dalej śladem współczesnej fizyki i rozpatrywać zjawiska ekonomiczne bezpośrednio ze stochastycznego punktu widzenia, tj. traktować zmienne ekonomiczne jako zmienne losowe. (...) Ten punkt widzenia jest zbliżony z opinią wyrażoną przez Hayeka (1962), że badając zjawiska ekonomiczne nie możemy przyjmować, że pobieramy próbki z ustalonego raz na zawsze, statycznego rozkładu prawdopodobieństwa. Przeciwnie, musimy zakładać, że mamy do czynienia z rodzinami rozkładów prawdopodobieństwa zmieniających się w czasie. Postulat ten można spełnić posługując się teorią procesów stochastycznych” (Tintner i Sengupta 1974, s. 11). Wreszcie stwierdzili: „Wydaje się, że rozwój ekonomii w stosunku do rozwoju fizyki jest opóźniony o ponad 50 lat” (Tintner i Sengupta 1974, s. 28).

Chociaż nie jest to opinia odosobniona a konieczność stworzenia z gruntu stochastycznej teorii ekonomicznej jest w pełni oczywista, to jednak prace w tym kierunku są prowadzone z olbrzymimi oporami. Za tym większy sukces trzeba uznać powstanie w ostatnich trzech dekadach ekonofizyki, dyscypliny stojącej na pograniczu ekonomii i fizyki, stosującej metody właściwe fizyce do badań ekonomicznych (zob., np.: Mantegna i Stanley 1999; Kümmel 2011). Rozwój ekonofizyki biegnie w dwóch kierunkach. Jeden rozpatruje obiekty ekonomiczne z punktu widzenia fizyki deterministycznej, drugi – z pozycji fizyki stochastycznej. W pierwszym przypadku zakłada się, że fizycznymi modelami systemów oraz procesów ekonomicznych są układy oraz procesy termodynamiczne i – zgodnie z duchem termodynamiki – rozważa się trzy wzajemnie wykluczające się opcje: układy izolowane (tj. nie mogące wymieniać z otoczeniem ani materii, ani energii), układy zamknięte (tj. nie mogące wymieniać z otoczeniem materii, ale mogące wymieniać energię) i układy otwarte (tj. mogące wymieniać z otoczeniem zarówno materię, jak i energię).

W przypadku układu izolowanego poszczególne jego elementy mogą wymieniać między sobą energię i materię, ale suma energii wszystkich przemian zachodzących w układzie musi być równa zero. Innymi słowy, całkowita energia wewnętrzna układu izolowanego jest stała. Fakt ten znalazł wyraz w sformułowaniu pierwszej zasady termodynamiki – zasady zachowania energii. Z zasady zachowania energii wynika konieczność bilansu energii.

Zwróćmy uwagę, że przyjęcie postulatu o odosobnieniu lub zamkniętości systemu lub procesu edukacyjnego byłoby równoznaczne z akceptacją założenia, że na system ten albo nie oddziałują żadne czynniki zewnętrzne, albo też oddziałują jedynie czynniki materialne. Nie trzeba tłumaczyć, jak bardzo jaskrawe byłoby takie uproszczenie rzeczywistości. Realne systemy i procesy edukacyjne są obiektami otwartymi, tzn. wymieniającymi z otoczeniem strumienie rozmaitych rodzajów energii i materii.

Powyższe rozważania miały uprzytomnić, że nie da się rozwijać ekonomiki edukacji, o ile nie weźmie się pod uwagę związków zachodzących między ekonomią i fizyką. Przede wszystkim trzeba szczegółowo przeanalizować korelacje zachodzące między teorią edukacji a fizyką klasyczną. Nie ulega wątpliwości, że będą one co najmniej tak samo silne, jak w przypadku ekonomii. Trzeba – podobnie jak to się zaczyna robić w odniesieniu do procesów ekonomicznych – zrezygnować z traktowania procesów edukacyjnych jako zjawisk w pełni zdeterminowanych, którym rządzą pewne z góry ustalone normy i standardy. Te normy i standardy mają bowiem charakter wzorców, do realizacji których należy niewątpliwie dążyć, ale z pełną świadomością tego, że w codziennej praktyce edukacyjnej odchylenia od nich

będą się zawsze zdarzały. Aby panować nad tymi odchyleniami i nie pozwolić, aby wyrwały się one spod kontroli i doprowadziły do dezorganizacji procesów edukacyjnych trzeba te procesy traktować jako zjawiska z gruntu przypadkowe. To zaś wymaga zmiany stylu myślenia o zależnościach charakteryzujących procesy edukacyjne. Tradycyjne traktowanie ich jako koniecznych związków przyczynowo-skutkowych musi ustąpić miejsca rozpatrywaniu ich jako związków statystycznych, tj. związków między zdarzeniami przypadkowymi. Trzeba więc przede wszystkim dobrze rozumieć, co oznacza pojęcie zdarzenia przypadkowego. Najogólniej mówiąc jest to zdarzenie, które w danych okolicznościach może lecz nie musi wystąpić, lecz jeśli już wystąpi, to może to może to się odbyć w taki lub inny sposób. Oparcie teorii edukacji na koncepcji zdarzenia losowego i mierze możliwości jego zajścia, czyli na prawdopodobieństwie, będzie zgodne z duchem nowego paradygmatu obowiązującego we współczesnej nauce. Podobnie jak w przeszłości inspiracji do rozwoju klasycznej teorii ekonomii (a więc i ekonomiki edukacji, a co za tym idzie i teorii edukacji) dostarczała klasyczna fizyka, oparta na paradygmacie mechanistycznego determinizmu, tak obecnie powinna ich dostarczać fizyka współczesna, oparta na paradygmacie stochastycznego determinizmu. I podobnie jak na styku ekonomii i klasycznej fizyki powstała ekonofizyka, tak na styku ekonomiki edukacji i współczesnej fizyki powinna powstać analogiczna dyscyplina, którą proponujemy nazwać edukofizyką.

## **8. Teoria edukacji a cybernetyka – cybernetyka edukacji**

Cybernetyka jest nauką o sterowaniu obiektami, a sterowanie – to takie oddziaływanie na rozpatrywany obiekt, które doprowadzi do osiągnięcia pewnych z góry określonych celów. Podobnie jak we wszystkich innych naukach, wchodzi w grę dwa aspekty cybernetyki: teoretyczny oraz zastosowaniowy. W zależności od sfery praktyki, której dotyczy, wyróżnia się różne cybernetyki szczegółowe. Od dawna istnieją cybernetyka społeczna, ekonomiczna, techniczna, prawnicza, wojskowa, cybernetyka kultury, psychocybernetyka, biocybernetyka, itd. Od dawna też istnieje cybernetyka edukacji, tj. nauka o sterowaniu systemami i procesami edukacyjnymi. Niestety, stopień jej znajomości i wykorzystania w praktyce edukacyjnej – nie tylko w naszym kraju – są zenująco niskie.

Twórcą cybernetyki edukacji był wybitny polski uczony, założyciel polskiej szkoły cybernetycznej, prof. M. Mazur (1909-1983). Widząc problemy, z jakimi borykało się światowe szkolnictwo w latach 60. i 70. zeszłego stulecia, z niepokojem myślał o przyszłości edukacji, szczególnie o przyszłości polskiego systemu oświatowo-wychowawczego. Dostrzegał jego skostniałość, niedowład organizacyjny, przeciążenie programowe, stresujący dla ucznia i nauczyciela tryb prowadzenia zajęć dydaktycznych oraz inne mankamenty. Zwracał uwagę



na konieczność przeprowadzenia głębokich reform organizacyjnych i programowych, skrojonych na miarę potrzeb przyszłych pokoleń. Widział w cybernetyce niezwykle skuteczne narzędzie metodologiczne, którego należy używać w procesach decyzyjnych związanych z kształtowaniem systemowej jakości polskiego szkolnictwa. Szczególną wagę przykładał do możliwości wykorzystania metody modelowania cybernetycznego do badania systemów i procesów edukacyjnych (Mazur 1965, 1966, 1978, 1984, 1987; Pęcherski i Tudrej 1983). Po śmierci Profesora – w wirze zachodzących wówczas w kraju przemian – jego dorobek naukowy w dziedzinie cybernetyki edukacji uległ prawie zapomnieniu. Idee cybernetyczne nie znalazły w tamtym czasie właściwego oddźwięku w środowiskach odpowiedzialnych za politykę edukacyjną kraju. Z uwagi na barierę językową nie odbiły się też wtedy większym echem w kręgach zagranicznych: naukowe prace Profesora były publikowane niemal wyłącznie w języku polskim. Jest paradoksem, że do zapomnienia dorobku Profesora przyczyniła się też w dużej mierze niezwykle dynamicznie rozwijająca się w latach osiemdziesiątych zeszłego wieku metodologia systemowa. Choć trudno byłoby powiedzieć, że wniosła ona jakieś istotne zmiany do polskiego systemu edukacyjnego – w tradycji polskiej idea systemowości edukacji była już od dawna znana i ugruntowana (zob., np.: Nawroczyński 1957; Okoń 1961; Twardowski 1992) – to jednak trzeba stwierdzić, że zdołała zatrzeć pamięć o cybernetyce edukacji. I to do tego stopnia, że kiedy w 1999 r. rozpoczęto reformowanie naszego systemu edukacyjnego, to uznano podejście systemowe i interdyscyplinarność za przewodnie idee tego przedsięwzięcia, jednak nie nawiązano bezpośrednio do koncepcji cybernetycznej. Kilka lat wcześniej, ważnym wydarzeniem, służącym propagowaniu koncepcji systemowych w edukacji, było ukazanie się na polskim rynku tłumaczenia obszernego niemieckiego poradnika dla nauczycieli, poświęconego w całości systemowym aspektom oświaty i wychowania (Szymański 1986). Autor przekładu, wybitny polski pedagog i naukowiec, stworzył tym samym naszemu środowisku nauczycielskiemu nie tylko możliwość zapoznania się z wielorakimi doświadczeniami szkolnictwa niemieckiego, ale – co jest szczególnie ważne – zwrócił polskim nauczycielom uwagę na istotę systemowego podejścia do edukacji oraz na konieczność stosowania tego podejścia w codziennej praktyce szkolnej. Po ukazaniu się tego dzieła wzrosło zainteresowanie badaczy zajmujących się problemami edukacji metodologią systemową. Niebawem dostrzeżono lukę, jako powstała wskutek załamania się cybernetycznego nurtu teorii oraz praktyki edukacji i zerwania ciągłości oraz współbieżności ich rozwoju. Niewątpliwą próbą wypełnienia tej luki stała się praca J. Palucha poświęcona zastosowaniom cybernetyki w pedagogice (Paluch 1989). Była to próba niezwykle udana.

