

Reaktywność, ruchliwość i inteligencja a parametry krzywej uczenia się *

Celem opracowania jest próba zbadania związku między takimi cechami temperamentalnymi, jak reaktywność i ruchliwość, a także inteligencja w procesie uczenia się, zobrazowanego w postaci krzywej uczenia się. Temperamentalne oraz intelektualne uwarunkowania procesu uczenia się były wielokrotnie rozważane z punktu widzenia uczenia się szkolnego (Strelau 1970, Lewowicki 1975, Beauviale 1980, Nosarzewski 1974). Uczenie się szkolne jest jednak wysoce złożoną formą aktywności, zatem zarówno inteligencja, jak i temperament mogą oddziaływać nań pośrednio, poprzez proces wykonywania czynności oraz na przykład styl funkcjonowania poznawczego, sposób reagowania w sytuacjach trudnych i innych

Przyjmujemy więc roboczo za rzecz możliwą ograniczenie wpływu czynników związanych z wykonaniem do takich rozmiarów, które umożliwiłyby zaobserwowanie bezpośredniego związku inteligencji, temperamentu i in. właściwości indywidualnych z procesami wewnętrznymi zachodzącymi w trakcie uczenia się. Zamiar ten nie musi bynajmniej oznaczać dążenia do reaktywowania klasycznych już koncepcji fizjologicznych (np. koncepcja Pawłowa). Przyjmując bowiem za podstawę rozważań regula-

* Praca realizowana w ramach Problemu RPBP III 25/V

cyjną teorię temperamentu Strelaua (Strelau 1985), przyjmuje również za cytowanym autorem tezę o biologicznym zdeterminowaniu cech temperamentalnych. Zatem to, co obserwować można w zachowaniu się jednostki, ma swoje źródła w wewnętrznych procesach i stanach organizmu jako organizacji biologicznej.

Z punktu widzenia współczesnego stanu wiedzy psychologicznej byłoby naiwnością mieć nadzieję, że wyższe formy zachowania się człowieka są po prostu sprowadzalne do zjawisk fizjologicznych. Niemniej owe formy oparte są na funkcjonowaniu układu nerwowego. Na przykład uczenie się złożonych informacji, bądź sposób ich przechowania zależy od sposobu kodowania informacji, kodowanie to z kolei jest gdzieś lokalizowane i odbywa się według prawideł fizjologicznych. Prawidłowości te nie są jeszcze poznane w dostatecznym stopniu, lecz to, co wiemy o przebiegu warunkowania i prostych form uczenia się pozwala stawiać hipotezy o wartości wyjaśniającej i predyktywnej.

I. MODEL UCZENIA SIĘ

Konstrukcja modelu uczenia się podyktowana jest, między innymi, wygodą podejścia eksperymentalnego i dążnością do uproszczenia analizy wyników. Jeśli z modelu wynika hipotetyczny przebieg procesu uczenia się w postaci krzywej uczenia się, to bez wątplenia łatwiej jest badać związki zmiennych zależnych z parametrami krzywej uczenia się niż stosować złożone analizy wielozmiennowe, których warunkiem jest przyjmowanie założeń równie niepewnych, jak założenie o spełnialności modelu a skutkiem trudności w interpretacji psychologicznej. Dlatego też względy wspomniane we wstępie i postulat prostoty skłonił mnie do podjęcia ryzyka budowy teorii opartej na prostym procesie stochastycznym.

Zakładam, że w trakcie pojedynczej ekspozycji materiału percepcyjnego istnieje lokowanie śladów pamięciowych w maga-

zynie pamięci w miejscach, które umownie nazywam adresami (Wrona 1986). Ślad pamięciowy może powstać jedynie wtedy, gdy adresy są przygotowane do zapisu, czyli otwarte. Otwieranie i zamykanie się adresów związane jest skanningiem uwagi (Nosali 1979), jako próbkowaniem pola percepcyjnego. To pierwotne zjawisko poznawcze znane było od dawna, lecz dopiero Magoun wskazał, na podstawie opisów doświadczeń fizjologicznych, możliwe źródło tego zjawiska w postaci funkcjonowania układu siateczkowego (Magoun 1961). Związek pomiędzy próbkowaniem pola percepcyjnego a zapisem pamięciowym wydaje się być dość oczywisty - najpierw informacja musi zostać przyjęta, a dopiero później można mówić o zapisie tej informacji w odpowiednich adresach (Konorski 1969).