W ostatnich latach również w innych krajach obserwuje się wzrost zainteresowania cybernetyką edukacji. Bodaj najbardziej wymownym tego

świadczeniem jest działalność powołanego przed kilku laty na Uniwersytecie w Bolton w Wielkiej Brytanii Instytutu Cybernetyki Edukacji (University of Bolton, Institute for Educational Cybernetics - IEC). Głównym celem działalności Instytutu jest prowadzenie badań nad wpływem nowoczesnych technik i technologii informacyjnych oraz komunikacyjnych na organizację edukacji, począwszy od nauczania indywidualnego aż do nauczania globalnego, tj. w skali całego świata. Przedmiotem badania są przede wszystkim uniwersytety. Szczególny akcent jest kładziony na modelowanie tych jednostek oraz prowadzonych w nich procesów edukacyjnych jako hierarchicznie zorganizowanych systemów wielopoziomowych, z uwzględnieniem istotnych aspektów politycznych, gospodarczych, instytucjonalnych, indywidualnych, społecznych, pedagogicznych itd. oraz na projektowanie wyspecjalizowanych pakietów programów dydaktycznych. Wielkim sukcesem Instytutu stało się wykorzystanie wyników własnych badań nad cybernetyką edukacji do stworzenia międzyuniwersyteckiej międzynarodowej sieci edukacyjnej. Umożliwiła ona na zorganizowanie nieustannie działającego forum dyskusyjnego, pozwalającego specjalistom z dziedziny cybernetyki edukacji na wzajemną wymianę doświadczeń, konsultacje, prowadzenie eksperymentów z, oraz zidentyfikować parametry charakteryzujące ich własności.

Ogólnie biorąc, identyfikację jako metodę poznania własności obiektów rozpatrywanych na gruncie edukacji stosuje się zazwyczaj w dwóch sytuacjach. Po pierwsze, gdy konstruuje się modele poznawcze tych obiektów. Po drugie, gdy chce się mieć narzędzie wspomagające proces sterowania tymi obiektami. Jest to rzecz jasna podział umowny, bowiem aby sterować jakimkolwiek indywidualnym i zbiorowym nauczaniem na odległość itd.

Podstawowym narzędziem badawczym w cybernetyce jest model czarnej skrzynki. Czarną skrzynką nazywa się każdy obiekt, którego wewnętrzną strukturę nie jest badaczowi znana, a które wykonuje pewne określone operacje nad wielkościami wejściowymi. Skonstruowanie modelu czarnej skrzynki badanego obiektu polega na wyodrębnieniu go z rozpatrywanego fragmentu rzeczywistości, określeniu wielkości pełniących rolę jego wejść i wyjść, obserwowaniu i rejestrowaniu ich stanów itd. Z takiego modelu korzysta się nie tylko wtedy, gdy struktura obiektu nie jest znana, lecz także wtedy, gdy obiekt jest zbyt złożony, żeby na podstawie badania jego elementów i ich wzajemnych powiązań można było zidentyfikować prawo rządzące jego zachowaniem się czasie. W edukacji obiektem tym może być szkoła, sieć szkół, cały proces edukacyjny lub dowolny jego etap, uczeń, grupa uczniów, nauczyciel, grupa nauczycieli itd.

Badania nad edukacją nie mogą jednak ograniczyć się do konstruowania modeli czarnej skrzynki. Ponieważ w cybernetyce proces poznania biegnie od

modelu czarnej skrzynki, poprzez identyfikację struktury obiektu do poznania mechanizmów jego funkcjonowania, więc aby zdobyć głębszą wiedzę o systemach oświaty i wychowania trzeba przede wszystkim poznać ich strukturę. Obiektem rzeczywistym trzeba przede wszystkim dysponować stosownym do potrzeb jego modelem, którego wartość poznawcza i użyteczność są nie do przecenienia. Z cybernetycznego punktu widzenia będziemy więc wyróżniać dwa rodzaje modeli procesów edukacyjnych: modele poznawcze oraz modele budowane pod kątem ich wykorzystania do sterowania realizacją procesów edukacyjnych na różnych poziomach ich systemowej organizacji. I w jednym, i w drugim przypadku, budowa modelu musi przebiegać w jak największej zgodności z procedurami modelowania matematycznego. Trzeba przy tym pamiętać, że postać modelu i dokładność przybliżania nim rozpatrywanego systemu bądź procesu edukacyjnego muszą wynikać z zadania, które za jego pomocą będzie rozwiązywane (zob., np.: Bubnicki 1974; Kacprzyński 1974).

Zastanówmy się najpierw nad rolą i znaczeniem identyfikacji w poznawaniu sfery praktyki edukacyjnej. Zauważmy, że z punktu widzenia wykorzystania wyników identyfikacji do dalszej działalności poznawczej system lub proces edukacyjny są zawsze identyfikowane jakby na zapas. W wyniku postępowania identyfikacyjnego otrzymuje się model, który w określonej mierze odwzorowuje mechanizmy rządzące zachowaniem się tych obiektów. Po pozytywnej weryfikacji model ten może być wykorzystany jako narzędzie wspomagające sterowanie rozpatrywanym obiektem, jako środek wspomagający podejmowanie decyzji dotyczących określonych aspektów edukacji itd.

Zazwyczaj postępowanie edukacyjne stanowi element znacznie ogólniejszych problemów, związanych z modelowaniem, zwłaszcza matematycznym. W takim przypadku do zbudowania modelu wykorzystuje się z reguły wyniki otrzymane w warunkach normalnego funkcjonowania badanego obiektu, tj. w wyniku przeprowadzenia na nim odpowiedniego eksperymentu biernego. Przykładem takich danych są wyniki pomiaru dydaktycznego.

Propagując ideę cybernetycznego podejścia do modelowania procesów edukacyjnych, trzeba też uprzątnąć sobie, że otaczającą nas rzeczywistość postrzega się zazwyczaj w dwóch wymiarach: obiektywnym i subiektywnym. Rzeczywistość obiektywną tworzy wszystko co istnieje, ale czego istnienie nie zależy od naszej woli. Mówiąc o rzeczywistości subiektywnej mamy na myśli sposób postrzegania przez nas rzeczywistości obiektywnej. Rzeczywistość subiektywna jest więc wtórna w stosunku do rzeczywistości obiektywnej i stanowi jej odbicie w naszych umysłach.

Wobec obiektywnej rzeczywistości edukacyjnej, która nas interesuje, badacz występuje zawsze w charakterze podmiotu poznania. Badaniem źródeł i wartości poznania, a także wzajemnej relacji zachodzącej między przedmiotem i podmiotem poznania zajmuje się gnozeologia. Jeżeli przedmiotem poznania jest proces edukacyjny  $PE$  i jeżeli przez  $PO$  oznaczymy podmiot badający ten proces, to relację tę można symbolicznie przedstawić tak

$$PE \rightarrow PO.$$

W wyniku procesu poznawczego w umyśle poznającego podmiotu powstaje obraz, który mniej lub bardziej dokładnie odwzorowuje rzeczywistość. Fakt, że odwzorowanie to jest wystarczająco dobre, będziemy wyrażać zapisem:

$$PE \sim PO.$$

Istotą procesu edukacyjnego jest celowe ukierunkowywanie i prowadzenie procesów poznawczych uczniów w taki sposób, by w pewnym z góry określonym czasie każdy z nich był w stanie przyswoić sobie na poziomie obowiązujących standardów określony zasób wiedzy teoretycznej ogólnej i szczegółowej oraz praktyczną umiejętność jej stosowania. Aby ten proces mógł być realizowany potrzebne są trzy elementy: uczeń, nauczyciel i dwa kanały informacyjne: jeden między uczniem i nauczycielem, drugi – między nauczycielem i uczniem. Oznaczmy je, odpowiednio, przez  $KI_{U \rightarrow N}$  oraz  $KI_{N \rightarrow U}$  i niech  $KI = (KI_{U \rightarrow N}, KI_{N \rightarrow U})$ . Formalnym modelem procesu poznawczego w edukacji jest więc uporządkowana trójka

$$PP = \langle PE, KI, PO \rangle.$$

Ta trójka elementów nie reprezentuje ani czysto materialnego aspektu procesu edukacyjnego, należącego do świata obiektywnego, ani aspektu czysto abstrakcyjnego, obejmującego formalne struktury procesów myślenia. Jest ona jak gdyby ogniwem łączącym świat obiektywny z subiektywnym: zawiera element realnej rzeczywistości będącej przedmiotem poznania oraz jej subiektywny obraz, odwzorowujący tę rzeczywistość i zawierający w sobie wyniki jej poznania.