Zakładam następnie, że adres zajęty, czyli ten, w którym zapis się dokonał, nie może przyjąć i zapisać w sobie innej informacji, oraz że dla danego zbioru informacji istnieje skończona liczba wyspecjalizowanych adresów. Oba te założenia tłumaczą fakt ujemnego przyspieszenia krzywych uczenia się. Jeśli bowiem ilość adresów jest skończona, to w trakcie uczenia się w kolejnej próbie mogą otwierać się adresy już zajęte, stąd ilość informacji zapamiętywanych w kolejnych próbach musi się zmniejszać.

Ilość otwartych adresów w danej próbie jest funkcją zakresu pamięci bezpośredniej "z". Jest ona co najwyżej równa "z", gdyż samo otwarcie adresu nie przesądza jeszcze zakodowania w nim informacji. Przyjmujemy następujące oznaczenia:

$P(0) = p$ - prawdopodobieństwo otwarcia adresu w danej próbie,

$P(Z) = q = 1 - p$ - prawdopodobieństwo tego, że adres pozostanie zamknięty,

$P(M)0) = r$ - prawdopodobieństwo dokonania zapisu pod warunkiem otwarcia adresu,

$P(\bar{M})0) = s$ - prawdopodobieństwo braku zapisu informacji, jeśli adres jest otwarty,

$P(M)Z) = 0$ - prawdopodobieństwo zapisu informacji, jeśli adres jest zamknięty,

$P(\bar{M})Z) = 1 -$ prawdopodobieństwo braku zapisu informacji, jeśli adres jest zamknięty.

Oczywiście:

$$1.1 \quad P(M) = P(0) \cdot P(M|0) = pr$$

$$1.2 \quad P(\bar{M}) = P(Z) + P(0) \cdot P(\bar{M}|0) = q + ps$$

Jeśli otwieranie i zamykanie adresów ma charakter skanningu losowego i nie zachodzą dodatkowe procesy ukierunkowane, to p, q, s są stałe. Wtedy efekt zapamiętywania po pierwszej próbie "f" da się przedstawić następująco:

$$1.3 \quad f_1 = 1 - (q + ps)$$

odpowiednio:

$$1.4 \quad f_2 = 1 - (q + ps)^2$$

i przez indukcję,

$$1.5 \quad f_i = 1 - (q + ps)^i \quad (\text{Wrona 1987})$$

Ostateczna postać formuły pozwala ocenić wartość takiej zmiennej uczestniczącej w przebiegu uczenia się jak zakres pamięci bezpośredniej "z". Można go oszacować na podstawie wyników uczenia się po pierwszej próbie mnożąc f_1 przez n , czyli ilość pojedynczych informacji do zapamiętania. Jeśli informacje te są ułożone w serię, to symbolem "n" oznaczać będą długość serii.

Wartości p, s, q nie da się obliczyć w prosty sposób. Empirycznie dane jest tylko wyrażenie w nawiasie, wobec czego oszacowań można dokonywać bądź przyjmując dodatkowe założenia, bądź wykonując dodatkowe doświadczenia. Jeśli p i s' są niezależne, to s można w przybliżeniu ustalić, eksponując kilkakrotnie materiał do zapamiętania o ilości elementów mniejszej niż zakres pamięci bezpośredniej. Względna częstość błędów w odtwarzaniu byłaby wtedy przybliżeniem wartości s . Oczywiście zakres pamięci bezpośredniej musiałby być uprzednio znany

Wartość p jest funkcyjnie związana z zakresem pamięci i długością serii:

$$1.6 \quad p = \frac{z}{n}$$

skąd przy znanym z i n łatwo obliczyć p i $q = 1 - p$. Zakres

pamięci jest względnie stały, natomiast s może zależeć od długości serii lub numeru próby. Wtedy badacz musi tę zależność wykryć i uwzględnić, ale formuła matematyczna straci wtedy swą prostotę. Niektórzy badacze, np.: Estes, Bower (Atkinson, Bower, Crothers 1965; Coombs, Daves, Tversky 1977), rozwijając swe modele matematyczne, unikają wprowadzania zmienności parametrów w zależności od numeru próby. Inni, jak choćby Zimny, są skłonni uwzględniać te zjawiska, komplikując teorię (Zimny 1971). Jednym z możliwych wyjść z sytuacji jest przyjęcie zasady, iż istotą badanego zjawiska psychologicznego jest nie sam model, ale właśnie odchylenie od modelowego przebiegu tego zjawiska. Wtedy odchylenie to może pełnić na przykład funkcję wskaźnika zmiennej zależnej (Wrona 1987).

Jednym z możliwych odchyleń od modelowego przebiegu uczenia się jest w naszym przypadku wystąpienie zapomnienia w trakcie uczenia się. Wydłuża to proces dochodzenia do poziomu stabilizacji wprawy. W przedstawionej koncepcji zjawisko to można skompensować przyjmując dodatkowy parametr "1" i mnożąc go przez wykładnik potęgi "i", bądź wprowadzając funkcję $g(i)$, jako funkcję numeru próby, również po to, by dla każdej próby mnożyć jej wartość przez wspomniany wykładnik potęgi. Zamiast więc mówić o zapomnieniu, z formalnego punktu widzenia możemy to zjawisko traktować jako niepełne zapamiętanie albo niedostatecznie wartościową próbę. Zapominanie w trakcie prób powoduje, iż l lub $g(i)$ przyjmują wartość z przedziału $(0,1)$.

Teoretycznie można jednak oczekiwać przekroczenia wartości "1", jeśli w trakcie uczenia się zachodzą procesy kierunkowe ułatwiające zapamiętywanie, takie jak przeorganizowanie materiału, odkrycie zasady budowy serii itp. Parametr l można wyznaczyć w sposób bardzo prosty. Niech f_{ie} oznacza efekt uczenia się uzyskany w badaniach, a f_{it} niech będzie efektem przewidywanym teoretycznie. Wówczas:

$$1.7. \quad (1-f_{it}) - (1-f_{ie}) = k_i,$$

gdzie k_i jest różnicą zależną od numeru próby.

Z równości

$$1.8 \quad (q + ps)^i + k_i = (q + ps)^{i+1}$$

znajdujemy l dla i -tej próby.

$$1.9 \quad l = \frac{\lg [(q + ps)^i + k_i]}{\lg (q + ps)^i}$$

jeśli l jest stałe, to przebieg uczenia się wyraża formuła:

$$1.10 \quad f_i = 1 - (q + ps)^{il}$$

Jeśli natomiast warunek ten nie jest spełniony, to obliczamy l_i dla każdej próby i znajdujemy funkcję $g(i)$, której wartościami są odpowiednie l_i . Kształt funkcji $g(i)$ nie jest skomplikowany, gdyż zakres jej wartości jest niewielki, dlatego też zupełnie wystarczającym jej przybliżeniem jest wielomian, a technika jego wyznaczania może opierać się na wielomianach ortogonalnych Czybyszewa.

Zachodzenie procesów ukierunkowanych, bądź wyraźny i nagły wpływ zmiennych indywidualnych może manifestować się w postaci "skoków" krzywej uczenia się, począwszy od określonej próby. Analiza grupowej krzywej uczenia się, względnie jednorodnej pod względem natężenia wspomnianych wpływów opiera się na następującym rozumowaniu.