Jako system cybernetyczny proces edukacyjny podlega sterowaniu. Przez sterowanie procesem edukacyjnym będziemy rozumieć celowo ukierunkowany proces oddziaływania na niego w taki sposób, by go w sposób najbardziej racjonalny w danych okolicznościach przeprowadzić ze stanu, w którym przebywa, w stan inny – bardziej pożądanym. Mówiąc o sterowaniu procesem edukacyjnym trzeba jednak mieć na uwadze, że myślą przewodnią cybernetyki

Wobec obiektywnej rzeczywistości edukacyjnej, która nas interesuje, badacz występuje zawsze w charakterze podmiotu poznania. Badaniem źródeł i wartości poznania, a także wzajemnej relacji zachodzącej między przedmiotem i podmiotem poznania zajmuje się gnozeologia. Jeżeli przedmiotem poznania jest proces edukacyjny *PE* i jeżeli przez *PO* oznaczymy podmiot badający ten proces, to relację tę można symbolicznie przedstawić tak

$$PE \rightarrow PO.$$

W wyniku procesu poznawczego w umyśle poznającego podmiotu powstaje obraz, który mniej lub bardziej dokładnie odwzorowuje rzeczywistość. Fakt, że odwzorowanie to jest wystarczająco dobre, będziemy wyrażać zapisem:

$$PE \sim PO.$$

Istotą procesu edukacyjnego jest celowe ukierunkowywanie i prowadzenie procesów poznawczych uczniów w taki sposób, by w pewnym z góry określonym czasie każdy z nich był w stanie przyswoić sobie na poziomie obowiązujących standardów określony zasób wiedzy teoretycznej ogólnej i szczegółowej oraz praktyczną umiejętność jej stosowania. Aby ten proces mógł być realizowany potrzebne są trzy elementy: uczeń, nauczyciel i dwa kanały informacyjne: jeden między uczniem i nauczycielem, drugi – między nauczycielem i uczniem. Oznaczmy je, odpowiednio, przez  $KI_{U \rightarrow N}$  oraz  $KI_{N \rightarrow U}$  i niech  $KI = (KI_{U \rightarrow N}, KI_{N \rightarrow U})$ . Formalnym modelem procesu poznawczego w edukacji jest więc uporządkowana trójka

$$PP = \langle PE, KI, PO \rangle.$$

Ta trójka elementów nie reprezentuje ani czysto materialnego aspektu procesu edukacyjnego, należącego do świata obiektywnego, ani aspektu czysto abstrakcyjnego, obejmującego formalne struktury procesów myślenia. Jest ona jak gdyby ogniwem łączącym świat obiektywny z subiektywnym: zawiera element realnej rzeczywistości będącej przedmiotem poznania oraz jej subiektywny obraz, odwzorowujący tę rzeczywistość i zawierający w sobie wyniki jej poznania.

Jako system cybernetyczny proces edukacyjny podlega sterowaniu. Przez sterowanie procesem edukacyjnym będziemy rozumieć celowo ukierunkowany proces oddziaływania na niego w taki sposób, by go w sposób najbardziej racjonalny w danych okolicznościach przeprowadzić ze stanu, w którym przebywa, w stan inny – bardziej pożądanym. Mówiąc o sterowaniu procesem edukacyjnym trzeba jednak mieć na uwadze, że myślą przewodnią cybernetyki

jest koncepcja statystycznego podejścia do problemu organizacji sterowania. Twórca cybernetyki, N. Wiener (1894-1964) wyraził to w następujący sposób: „Powinniśmy rozpatrywać organizację jako coś, co charakteryzuje wzajemne powiązania między elementami, przy czym powiązania te nie są jednakowe. Więzy między jednymi elementami powinny być ważniejsze niż między innymi. Tak więc, więzi wewnątrz systemowe nie powinny być bezwzględnie stabilne, aby ścisła określoność jednych z jego elementów nie wykluczała możliwości zmiany innych. Zmiany te, różne w różnych sytuacjach, z konieczności mają charakter statystyczny i dlatego jedynie w ramach statystycznej teorii można pojęciu organizacji nadać rozumny sens” (Wiener 1956, s. 308).

A zatem, jak w procesie poznania wzajemny stosunek przedmiotu i podmiotu można sobie wyobrazić jako stopniowe pogażanie się podmiotu w realiach obiektywnej rzeczywistości, tak samo można patrzeć na proces edukacyjny jako na obiekt zanurzony w otoczeniu o charakterze statystycznym. Z tego powodu trzeba procesy edukacyjne uważać za procesy probabilistyczno-statystyczne.

Organizując proces edukacyjny i rozważając możliwości sterowania nim trzeba pamiętać, że poznanie jest funkcją świadomości człowieka, będącego podmiotem poznania. Z cybernetycznego punktu widzenia podmiot poznania można sobie wyobrazić jako układ o pewnych specyficznych wejściach wyjściach. Na poziomie poznania zmysłowego można przyjąć, że wejścia reprezentują zmysły człowieka, które różnicują i filtrują sygnały płynące z otoczenia. Na poziomie poznania logicznego informacja zmysłowa jest przetwarzana w formy abstrakcyjne. Dlatego wyjściami modelu podmiotu poznającego są odczucia, abstrakcyjne obrazy oraz działania związane z potrzebą sterowania przedmiotem badań. Z informacyjnego punktu widzenia podmiot poznania jest więc przetwornikiem informacji. Z matematycznego punktu widzenia może być uważany za operator, który odwzorowuje zbiór wejść w zbiór wyjść.

Wynik proces edukacyjnego powstaje w efekcie współdziałania dwóch czynników: wewnętrznej aktywności uczestników procesu i oddziałujących na proces czynników zewnętrznych. Przyjmijmy następujące oznaczenia:  $X$  – stan otoczenia,  $Y$  – stan wiedzy podmiotu procesu edukacyjnego,  $P$  – charakterystyka aktywności podmiotu,  $F$  – operator, za pomocą którego można kształtować stan wiedzy podmiotu w zależności od stanu otoczenia, zmiany potrzeb oraz aktywności  $P$  podmiotu. Symbolicznie można to zapisać tak

$$Y = F(X, P).$$

Wielkości  $X$  i  $P$  są zmiennymi w tym sensie, że oddziaływania zewnętrzne na poznający podmiot mogą być różne, tak samo jak różne mogą

być wewnętrzne potrzeby podmiotu w zakresie zdobywania wiedzy na kolejnych stopniach i etapach procesu edukacyjnego. .

Jeżeli przyjmiemy, że  $X = 0$ , tzn. że w procesie edukacyjnym nie uwzględnia się stanu otoczenia, to powyższe wyrażenie przyjmie postać

$$Y = \varphi(P).$$

Odpowiada to sytuacji, gdy uczestnik procesu edukacyjnego nie zwraca w procesie poznania uwagi na dane obiektywne i kieruje się wyłącznie własnym subiektywizmem.

Z kolei, w przypadku  $P = 0$ , tzn. gdy uczestnik procesu edukacyjnego zupełnie nie angażuje się w zdobywanie wiedzy, to

$$Y = \varphi(X).$$

Proces edukacyjny jest zmarnowany, w umyśle osoby w nim uczestniczącej proces odwzorowywania obiektywnej rzeczywistości zewnętrznej zdaje się zanikać. Odwzorowanie to staje się zbyt uproszczone, niemal prymitywne.

## 9. Teoria edukacji a statystyka matematyczna – edukometria

Edukacja jest zjawiskiem masowym. Podstawowym jego elementem jest jednostkowy proces edukacyjny, tj. proces, któremu poddaje się konkretna osoba. W każdej chwili i w każdej placówce edukacyjnej realizuje się jednocześnie taka liczba procesów jednostkowych, ilu uczniów, studentów, słuchaczy itd. pobiera w niej naukę. Jeżeli spojrzeć na to zjawisko w skali dużych szkół, uczelni lub ich sieci, to liczba równocześnie trwających procesów edukacyjnych staje się koszmarnie duża. W tej sytuacji identyfikacja jakichkolwiek prawidłowości procesów edukacyjnych w oparciu o analizę wyników przebiegu procesów jednostkowych jest praktycznie niemożliwa. Trzeba odwołać się do metod statystycznych. Okazuje się bowiem, że o ile jednostkowy proces edukacyjny może zachowywać się w sposób trudny lub wręcz niemożliwy do przewidzenia, to łączne zachowanie się dużej zbiorowości takich procesów jest przewidywalne. Można je opisywać, na przykład, w kategoriach średnich wartości interesujących badacza charakterystyk tej zbiorowości. Fakt ten jest odbiciem tzw. efektu wygładzającego dużej zbiorowości. Wyrazem tego efektu są prawa wielkich liczb (zob., np.: Feller 1969; Rao 1989; Hellwig 1998; Jaynes 1989, 2003; Kubik 1981, 1998).

Prawa rządzące procesami edukacyjnymi mają charakter statystyczny. Znaczy to, że ani rachunek prawdopodobieństwa, ani statystyka matematyczna

nie mogą powiedzieć niczego konkretnego o wynikach jednostkowego procesu edukacyjnego. Dostarczają jedynie odpowiedzi, jak zachowuje się zbiorowość tych procesów. Jest zrozumiałe, że wynik realizacji pojedynczego procesu edukacyjnego zależy nie tylko od jego wewnętrznych przyczyn i właściwości, ale także od różnorodnych przyczyn zewnętrznych. Te przyczyny zewnętrzne są zdarzeniami przypadkowymi i nie są związane z wewnętrznymi mechanizmami procesu. Z tego właśnie powodu nie można z góry przewidzieć wyników realizacji procesu.

Ponieważ przebieg każdego jednostkowego procesu edukacyjnego kształtuje się zarówno pod wpływem jego mechanizmów wewnętrznych, jak i oddziaływań zewnętrznych, więc sposób realizacji każdego oddzielnie wziętego procesu nie tylko wydaje się przypadkowy w potocznym znaczeniu tego pojęcia, ale rzeczywiście jest taki w sensie matematycznego sensu przypadkowości.