Oznaczamy:

$$a = q + ps$$

wtedy

$$1.11. \quad f_i = 1 - (1-a)^i$$

Kolejne punkty skokowe krzywej odpowiadają kolejnym średnim rozkładów hipergeometrycznych, wyrażającym się formułą:

$$1.12 \quad n_i = z \cdot a_i = z \cdot \frac{n - c_i}{n}$$

gdzie n_i jest przyrostem zajętych adresów, natomiast $c_i = nf_i$. Wobec tego

$$1.13 \quad n_i = z \cdot \frac{n - nf_i}{n} = z(1-f_i)$$

Podobnie wariancja s_i^2 i -tego rozkładu wynosi:

$$1.14 \quad s_i^2 = f_i n_i \cdot \frac{n-z}{n-1}$$

Po elementarnych przekształceniach można w i-tej próbie obliczyć n na podstawie wyniku próby:

$$1.15 \quad n = \frac{z \cdot f_i n_i - s_i^2}{f_i n_i - s_i^2}$$

Dalsze postępowanie polega na porównaniu wartości "n" oszacowanej z powyższego wzoru na podstawie danych empirycznych z wartością "n" wyprowadzoną teoretycznie. Stwierdzenie istotnej rozbieżności może świadczyć o pojawieniu się w próbie i-tej procesów kierunkowych lub znacznego wpływu zmiennych indywidualnych. Na przykład wykrycie zasady budowy serii lub zorganizowanie materiału spowoduje zaniżenie empirycznej wartości w stosunku do teoretycznej, jak gdyby nagle skrótowni uległa seria. Podobne zjawisko wystąpi, jeśli nastąpi nagła zmiana siły motywacji uczenia się w kierunku wielkości optymalnej. Rozproszenie uwagi, spadek motywacji, stres, może dać efekt odwrotny.

II. ZMIENNE INDYWIDUALNE A PRZEBIEG UCZENIA SIĘ

Ogólny efekt wyuczenia się w i-tej próbie związany z czynnikami stałymi i zmiennymi w czasie. Im bardziej efekt ten zależy od tego, co wykonuje jednostka w trakcie uczenia się, tym większy wydaje się być wpływ czynników zmiennych w czasie oraz takich czynników stałych, jak np. inteligencja oraz temperament pojęty jako charakterystyka zachowania się. Im bardziej uczenie się jest niezależne od wykonania, tym bardziej powinno zależeć od zmiennych wewnętrznych, mających bezpośredni wpływ na dokonywanie się zapisu pamięciowego. Za podstawowe składniki efektu wyuczenia się jestem skłonny uznać:

- efekt losowy "e" zakres losowego skanningu uwagi, wyrażający się parametrem p;

- efekt pamięciowy "m" pochodzący ze zdolności układu nerwowego do tworzenia zapisu pamięciowego, wyrażający się z kolei parametrem s;

- efekt kierunkowy "k" będący wypadkową wpływu inteligencji, motywacji, uprzedniego doświadczenia, głębokiego skaningu uwagi i czynników zmiennych w czasie;

- błąd "b" pochodzący z tych samych źródeł co błąd w każdym pomiarze psychologicznym.

Każdy z tych efektów może być skojarzony z wielką ilością zmiennych, jednak nie tylko na tym polega trudność ich wyodrębnienia. Jeśli bowiem chcielibyśmy wyrazić efekt przez efekty składowe, to możemy jedynie zaryzykować stwierdzenie, że jest on funkcją owych efektów,

$$2.1 \quad f_i = F(e_i, m_i, k_i, b),$$

w żadnym jednak wypadku nie możemy a priori uznać go za ich sumę. Stąd też wariancja efektu ogólnego nie stanowi sumy wariancji efektów składowych. Wydaje się, że zachodzi tu coś więcej niż zwykle wzajemne maskowanie się zmiennych, występujące często w badaniach psychologicznych i polegające na przeważającym wpływie jednej lub kilku z nich.

Można oczekiwać, że wzajemne związki między zmiennymi, leżącymi u podstaw postulowanych efektów, mogą pojawiać się bądź znikać w sposób "skokowy" nie tylko w zależności od dodatkowych uwarunkowań, ale również od poziomu ich wpływu na uczenie się (por. Beauvare 1980, s.11). Na przykład osobom z defektem zapamiętywania niewiele pomoże wysoka inteligencja czy też sprawne próbkowanie pola percepcyjnego. Efekt pamięci pozostanie u nich niewiele wyższy niż u osób z uwarunkowaniami poznawczymi na niższym poziomie, ale za to z wysoką zdolnością tworzenia się zapisu pamięciowego. Natomiast u jednostek charakteryzujących się dobrą pamięcią, związek cech poznawczych, intelektualnych i temperamentalnych, wpływających na organizację wykonania, z wynikami uczenia się będzie prawdopodobnie wyraźny i łatwo wykrywalny.

Wspomniany specyficzny sposób maskowania i wzajemnego potęgowania się wpływu poszczególnych zmiennych w znacznym stopniu utrudnia metodykę postępowania badawczego i statystycznej analizy wyników. W zależności od doboru próbkki związki między określonymi zmiennymi mogą pojawiać się, zanikać, bądź okazywać się nieoczekiwanie słabe. W zasadzie jedynym rozwiązaniem problemu byłoby tu powtarzanie doświadczeń w różnych grupach i różnych warunkach, a ewentualne sprzeczności w rezultatach badań wcale nie musiałyby świadczyć o wadliwości stosowanych procedur badawczych.

III. BADANIE LINIOWEGO ZWIĄZKU CECH TEMPERAMENTALNYCH I INTELEKTUALNYCH Z EFEKTAMI UCZENIA SIĘ

Zmiennymi niezależnymi, wziętymi pod uwagę w badaniach były reaktywność i ruchliwość, mierzone kwestionariuszem "KI" Strelaua oraz inteligencja, badana testem J.C. Ravena. Za zmienną zależną przyjąłem ilość prób potrzebną do osiągnięcia wprawy w uczeniu się labiryntów Pelersona (Woodworth, R.S., Schlosberg H. 1963).

Labirynty te składają się z dwunastu par bodźców. Pary te eksponuje się kolejno, a zadaniem badanego jest wyuczenie się prawidłowych reakcji, polegających na wskazaniu właściwego elementu w danej parze. Próby kontynuuje się aż do dwukrotnego bezbłędneho przejścia labiryntu. Próbę badaną stanowiła grupa 33 dzieci z klas siódmych szkoły podstawowej, w stosunku do których zastosowałem następującą procedurę badawczą. W wyłączonej od zajęć sali lekcyjnej rozmieszczałem dzieci parami, tak aby każde dziecko siedziało naprzeciw partnera, oraz aby równocześnie w pomieszczeniu znajdowały się co najwyżej cztery pary. Jedno dziecko stawało się eksperymentatorem i jego zadaniem było eksponowanie kolejnych par labiryntu, w specjalnie przygotowanym urządzeniu z kartonu, posiadającym okienko do ekspozycji. Dziecko - ekspery-

mentator eksponowało najpierw labirynt literowy L_1 aż do osiągnięcia przez badanego wprawy, następnie labirynt złożony z figur geometrycznych F_1 . Po zakończeniu doświadczenia następowała zmiana ról. Dziecko uprzednio badane uczyło byłego eksperymentatora kolejno labiryntu L_2 i F_2 (patrz aneks). Dzieci zostały uprzednio dokładnie poinstruowane i przeciwczono labiryntami próbnymi oraz zapoznane ze sposobem protokolowania wyników¹. Ponieważ ilość dzieci była nieparzysta, jedno z nich zostało powtórnie eksperymentatorem i badanym, przy czym tylko pierwszy wynik został wzięty pod uwagę w analizie. Wprowadzony natomiast element zabawowej rywalizacji, podnosił motywację udziału w badaniach. Stosowanie kolejnych ekspozycji par utrudniło również badanym własną zewnętrzną aktywność, ograniczając tym samym wpływ wykonania na uczenie się. W analizie wyników posłużyłem się rachunkiem korelacyjnym.