W zbiorowości jednostkowych procesów edukacyjnych toczy się nieustanna gra między czynnikami konieczności i przypadkowości. Trzeba pamiętać o tym, że – z matematycznego i filozoficznego punktu widzenia – przypadkowość jest formą przejawiania się konieczności, tzn. konieczność nie może przejawiać się inaczej niż poprzez przypadkowość. Identyfikacja tego, co konieczne, jest jednak możliwa tylko w procesie masowym, tj. – jak już powiedzieliśmy – w warunkach działania prawa wielkich liczb. Istnieje cała gama praw wielkich liczb. Do najbardziej znanych i najczęściej stosowanych należą prawo Bernoulliego oraz będące jego uogólnieniem prawo Poissona (zob., np.: Feller 1969; Hellwig 1998; Kubik 1981). Z twierdzeń tych wynika, że warunkiem koniecznym i dostatecznym wzajemnego znoszenia się dodatnich oraz ujemnych odchyłeń częstości zachodzenia rozważanego zdarzenia od prawdopodobieństwa  $p$ , a tym samym ujawniania się statystycznych prawidłowości cechujących procesy edukacyjne, tzn. prawidłowości, które wskutek gry przypadkowości nie mogłyby być wykryte w małej liczbie obserwacji, jest masowość procesów edukacyjnych oraz oddziaływanie na te procesy przypadkowych czynników zewnętrznych. Stwierdzenie to wyraża istotę praw wielkich liczb. Jego znaczenie dla edukacji polega przede wszystkim na tym, że pomaga ono wykryć immanentne prawidłowości właściwe zbiorowościom procesów edukacyjnych. Zewnętrznym wyrazem przejawiania się prawa wielkich liczb jest dążenie wartości częstości badanego zdarzenia do rzeczywistej wartości prawdopodobieństwa, przy czym tempo tego procesu poddaje się obiektywnej ocenie ilościowej.

Praktyczne znaczenie twierdzeń Bernoulliego i Poissona w dziedzinie edukacji polega na tym, że przy badaniu procesów edukacyjnych zazwyczaj nie udaje się wyodrębnić przypadków jednakowo możliwych, oszacować liczby przypadków sprzyjających i obliczyć wartości prawdopodobieństwa pojawienia



się interesującego nas zdarzenia. Trzeba więc pamiętać o konieczności gromadzenia odpowiednio dużych zbiorów danych: duża liczba obserwacji jest warunkiem koniecznym i dostatecznym tego, aby charakter prawidłowości zbiorowego procesu edukacyjnego, których wskutek przyczyn przypadkowych nie można wykryć w pojedynczym procesie edukacyjnym lub w małej liczbie obserwacji, znalazły ilościowe odbicie w średniej. Przy dużej liczbie obserwacji powstają bowiem warunki konieczne i dostateczne dla przekształcenia możliwości odzwierciedlonej w prawdopodobieństwie i w wartości oczekiwanej w rzeczywistość wyrażoną w częstości zdarzeń i wartości średniej. Trzeba jednak pamiętać, że chociaż duża liczba obserwacji jest warunkiem koniecznym przekształcenia możliwości w rzeczywistość, to jednak sama liczebność zbioru danych nie ma większego znaczenia, nie wpływa bowiem na proces kształtowania tego co możliwe, a więc także na ukształtowaną w procesie masowym rzeczywistość edukacyjną.

Z tego powodu nie można uznać za poprawne spotykanego nieraz poglądu, jakoby prawidłowości procesu edukacyjnego kształtowały się wskutek działania prawa wielkich liczb. Prawo to jest bowiem warunkiem koniecznym przejawiania się prawidłowości, kształtujących się pod wpływem wewnętrznych przyczyn procesów transportowych. Wielka liczba doświadczeń w żadnej mierze nie wpływa na kształtowanie możliwego rezultatu obserwacji. Jeżeli chodzi o rozciągnięcie prawidłowości cechujących wybraną w określony sposób część zbiorowości procesów edukacyjnych na całą zbiorowość, to istnieją wszelkie podstawy do wykorzystania praw wielkich liczb i do zastosowania związanych z nimi formuł matematycznych do przeprowadzania różnego rodzaju obliczeń. Jeśli jednak chodzi o badanie charakteru prawidłowości procesów edukacyjnych w praktyce i działania prawa wielkich liczb, to trzeba unikać mechanicznego przenoszenia wniosków wynikających z analizy abstrakcyjnych modeli procesu masowego i twierdzeń prawa wielkich liczb na realną rzeczywistość edukacyjną. Trzeba odróżniać sferę zastosowania matematycznych formuł prawa wielkich liczb od sfery jego działania w rzeczywistości edukacyjnej. Sposób działania prawa wielkich liczb w dziedzinie edukacji najpełniej przejawia się w zbliżaniu się rozkładu empirycznego rozpatrywanych przez badacza charakterystyk procesów edukacyjnych do rozkładu teoretycznego.

Mówiąc o możliwości zastosowań statystyki matematycznej do obróbki danych edukacyjnych trzeba pamiętać, że nie każde zjawisko masowe ma charakter statystyczny. Opisowi statystycznemu podlegają tylko te zjawiska masowe, co do których można przyjąć, że przebiegają niezależnie od siebie i w mniej więcej takich samych warunkach środowiskowych. Z faktu, że uczniowie masowo korzystają z usług Internetu jeszcze nie wynika, że w tym przypadku mamy już do czynienia jest ze zjawiskiem statystycznym. Istotne znaczenie

mają bowiem warunki, w których to się odbywa się i w których są prowadzone obserwacje zachowania się uczniów. Jeżeli można przyjąć, że w okresie korzystania przez nich z Internetu własności tej sieci i jej otoczenia nie zmieniają się w sposób istotny, to wtedy można przyjąć, że ruch jest zjawiskiem statystycznym. Jeżeli którykolwiek z tych warunków jest istotnie naruszony, to procesu korzystania przez uczniów z Internetu, mimo jego masowości, nie można uważać za zjawisko statystyczne. Niestety, ten aspekt metodologiczny jest w badaniach na dedukcja powszechnie pomijany. Skutkuje to dużą liczbą probabilistyczno-statystycznych modeli procesów edukacyjnych, które faktycznie nie posiadają dużej wartości naukowej. Nie jest naszą intencją deprecjonowanie roli metod probabilistyczno-statystycznych w badaniach nad edukacją. Wręcz przeciwnie, podkreślamy jedynie naturalną ograniczoność zakresu zastosowań tych metod, wyrażoną w postulatach leżących u podstaw statystyki matematycznej. W rzeczywistości systemowe własności procesów edukacyjnych oraz ich otoczenia nie są stałe lecz zmieniają się i tylko w sporadycznych sytuacjach można przyjmować, że tak nie jest. Faktycznie więc z masowością procesów edukacyjnych wiąże się inny rodzaj nieokreśloności. Nie jest to nieokreśloność probabilistyczno-statystyczna.

Korzystanie z metod statystyki matematycznej do analizy zbiorów danych charakteryzujących określone aspekty procesów edukacyjnych jest w wielu przypadkach niemal mechanicznym przeniesieniem na grunt edukacji modeli stosowanych w ekonometrii. Wspomnieliśmy już, że z reguły są to modele regresji liniowej. Z uwagi na nieliniowość zjawisk edukacyjnych trzeba dążyć do konstruowania modeli regresji nieliniowych. W obu przypadkach należy pamiętać, że nie są to modele przyczynowo-skutkowe.

## **10. Teoria edukacji a matematyka**

Znamieniem współczesnych teorii edukacji jest dążenie do jak najszerszego wykorzystania w nich matematyki. Szczególne znaczenie przywiązuje się do matematycznego modelowania procesów edukacyjnych w taki sposób, by modele te umożliwiały badaczowi przenikanie w logikę tych procesów oraz pozwalały identyfikować i analizować podstawowe mechanizmy rządzące ich zachowaniem się w czasie. Z jednej strony chciałoby się, aby były to modele jak najprostsze, z drugiej – muszą one odwzorowywać co najmniej wszystkie ważne z punktu widzenia badacza aspekty procesu. Jeśli model jest oparty na właściwych postulatach i jest poprawnie zbudowany, to można podjąć próbę użycia go jako środka wspomagającego rozwiązywanie tych zadań z zakresu praktyki edukacyjnej, które wchodzą w zakres jego możliwości.

W świetle współczesnej nauki systemy edukacyjne są obiektami, które w toku właściwych im procesów technologicznych, nazywanych procesami edukacyjnymi, przetwarzają określone w specyficzny dla edukacji sposób

strumienie wejściowe w odpowiednio zdefiniowane strumienie wyjściowe. Z matematycznego i systemowego punktu widzenia istotne jest przede wszystkim rozstrzygnięcie, czy są procesy deterministyczne czy stochastyczne, statyczne czy dynamiczne, liniowe czy nieliniowe. Te trzy cechy wyznaczają osiem podstawowych typów modeli:

1. Deterministyczne – statyczne – liniowe (DSL).
2. Deterministyczne – statyczne – nieliniowe (DSN).
3. Deterministyczne – dynamiczne – liniowe (DDL).
4. Deterministyczne – dynamiczne – nieliniowe (DDN).
5. Stochastyczne – statyczne – liniowe (SSL).
6. Stochastyczne – statyczne – nieliniowe (SSN).
7. Stochastyczne – dynamiczne – liniowe (SDL).
8. Stochastyczne – dynamiczne – nieliniowe (SDN).