Związki korelacyjne między wynikami uczenia się, mierzonymi ilością prób koniecznych do uzyskania poziomu stabilizacji wprawy a zmiennymi niezależnymi (temperamentalnymi i inteligencją) oraz ich interakcjami są bardzo słabe.

Jedynie wynik uczenia się labiryntu figuralnego koreluje pozytywnie z interakcją reaktywności i inteligencji w stopniu, który można uznać za istotny ($p < 0,05$).

Interpretacja tej zależności wymaga wyjaśnienia. Wyższy wynik uczenia się labiryntu oznacza w istocie niższy poziom uczenia się, gdyż jest to po prostu większa ilość prób. Obie składowe interakcji (reaktywność i inteligencja) korelują z osobna pozytywnie z tym wynikiem, co oznacza, że wyższa inteligencja jest skojarzona negatywnie z uczeniem się labiryntu, a wyższa reaktywność - pozytywnie z uwagi na odwrócenie skali reaktywności w Kwestionariuszu KI Strelaua. Wyższy wynik w Kwestionariuszu oznacza niższą reaktywność. Łącznie jednak przemnożone wyniki testu Ravena przez wskaźniki reak-

¹ Klucz poprawnych odpowiedzi znajdował się na odwrocie labiryntu i był niewidoczny dla osoby badanej.

Tabela 1

Macierz interkorelacji zmiennych

	y_1	y_2	x_1	x_2	x_3	$x_1 \cdot x_2$	$x_1 \cdot x_3$	$x_2 \cdot x_3$
y_1	1	.2950	-.1489	.2162	-.1072	.0993	-.1741	.1372
y_2	.2850	1	.1874	.2357	.0252	.3269	.1307	.1646
x_1	-.1489	.1874	1	-.0088	.3317	.5318	.7760	.1207
x_2	.2162	.2357	-.0088	1	.2096	.8343	.0834	.8350
x_3	-.1072	.0252	.3317	.2096	1	.2978	.8370	.6931
$x_1 \cdot x_2$	.0993	.3269	.5318	.8343	.2978	1	.4564	.7373
$x_1 \cdot x_3$	-.1741	.1307	.7760	.0834	.8370	.4564	1	.4807
$x_2 \cdot x_3$	.1372	.1646	.1207	.8350	.6931	.7373	.4807	1
$x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$	.0581	.2533	.4973	.7422	.6911	.8796	.7092	.9095

Legenda:

y_1 - labirynt literowy
 y_2 - labirynt figuralny
 x_1 - inteligencja
 x_2 - reaktywność
 x_3 - ruchliwość

$x_1 \cdot x_2, x_1 \cdot x_3, x_2 \cdot x_3$
 $x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$; interakcje
 zmiennych

tywności z Kwestionariusza KT są dodatnio skorelowane z ilością prób konieczną do wyuczenia się labiryntu. Wynika stąd, że szybsze uczenie się tego labiryntu skojarzone jest z takimi układami omawianych zmiennych, które charakteryzuje niska inteligencja a wysoka reaktywność. Niska inteligencja może być więc tu kompensowana wysoką reaktywnością z czego wcale nie wynika, że niska reaktywność może być z kolei "kompensowana" bardzo niską inteligencją. Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że badania zostały przeprowadzone na dzieciach o normalnym poziomie intelektualnym, czyli takich, które mogą podjąć i kontynuować naukę w zwykłej szkole podstawowej. Gdyby przyjąć, że coraz niższa reaktywność wymaga dla sprawności uczenia się odpowiednio niższej inteligencji, to doszlibyśmy do poziomu dzieci upośledzonych intelektualnie, u których zdolność uczenia jest zaburzona w stopniu uniemożliwiającym wykrycie tej prawidłowości, choćby z uwagi na groźbę przejścia poniżej progu możliwości jakiegokolwiek uczenia się