Najprostsze i najbardziej rozpowszechnione są modele DSL. Najbardziej skomplikowane są modele SDN, jednak w porównaniu z modelami DSL stopień powszechności ich użycia jest wciąż jeszcze zbyt mały. Ponieważ rzeczywiste systemy i procesy są obiektami stochastycznymi, dynamicznymi i nieliniowymi, więc kierunek rozwoju modelowania matematycznego biegnie od modeli typu DSL do modeli SDN (zob., np.: Adomian 1983). Trzeba jednak przyznać, że tempo tego procesu jest stosunkowo słabe. Powodem tego jest przede wszystkim fakt, że budowanie modeli SDN jest sztuką wymagającą interdyscyplinarnej wiedzy z zakresu dynamiki stochastycznych obiektów nieliniowych oraz umiejętności i wprawy w operowaniu tą wiedzą. Niewielu jest specjalistów w tej dziedzinie. Jeszcze mniej jest tych, którzy zajmują się jej zastosowaniami. Wcale niełatwo byłoby znaleźć takich, dla których polem tych zastosowań byłaby edukacja. Między innymi z tego powodu w teorii edukacji konstruuje się z reguły modele deterministyczne, a jeśli już wprowadza się element przypadkowości, to zazwyczaj w taki sposób, jak to jest robione w modelach ekonometrycznych. Skonstruowane dotychczas modele systemów i procesów edukacyjnych są w większości przypadków modelami liniowymi statycznymi. Od czasu do czasu są podejmowane próby budowy modeli statycznych nieliniowych oraz dynamicznych liniowych. Powszechną praktyką jest jednak trzymanie się linii modelowania wyznaczonej przez atrybuty determinizmu, statyki i liniowości.

Koncepcja matematycznego modelowania procesów edukacyjnych musi ulegać zmianie. Przede wszystkim dlatego, że są to procesy rozwoju. W świetle takich nauk, jak cybernetyka, ogólna teoria systemów, synergetyka, informatyka i współczesna fizyka, pod pojęciem procesu rozwoju jakiegoś obiektu należy rozumieć ciąg nieodwracalnych, ukierunkowanych w czasie i podlegających

określonym prawidłowościom zmian pewnych z góry określonych własności tego obiektu. Traktując więc proces edukacyjny jako proces rozwoju przypisujemy mu przede wszystkim atrybut nieodwracalności. Innymi słowy, przyjmujemy, że przez jeden i ten sam stan proces ten przechodzi tylko raz.

W każdym procesie rozwoju, a więc i w procesie edukacyjnym, można wyodrębnić dwie przeciwstawne, jednak wzajemnie ze sobą sprzężone fazy rozwoju: ewolucyjną i rewolucyjną. W fazie ewolucyjnej rozwój procesu edukacyjnego polega na zachodzeniu w nim powolnych, systematycznie zachodzących zmian ilościowych. Jest zrozumiałe, że pod ich wpływem powoli zmieniają się również jakościowe cechy procesu. W chwili, w której nagromadzenie tych drobnych zmian jakościowych osiągnie pewien poziom krytyczny, proces edukacyjny natychmiast zareaguje mniej lub bardziej gwałtownymi zmianami jakościowymi o charakterze systemowym czyli strukturalnym. Powiemy, że znalazł się w fazie rozwoju rewolucyjnego. Rozwój procesu edukacyjnego w czasie można więc wyobrazić sobie jako sekwencję naprzemiennie występujących faz ewolucyjnych i rewolucyjnych. Jest oczywiste, że czasy trwania poszczególnych faz ewolucyjnych powinny być znacznie dłuższe, niż rewolucyjnych. Każda faza ewolucyjna odpowiada bowiem okresowi realizacji pewnego długofalowego programu edukacyjnego, zazwyczaj przygotowanego w bezpośrednio poprzedzającej ją fazie rewolucyjnej. Po przejściu przez fazę rewolucyjną, zmienia się systemowa jakość procesu. Na przykład, proces edukacyjny po zakończeniu reformowania systemu oświaty i wychowania będzie zupełnie inną jakością systemową, niż proces sprzed reformy.

Chociaż rozwój procesu edukacyjnego zasadniczo odbywa się po linii wstępującej, to jednak w sposób nieunikniony występują w nim również elementy degradacji: obniżenie jakości nauczania, obniżenie poziomu kultury osobistej i społecznej uczniów itd. W szczególnych warunkach może dojść nawet do niemal całkowitej niewydolności procesu. Trzeba jednak pamiętać o tym, że gdyby nawet proces edukacyjny jako całość uległ degradacji, nie znaczyłoby to wcale, że wszystkie jego elementy uległy rozkładowi.

Jednym z często popełnianych błędów jest sprowadzanie procesów edukacyjnych do procesów wzrostu. Postępując tak neguje się tym samym znaczenie jakościowych aspektów edukacji. Nie jest prawdą, że wszystkie istotne cechy procesu edukacyjnego dają się opisać w kategoriach ilościowych. Tym bardziej nie jest prawdą, że dają się wycenić i scharakteryzować w jednostkach pieniężnych. Proces edukacyjny jest bowiem nosicielem zarówno cech jakościowych, jak i ilościowych. Wśród nich są cechy powszechne (ogólne) i specyficzne (szczególne), istotne i nieistotne, konieczne i przypadkowe, wewnętrzne i zewnętrzne itd. W zależności od kontekstu, jedne z

nich przejawiają się silniej, inne słabiej, ale wszystkie są względne. Zdaniem jednego nauczyciela dany uczeń ma zdolności językowe, zdaniem innego – nie. Zdaniem jednego ucznia geografia jest ciekawsza od matematyki, zdaniem innego jest wprost przeciwnie.

Żeby mieć właściwy obraz procesu edukacyjnego, nie można oddzielać jego analizy ilościowej od jakościowej: trzeba ujmować jego strony jakościową i ilościową w ich systemowej jedności. Cechy ilościowe i jakościowe są bowiem wzajemnie ze sobą sprzężone: ilościowe zmiany w edukacji prowadzą do zmian jakościowych, a z kolei zmiany jakościowe skutkują zmianami ilościowymi.

W badaniach nad dynamiką procesów edukacyjnych dominuje tendencja do poszukiwania warunków ich stabilności. Uważa się, że ideałem byłby proces mający zdolność niemal natychmiastowego kompensowania wszelkich zaburzeń. Ten styl myślenia jest konsekwencją przyjęcia za metodologiczną bazę teorii edukacji paradygmatu fizyki newtonowskiej, nazywanej również fizyką klasyczną. U podstaw tej nauki, rozwiniętej potem zwłaszcza przez J.R. D'Alemberta (1717-1783), J.L. Lagrange'a (1736-1813), P.S. de Laplace'a (1749-1827), C.G.J. Jacobiego (1804-1851) i W.R. Hamiltona (1805-1865), leżała idea statyczności świata. Z metodologicznego punktu widzenia stanowiła ona prawie zamknięty system naukowy, w ramach którego można było rozwiązać – co najmniej potencjalnie – niemal każde zadanie. Przez długi czas za główny cel klasycznej fizyki uważano udzielenie ostatecznej odpowiedzi na pytanie, jaki jest najniższy poziom organizacji materii, na którym jeszcze obowiązują jej prawa. Sądono, że jeśli uda się to zrobić, to nauka będzie dysponowała narzędziem, które posłuży do wyjaśniania wszystkich zjawisk świata materialnego. Obecnie wiadomo, że za pomocą metod mechaniki newtonowskiej można opisywać jedynie te obiekty, których rozmiary, masa i prędkość czynią zadość określonym ograniczeniom. Wiadomo też, że na poziomie mikroskopowym obowiązują prawa mechaniki kwantowej, zaś na poziomie kosmicznym – prawa mechaniki relatywistycznej (zob., np.: Einstein i Infeld 1998; Rubinowicz i Królikowski 1998; Landau i Lifszyc 2007).

Idea statycznego świata nie wytrzymała jednak próby czasu. Została podważona na początku dziewiętnastego wieku przez niezwykle pręźnie rozwijającą się wówczas termodynamikę, która – operując abstrakcyjnym modelem przemian energii dynamicznej w ciepłą i odwrotnie – wprowadziła pojęcie procesu odwracalnego. Najogólniej mówiąc, odwracalnym nazwano taki proces, którego bieg można w każdej chwili odwrócić, tzn. który może przebiegać w jednym lub drugim kierunku. Mówiąc dokładniej, jeśli jakiś obiekt przechodzi od pewnego stanu początkowego  $S_p$  poprzez pewne stany pośrednie do pewnego stanu końcowego  $S_k$  i jeśli można ten proces odwrócić, czyli sprawić, że od stanu  $S_k$  przejdzie z powrotem w stan  $S_p$ , przechodząc

przez te same stany pośrednie, ale odwrotnym porządku, przy czym jednocześnie zostanie odwrócona wymiana energii między tym obiektem i jego otoczeniem, to ma się do czynienia z procesem odwracalnym. Procesy, które nie są odwracalne nazywają się nieodwracalnymi.

Procesy odwracalne są idealizacjami, prawie nie spotykanymi w realnej rzeczywistości. Wszystkie rzeczywiste procesy są w zasadzie nieodwracalne. Odwracalność jest więc jedynie aproksymacją rzeczywistości, ale aproksymacja ta nie zawsze jest dopuszczalna.

Na gruncie fizyki badaniem procesów odwracalnych i nieodwracalnych zajmuje się termodynamika, przy czym w pierwszym przypadku jest to termodynamika procesów odwracalnych, w drugim – termodynamika procesów nieodwracalnych. W obu przypadkach możliwe są dwie sytuacje: proces może znajdować się w stanie termodynamicznej równowagi lub w stanie nierównowagowym, przy czym stan termodynamicznej nierównowagi może być bliski stanowi równowagi lub leżeć daleko od niego.

Na pierwszy rzut oka mogłoby wydawać się, że rozważania te nie mają nic wspólnego ze sferą edukacji. Jeśli jednak pamiętać, że teoria edukacji – podobnie jak wszystkie inne ówczesne teorie naukowe – powstała i rozwinęła się pod wpływem obowiązującego w całej nauce aż do początku dwudziestego wieku paradygmatu newtonowskiego, to wpływ tego faktu na sposób postrzegania i badania procesów edukacyjnych nie może być negowany. Można być nieświadomym tego wpływu lub nie w pełni go sobie uświadamiać, ale on istnieje. Procesy edukacyjne mają charakter nieodwracalny.

Nieliniowość, nieodwracalność i stochastyczność – to podstawowe cechy procesów edukacyjnych, które powinny być odwzorowywane w ich modelach matematycznych. Tworząc te modele trzeba umiejętnie kojarzyć ze sobą podejście fizyczne z matematycznym, dbając przede wszystkim o wierność odwzorowania w modelu specyfiki procesów edukacyjnych.

## **11. Zakończenie i wnioski**

Edukacja jest obszarem, w którym – za pośrednictwem nauczycieli – państwo i organy samorządowe wszystkich szczebli mają największe możliwości generowania kapitału społecznego: trzeba bowiem pamiętać, że placówki edukacyjne nie tylko kreują kapitał ludzki, ale także uczestniczą w wytwarzaniu i przetwarzaniu kapitału społecznego, wywierając przez to wpływ na kształtowanie się norm i zasad współżycia społecznego. Z tego powodu nowoczesna teoria edukacji powinna być nierozzerwalnie związana z teoriami kapitału ludzkiego i społecznego.

Podstawowym celem pracy było sformułowanie propozycji metodologii współczesnej teorii edukacji, uwzględniającej realia procesów edukacyjnych. Przedstawiono następujące postulaty:

1. Paradygmatem nowej teorii powinna być zasada stochastycznego determinizmu, w myśl której przebiegiem procesów edukacyjnych rządzą obiektywne mechanizmy przyczynowo-skutkowe typu konieczności bądź przypadkowości.
2. Powinna to być teoria systemowa, ilościowo-jakościowa, interdyscyplinarna, przy czym szczególny akcent powinien być w niej położony na to, że głównymi aktorami procesów edukacyjnych są uczniowie i nauczyciele.
3. W teorii tej modelowanie matematyczne (analityczne i numeryczne) powinno być podstawowym narzędziem analityczno-badawczym.
4. Należy dopilnować by nowa teoria edukacji nie stała się tylko i wyłącznie nową ekonomiką edukacji. Aspekt ekonomiczny procesów edukacyjnych jest niezmiernie ważnym, ale tym nie mniej tylko jednym z wielu możliwych i koniecznych do uwzględnienia.
5. Filozoficzną podstawą tej teorii powinna być zasada personalizmu, pozwalająca uwzględnić rolę ucznia i nauczyciela w edukacji jako autonomicznych dynamicznych bytów osobowych o indywidualnych predyspozycjach, skłonnościach i upodobaniach.
6. Teoria ta powinna być systemowo powiązana z odpowiednimi teoriami kapitału ludzkiego i społecznego, opartymi na zgodnym z koncepcją personalizmu systemie pojęć, a zwłaszcza pojęcia kapitału ludzkiego i kapitału społecznego.
7. W ramach prac nad skonstruowaniem tej teorii trzeba gruntownie przeanalizować własności kapitału ludzkiego i kapitału społecznego i poddać je formalizacji matematycznej. Szczególną uwagę należy zwrócić na to, za pomocą jakich wielkości matematycznych – zmiennych, funkcji czy funkcyj – będą reprezentowane rzeczywiste własności każdego z tych kapitałów i czy będą to wielkości deterministyczne czy stochastyczne. Rozróżnienie to jest ważne, ponieważ inne są zasady rachunku na wielkościach deterministycznych, inne zaś na wielkościach losowych. Inaczej należy rozumieć pojęcie niezależności zmiennych deterministycznych, a inaczej – losowych.
8. Nowa teoria powinna wprost korzystać z faktu, że edukacja jest procesem masowym. Zachowaniem się zjawisk masowych rządzą prawa statystyczne, podczas gdy zachowaniem się zjawisk jednostkowych rządzą prawa dynamiczne. A zatem, indywidualnym procesem

edukacyjnym kierują prawa dynamiczne, natomiast zbiorowością indywidualnych procesów edukacyjnych – prawa statystyczne.

9. Do identyfikacji praw statystycznych rządzących zbiorowością indywidualnych procesów edukacyjnych można użyć metod statystyki matematycznej. Trzeba jednak pamiętać, że metody te można stosować tylko w odniesieniu do zbiorowości statystycznych, tj. spełniających warunki uprawniające do uważania ich za populacje statystyczne (zob., np.: Hellwig 1980; Rao 1989; Papoulis i Pillai 2002). Szczególnie ważnym wymogiem jest jednorodność populacji w sensie pewnej z góry określonej cechy lub zbioru cech. Powszechnie popełnianym błędem – i to nie tylko na gruncie edukacji – jest przyjmowanie a priori, że zbiorowość jest jednorodna. Jest to błąd metodologiczny, który w nowej teorii musi być wyeliminowany. Populacja uczniów jest zbiorowością niejednorodną i to pod względem wielu cech. Zanim podda się ją analizom statystycznym trzeba ją najprzód rozbić na rozłączne i wyczerpujące całą zbiorowość podzbiorowości statystycznie jednorodne w sensie pewnego z góry ustalonego kryterium skalarnego lub wektorowego.
10. Oprócz utrwalonego w obecnej teorii edukacji zwyczaju modelowania procesów edukacyjnych na dwóch poziomach szczegółowości, mikroskopowym oraz makroskopowym, istnieje uzasadniona potrzeba modelowania tych procesów również na poziomie pośrednim, tj. mezoskopowym. W obecnej teorii edukacji popełnia się błąd polegający na zakładaniu, że w oparciu o znajomość własności indywidualnych procesów edukacyjnych (tj. własności dynamicznych) można zidentyfikować całościowe własności ich zbiorowości (tj. własności statystyczne).
11. W obecnej teorii edukacji trwa fascynacja koncepcją oceniania jakości procesów edukacyjnych w kategoriach edukacyjnej wartości dodanej. Ponieważ pojęcie edukacyjnej wartości dodanej nie zostało jeszcze jednoznacznie określone, więc w literaturze przedmiotu roi się od różnych pseudodefinicji. Jeśli metoda edukacyjnej wartości dodanej ma stać się narzędziem oceny jakości procesów edukacyjnych, to w nowej teorii edukacji pojęcie edukacyjnej wartości dodanej musi zostać dokładnie zdefiniowane. Należy to zrobić w oparciu o przeanalizowanie sensu i istoty pojęcia wartości dodanej w ekonomii politycznej oraz w ekonomice usług, uwzględniając przy tym specyfikę usług edukacyjnych. Trzeba bowiem pamiętać, że – w dotychczasowym ujęciu – metoda edukacyjnej wartości dodanej ma nie tylko duże grono zwolenników, ale i nie mniej liczne grono adwersarzy.



12. Należy szukać innych metod oceniania jakości procesów edukacyjnych. Na szczególną uwagę zasługują metody wielokryterialnej analizy decyzyjnej, w tym metody porównywania parami i metody ekspertów. Trzeba również oderwać się od elementarnego aparatu statystycznego (wartość przeciętna, wariancja i odchylenie standardowe) i sięgnąć do bardziej zaawansowanych metod probabilistyczno-statystycznych.
13. Należy z należytą rezerwą podchodzić do wyników badania rozmaitych zależności w procesach edukacyjnych metodami liniowej regresji pierwszego i drugiego rodzaju oraz związaną z nimi metodą korelacji. Trzeba zwłaszcza pamiętać, że w zastosowaniach interesują nas zawsze modele regresji pierwszego rodzaju, a ponieważ na ogół nie znamy tych modeli, więc modele regresji pierwszego rodzaju zastępujemy łatwiejszymi do zidentyfikowania modelami regresji drugiego rodzaju. Nie wolno też zapominać, że zależność statystyczna między charakterystykami procesu edukacyjnego nie mówi nic o ich związku przyczynowo-skutkowym, lecz informuje jedynie o ich współwystępowaniu.
14. Trzeba przeprowadzić wnikliwe badania kombinatoryczne bądź symulacyjne nad obiektywnością testowych metod sprawdzania stanu wiedzy i umiejętności uczniów. Nie ma bowiem wątpliwości co do tego, że obecna koncepcja tej formy egzaminów budzi wiele uzasadnionych zastrzeżeń natury formalnej i etycznej.

Modelowanie procesów edukacyjnych i ocena ich jakości oraz jakości działania placówek edukacyjnych – to złożone, wielokontekstowe, wieloaspektowe, interdyscyplinarne zadanie systemowe. Jego charakterystyczną cechą jest niedokładność, niekompletność i niepewność danych oraz nieokreśloność przyszłości. Zadanie jest tym trudniejsze do rozwiązania, że placówki edukacyjne są systemami ergatycznymi, czyli takimi, których integralnym i aktywnym elementem jest człowiek. Chociaż w systemie edukacyjnym człowiek pełni różne role, to jednak najważniejsze znaczenie ma praca nauczycieli, w tym także wychowawców oraz pedagogów. Od nich bowiem zależy, czy edukacja będzie miała charakter twórczy, czy odtwórczy, czy uczeń będzie biernym odbiorcą przekazywanej mu wiedzy, czy też jej odkrywcą i współtwórcą, czy stanie się chodzącą encyklopedią, czy też kreatorem wiedzy, czy nabierze umiejętności samodzielnego wyznaczania sobie celów i wytyczania ścieżek wiodących do ich osiągnięcia, czy potrafi odkryć drogę swej samorealizacji itd. Dlatego też zawodowi nauczyciele trzeba przede wszystkim przywrócić należną mu rangę społeczną, szacunek i autorytet.

## Literatura

- Ackoff R.L., Sasieni M.W. (1968). Fundamentals of operations research. John Wiley, New York.
- ACSMI (1992). Staff appraisal in schools. Hong Kong Education Department, Advisory Committee on the School Management Initiative. Hong Kong.
- Adams R. (1970). Duration and incident frequencies as observation indices. *Education and Psychological Measurement*, **30**, 669-674.
- ADB (2011). Key indicators for Asia and the Pacific. Asian Development Bank, Mandaluyung, Philippines.
- Adomian G. (1983). Stochastic systems. Academic Press, New York.
- Adomian G. (1989). Nonlinear stochastic systems. Theory and applications to physics. Kluwer Academic Press, Norwell.
- Aspinwall K., Simkins T., Wilkinson J.F., McAuley M.J. (1992). Managing  
Avent J.E. (1931). An excellent teacher. Jos E. Avent, Tennessee.
- Barr A.S., Eustice D.E., Noe E.J. (1955). The measurement and prediction of teacher efficiency. *Review of Educational Research*, **25**, 261-269.
- Barr R.B., Tagg J. (1995). From teaching to learning. A new paradigm for undergraduate education. *Change*, 13-25.
- Barra J.R. (1982). Matematyczne podstawy statystyki. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- BBE (2006). Edukacyjna wartość dodana. Część 1. *Biuletyn Badawczy Egzamin*, 8, 2006.
- BBE (2007). Edukacyjna wartość dodana. Część 2. *Biuletyn Badawczy Egzamin*, 14, 2007.
- Becker G.S. (1964, 1993). Human capital. A theoretical and empirical analysis with special reference to education. The University of Chicago Press, Chicago.
- Bereziński M. (2002a). Metodologiczne aspekty czynników nieokreśloności i informacji w teorii kapitału intelektualnego. *Raport Badawczy RB/81/2002*, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
- Bereziński M. (2002b). Kapitał intelektualny: termodynamiczny model wiedzy. *Raport Badawczy RB/82/2002*, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
- Bereziński M. (2003a). A possibility of applying quantum mechanics methodology in the theory of knowledge creating. *Raport Badawczy RB/71/2003*, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
- Bereziński M. (2003b). Markowski model procesu edukacyjnego na wyższej uczelni. *Raport Badawczy RB/73/2003*, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
- Bereziński M. (2004a). A possibility of applying quantum mechanics methodology in the theory of knowledge creating. W: J. Kacprzyk, Z.

- Nahorski, D. Wagner, red., Zastosowanie badań operacyjnych w ekonomii, nauce i technice, Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa.
- Bereziński M., red. (2004). Polska szkoła wobec wyzwań społeczeństwa informacyjnego. Interdyscyplinarność, komputery i internet w nauczaniu. Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania, Warszawa.
- Bereziński M., Hołubiec J. (2004). Ku humanizacji teorii kapitału intelektualnego. *Mazowieckie Studia Filozoficzne*, nr 1-2, 207-239.
- Bereziński M., Inkielman M., Wagner D. (2004). Markowskie modele procesów edukacyjnych. *Raport Badawczy RB/63/200*, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
- Bereziński M., Inkielman M., Wagner D. (2005a). Wieloaspektowy statystyczny model sterowania procesem edukacyjnym. *Raport Badawczy RB/45/2005*, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
- Bereziński M., Inkielman M., Wagner D. (2005b). Sieciowy stochastyczny model procesu kształcenia w szkole wyższej. W: Z. Bubnicki, R. Kulikowski, J. Kacprzyk, XV Krajowa Konferencja Automatyki, T. III, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa, 359-364.
- Bereziński M., Inkielman M., Wagner D. (2007a). Integracja metod oceny nauczycieli i studentów dla potrzeb konstrukcji modelu szkoły wyższej. *Raport Badawczy RB/74/2007*, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
- Bereziński M., Inkielman M., Wagner D. (2007b). Podział niejednorodnych zbiorów danych na podzbiory jednorodne z wykorzystaniem cech najbardziej informatywnych. *Raport Badawczy RB/75/2007*, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
- Bereziński M., Ławciewicz K. (2002). Polityka rozwoju: nieodwracalność, entropia, kryzys, łańcuchy Markowa. W: J. Kacprzyk i J. Węglarz, red., Modelowanie i optymalizacja. Metody i zastosowania. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, IV-25–IV-40.
- Bereziński M., Wagner D. (2003). Stochastyczny model strumienia nakładów na edukację. *Raport Badawczy RB/72/2003*, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
- Bereziński M., Wagner D. (2010). Modelowanie procesów edukacyjnych i ocena jakości działania placówek edukacyjnych. *Raport Badawczy RB/32/2010*, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
- Bertalanffy L. von (1984). Ogólna teoria systemów. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Białoń L., Marciniak S., Pietras Cz., Obrębski T. (2002). Perspektywy kapitału ludzkiego jako czynnika wzrostu gospodarczego Polski. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Blaalock H.M., Aganbegian A., Borodkin F.M., Boudon R., Capecchi V. (1975). Quantitative sociology. International perspectives and mathematical and statistical modeling. Academic Press, New York.

- Blaug M. (1969). *Economics of education*. Penguin, London.
- Blaug M. (1970). *An introduction to the economics of education*. Penguin, London.
- Boni M.M., red. (2009). *Polska 2030. Wyzwania rozwojowe. Raport Rządu*. Kancelaria Prezesa Rady Ministrów, Warszawa.
- Boni M.M., red. (2011). *Strategia rozwoju kapitału ludzkiego. Projekt. Zespół Doradców Strategicznych Prezesa Rady Ministrów*, Warszawa.
- Bochniarz P., red. (2008). *Kapitał intelektualny Polski. Zespół Doradców Strategicznych Prezesa Rady Ministrów*, Warszawa.
- Bohm D. (1961). *Przyczynowość i przypadek w fizyce współczesnej*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Borsuk K. (1976). *Geometria analityczna wielowymiarowa*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Bourdieu P. (1983). *The forms of capital*. W: J.G. Richardson, red., *Handbook of theory and research for the sociology of education*. Greenwood, New York, 241-258.
- Bryk A.S., Weisberg I. (1976). Value-added analysis: a dynamical approach to the estimation of treatment effects. *Journal of Educational Statistics*, 1, 127-155.
- Bubnicki Z. (1974). *Identyfikacja obiektów sterowania*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Carnoy M., red. (1995). *International encyclopedia of economics of education*. Pergamon Press, New York.
- Coleman J.C. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, 94, S95-S120.
- Coleman J.C., Campbell E.Q., Hobson C.J., McPartland J., Mood A.M., Weinfeld F.D., York R.L. (1966). *Equality of educational opportunity*. U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Czarnik Sz., Dobrzyńska M., Górniak J., Jelonek M., Keler K., Kocór M., Strzebińska A., Szczucka A., Turek k., Worek B. (2011). *Bilans kapitału ludzkiego w Polsce. Raport podsumowujący pierwszą edycję badań realizowaną w 2010 roku*. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa.
- Dec I. (2007). *Personalizm*. W: *Powszechna encyklopedia filozofii*. T. 8. Polskie Towarzystwo Tomasza z Akwinu, Lublin, 122-127.
- Devaney R.L. (1989). *An introduction to chaotic dynamical systems*. Addison-Wesley, Redwood City.
- Dirac P. (1963). The evolution of the physicist's picture of nature. *Scientific American*, 208 (5), 45-53.
- Dolata R. (2006). Edukacyjna wartość dodana w komunikowaniu wyników egzaminów zewnętrznych. *Egzamin. Biuletyn Badawczy CKE*, 8, 28-37.

- Dolata R. (2007). Edukacyjna wartość dodana, czyli jak wykorzystywać wyniki egzaminów zewnętrznych do oceny efektywności nauczania. *Egzamin. Biuletyn Badawczy CKE*, 9, 1-18.
- Domański S.R. (1993). Kapitał ludzki a wzrost gospodarczy. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Drucker P.F. (1954). *The practice of management*. Heron Books, Sheridan.
- Drucker P.F. (1964). *Managing for results*. Harper and Row, San Francisco.
- Drucker P.F. (1992). *Managing for the future. The 1990s and beyond*. New Millennium, Brighton.
- Drucker P.F. (2002). *Managing in the next society*. St. Martin's Press, New York.
- Einstein A., Infeld L. (1998). *Ewolucja fizyki. Rozwój poglądów od najdawniejszych pojęć do teorii względności i kwantów*. Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Einstein A. (1949). Remarks concerning the essays brought together in this cooperative volume. W: P.A. Schillp, red., *Albert Einstein: philosopher-scientists. The Library of Living Philosophers*, Evanston, 665-688.
- Feller W. (1969). Are life scientists overawed by statistics. *Scientific Research*, 4, 24-29.
- Ferguson G.A., Takane Y. (1989). *Statistical analysis in psychology and education*. McGraw-Hill, New York.
- Fincher C. (1985). What is value-added education? *Research in Higher Education*, 22, 395-398.
- Findeisen W., red. (1985). *Analiza systemowa – podstawy i metodologia*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Frankel T. (1999). *The geometry of physics. An introduction*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gawecki B.J. (1969). *Zagadnienia przyczynowości w fizyce*. Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa.
- Gini C. (1962). *La logica nella statistica*. Paolo Boringhleri, Torino.
- Glansdorf P., Prigogine I. (1971). *Thermodynamic theory of structure. Stability and fluctuations*. Wiley-Interscience, London.
- Gnedenko B.W., Korolev V.Yu. (1996). *Random summation: Limit theorems and applications*. CRC Press, Boca Raton.
- Gottl-Ottilienfeld F., von (1914). *Wirtschaft und Technik. W: Grundriss der Sozialökonomik. Erstes Buch, Abt. II*, J.C.B. Mohr, Tübingen.
- Gradstein M., Justman M., Meier V. (2004). *The political economy and education. Implications for growth and inequality*. The MIT Press, Cambridge.
- Gurgand M. (2005). *Economie de l'éducation. La Découverte*, Paris.
- Gorard S. (2003). Misunderstanding and misrepresentation: a reply to Hutchinson and Schagen. *International Journal of Research and Method in Education*, 32, 3-12.

- Gorard S. (2006). Value-added is of little value. *Journal of Educational Policy*, **21**, 233-244.
- Gorard S. (2010). Measurement as an unconsidered concept. W: G. Walford, E. Tucker i M. Viswanathan, red., *Sage handbook of measurement*. Sage Publications, London, 389-408.
- Hanushek E.A. (1986). The economics of schooling: production and efficiency in public schools. *Journal of Economic Literature*, **24**, 1141-1177.
- Hanushek E.A., Welch F., red. (2006). *Handbook of the economics of education*. North Holland, Amsterdam.
- Heller M., Lubański M., Ślaga S.W. (1980). *Zagadnienia filozoficzne współczesnej nauki. Wstęp do filozofii przyrody*. Akademia Teologii Katolickiej, Warszawa.
- Hellwig Z. (1998). *Elementy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Hutchinson D., Schagen I. (2008). Concorde and discord: the art of multilevel modeling. *International Journal of Research and Method in Education*, **31**, 11-18.
- Jaynes E.T. (1989). *Papers on probability, statistica and statistical physics*. Springer-Verlag, New York.
- Jaynes E.T. (2003). *Probability theory. The logic of science*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kac M., Steinhaus H. (1938). Sûr les fonctions indépendantes. *Studia Mathematicae*, **7**, 115.
- Kac M. (1959). Niezależność statystyczna w rachunku prawdopodobieństwa, analizie i teorii liczb. Fundacja Rozwoju Matematyki Polskiej, Warszawa.
- Kacprzyński B. (1974). *Planowanie eksperymentów. Podstawy matematyczne*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Kendall M.G. (1955). *Rank correlation methods*. Hafner Publishing Co., New York.
- Klir G.J., red. (1976). *Ogólna teoria systemów*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Kolipiński J. (1978). *Człowiek – gospodarka – środowisko – przestrzeń*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Korporowicz L., red. (1997). *Ewaluacja w edukacji*. Oficyna Wydawnicza, Warszawa.
- Kudrewicz J. (1993). *Fraktale i chaos*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Kuhn T.S. (1962). *The structure od scientific revolutions*. University of Chicago Press, Chicago.
- Kulisiewicz Cz. (2000). *Dydaktyka ogólna*. Oficyna Wydawnicza GRAF PUNKT, Warszawa.
- Kümmel R. (2011). *The second law of economics: energy, entropy, and the origins of wealth*. Springer-Verlag, Berlin.

- Lakatos I. (1995). Pisma z filozofii nauk empirycznych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Lasota A., M. Mackey (1985). Probabilistic properties of deterministic systems. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mantegna R.N., Stanley H.E. (1999). Introduction to econophysics: correlations and complexity in finance. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mazur M. (1965). Twór skostniały. *Argumenty*, nr 27 (369), 1 i 6.
- Mazur M. (1966). Szkoła bez lęku. *Argumenty*, nr 42 (436), 5 i 10.
- Mazur M. (1978). Modelowanie cybernetyczne i jego przydatność w modelowaniu procesu dydaktycznego. W: E. Berezowski, red., Problemy modelowania procesów dydaktycznych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Mazur M. (1984). Jaka szkoła? *Przegląd Tygodniowy*, 22 (113), 14.
- Mazur M. (1987). Pojęcie systemu i rygory jego stosowania. *Postępy Cybernetyki*, 2.
- Mihaylowa D. (2004). Social capital in Central and Eastern Europe. A critical assessment and literature review. Central European University, Budapest.
- Miller M.H., Modigliani F. (1961). Dividend policy, growth, and the valuation of shares. *The Journal of Business*, 34, 411-433.
- Mincer J.A. (1958). Investment in human capital and personal income distribution. *Journal of Political Economy*, 66, 281-302.
- Mincer J.A. (1974). Schooling, experience and earnings. Columbia University Press, New York.
- Modigliani F., Miller M.H. (1958). Corporate income taxes and the cost of capital: a correction. *American Economic Review*, 48, 261-297.
- Modigliani F., Miller M.H. (1963). The cost of capital, corporate finance and the theory of investment. *American Economic Review*, 53, 433-443.
- Mostowski A., Stark M. (1965). Elementy algebry wyższej. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Nawroczyński B. (1957). Zasady nauczania. Zakład Narodowy im. Ossolińskich – Wydawnictwo, Wrocław.
- Niemierko B. (2006). Wartość dodana osiągnięć uczniów, szkół i regionów. *Egzamin. Biuletyn Badawczy CKE*, Nr 8, 20-27.
- Niemierko B. (2009). Diagnostyka edukacyjna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Nowak R. (2002). Statystyka dla fizyków. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- O'Byrne S.F., Stewart S. (1996). EVA and market value. *Journal of Applied Corporate Finance*, 9, 116-125.
- Okoń W. (1961). Proces nauczania. Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa.
- Okoń W. (1981). Słownik pedagogiczny. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

- Paluch J. (1989). Zastosowanie cybernetyki w pedagogice. *Dydaktyka Szkoły Wyższej*, 4 (88), 81-91.
- Papoulis A., Pillai S.U. (2002). Probability, random variables and stochastic processes. McGraw-Hill, New York.
- Paulos J.A. (1988). Mathematical illiteracy and its consequences. Hill and Wang, New York.
- Persson T., Tabellini G. (2000). Political economics. Explaining economic policy. The MIT Press, Cambridge.
- Pęcherski M., Tudrej J., red. (1983). Procesy samoregulacji w oświacie. Problemy homeostazy społecznej. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Popper K.R. (1977). Logika odkrycia naukowego. PWN, Warszawa.
- Pólturzycki J. (2002). Dydaktyka dla nauczycieli. Wydawnictwo Naukowe NOVUM, Płock.
- Prigogine I. (1955). Introduction to thermodynamics of irreversible processes. Interscience Publishers, New York.
- Prigogine I. (1962). Non-equilibrium in statistical mechanics. Wiley Interscience, New York.
- Prigogine I. (1980). From being to becoming. Time and complexity in the physical sciences. W.H. Freeman, San Francisco.
- Prigogine I., Stengers I. (1977). The end of certainty. Time chaos, and the new laws of nature. The Free Press, New York.
- Prigogine I., Stengers I. (1984a). La nouvelle alliance. Gallimard, Paris.
- Prigogine I., Stengers I. (1984b). Order out of chaos. Man's new dialogue with nature.
- PSZK (2008). Stan kapitału ludzkiego w Polsce. Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Kadrami, Warszawa.
- Rasiowa H. (1998). Wstęp do matematyki współczesnej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Rao C.R. (1989). Statistics and truth. Putting chance to work. Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi.
- Robinson E.A.G., Vaizey J.E., red. (1966). The economics of education. *Proceedings of a Conference held by the International Economic Association*. Macmillan, London.
- Rodriguez L.J., Davis D.D. (1974). The economics of education. Professional Educators Publications, Danville.
- Sadowski W. (1978). Podstawy ogólnej teorii systemów. Analiza logiczno-metodologiczna. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Sanders W.L. (2000). Value-added assessment from student achievement data: opportunities and hurdles. *Journal of Personnel Evaluation in Education*, 14, 329-339.



- Sanders W., Saxton A., Horn B. (1997). Cumulative and residual effects of teachers on future academic achievement. Technical Report, University of Tennessee Value-Added Research and Assessment Center,
- Schagen I., Goldstein H. (2002). Do specialist schools add value? Some methodological problems. *Research Intelligence*, **80**, 12-15.
- Schagen I., Hutchinson D. (2003). Adding value in educational research - the marriage of data and analytical power. *British Educational Research Journal*, **29**, 749-765.
- Schrade U, red. (2010). *Dydaktyka szkoły wyższej. Wybrane problemy*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Schultz T. (1963). *The economic value of education*. Columbia University Press, New York.
- Schumpeter J. (1954). *History of economic analysis*. Oxford University Press, Cambridge.
- SRK (2006). *Strategia rozwoju kraju 2007-2015*. Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Departament Koordynacji Polityki Strukturalnej, Warszawa.
- Stern J.M., Stewart G.B., Chew D.H. (1995). The EVA financial system. *Journal of Applied Corporate Finance*, **8**, 32-46.
- Stewart G.B. (1991). *The quest for value: a guide for senior managers*. Harper Collins, New York.
- Stewart I. (1994). *Czy Bóg gra w kości? Nowa matematyka chaosu*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Such J. (1975). *Problemy weryfikacji wiedzy*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Szemplińska-Stupnicka W. (2002). *Chaos bifurkacje i fraktale wokół nas*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Szymański M. (1986). *Proces kształcenia – podejście systemowe*. Przewodnik dla nauczycieli. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne – UNESCO, Warszawa.
- Teixeira P.N. (2005). The human capital revolution in economic thought. *History of Economic Ideas*, **13**, 129-148.
- Tempczyk M. (1986). *Fizyka a świat realny*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Tempczyk M. (1995). *Świat harmonii i chaosu*. Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa.
- Tempczyk M. (1998). *Teoria chaosu a filozofia*. Wydawnictwo CiS, Warszawa.
- Thom R. (1980). *Paraboles et catastrophes. Entretiens sûr les mathématiques, la science et la philosophie*. Il Saggiatore, Milan.
- Tinbergen J. (1959). *On the theory of trend movements*. W: J. Tinbergen, red., *Selected papers*. North-Holland, Amsterdam.
- Tintner G., Sengupta J.K. (1972). *Stochastic economics. Stochastic processes, control, and programming*. Academic Press, New York.

- Tully S. (1993). The real key to creating value. *Fortune*, **128**, 38-50.
- Twardowski K. (1992). Wybór pism psychologicznych i pedagogicznych.
- Weingast B.R., Wittman D.A., red. The Oxford handbook of political economy. Oxford University Press, Oxford.
- Wiener N. (1956). I am a mathematician. The latter life of an ex-prodigy. Doubleday, Garden City.
- Wilmański K. (1974). Podstawy termodynamiki fenomenologicznej. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Wiśniewski S. (1980). Termodynamika techniczna. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa
- Żakowski W. (1967). Ortogonalność. W: A.B. Empacher, Z. Sęp, A. Żakowska, W. Żakowski, red., Mały słownik matematyczny. Wiedza Powszechna, Warszawa