Druga zmienna zależna - wynik uczenia się labiryntu literowego nie jest istotnie skorelowana z żadną ze zmiennych temperamentalnych ani inteligencją, ani też z interakcjami tych zmiennych. Być może zwiększenie próby doprowadzi do wykrycia pewnych zależności korelacyjnych. W szczególności wysoka reaktywność może okazać się skojarzona z wyższym tempem uczenia się. Współczynnik korelacji jest tu wprawdzie nieistotny, ale względnie najwyższy. Podobnie można się spodziewać wyraźniejszego związku uczenia się z inteligencją z tym, że kierunek zależności może okazać się odwrotny, czyli że wyższa inteligencja miałaby iść w parze z szybszym tempem uczenia się. Taki trend sugeruje uzyskany współczynnik korelacji. Praktycznie zerowa korelacja interakcji inteligencji i reaktywności z tempem uczenia się narusza jednak przypuszczenie, że obie składowe interakcji maskują się, mimo że działają w jednym kierunku. Może to być skutek ich wzajemnych relacji opisywalnych związkiem krzywoliniowym. Brak wy-

raźniejszych korelacji omawianej zmiennej ze zmiennymi niezależnymi i ich interakcjami można próbować tłumaczyć specyfiką materiału bodźcowego, z którego złożony jest labirynt literowy. Litery to materiał doskonale znany uczniom z wieloletniego doświadczenia. Posługiwanie się nimi oraz zapamiętywanie ich miejsca w serii zależy głównie od mniej lub bardziej uświadomionych nawyków i strategii. Inteligencja i temperament mogły mieć wpływ na ich wytwarzanie, lecz ich stosowanie jest przypuszczalnie w znacznym stopniu zautomatyzowane. O tempie uczenia się powinny więc tu stanowić raczej zmienne pochodzące z doświadczenia niż cechy indywidualne o bardziej ogólnym znaczeniu dla zachowania się.

Związki korelacyjne cech temperamentalnych z tempem uczenia się są na tyle słabe, że w obu wypadkach nie jest możliwe uznanie ich za predyktory owego tempa. Wyniki obliczeń przy pomocy programu STATGRAPH (tabela 2) pokazują, że

Tabela 2

Model dopasowania danych dla y_1 i y_2

Zmienne niezależne	Współczynniki regresji dla y_1	Poziom ufności	Współczynniki regresji dla y_2	Poziom ufności
stała	218.486	0,15	35.801	0,65
x_1	-3.388	0,30	-0,921	0,50
x_2	-3.955	0,22	-0,678	0,69
x_3	-6.123	0,10	-0,237	0,90
$x_1 \cdot x_2$	0,070	0,32	0,020	0,59
$x_1 \cdot x_3$	0,109	0,17	0,009	0,83
$x_2 \cdot x_3$	0,113	0,12	0,005	0,89
$x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$	-0,002	0,17	-0,0001	0,23
	$R^2=0,0188$		$R^2=0,000$	

ani jeden ze współczynników regresji liniowej nie jest istotny, natomiast kwadraty współczynników korelacji wielokrotnej są praktycznie zerowe. Zachodzi to zarówno dla rezultatów uczenia się labiryntu literowego, jak i figuralnego.

IV. WEWNĘTRZNE PREDYKTORY PRZEBIEGU UCZENIA SIĘ I ICH ZWIĄZKI ZE ZMIENNYMI INDYWIDUALNYMI

Oczekiwanie silnych związków korelacyjnych między wskaźnikami uczenia się labiryntu a zmiennymi indywidualnymi jest, jak się zdaje, daremne w świetle uzyskanych wyników. Dlatego też nie widzę potrzeby przeprowadzenia bardzo dokładnych oszacowań predyktorów na wielkich próbach. Praktyczna użyteczność takiego postępowania jest mała, jeśli efektywność przewidywania z tych predyktorów i tak byłaby niezadowalająca. Zanim więc zdecydujemy o zwiększeniu próby wypada poszukać innych zmiennych, które wyjaśniałyby znaczną część wariacji zmiennych zależnych. Niektóre z tych zmiennych mogą tkwić w samym procesie uczenia, stąd nazwałem je predyktorami wewnętrznymi. Nie jest wykluczone, że zmienne te wchodzi w interakcje z analizowanymi poprzednio cechami indywidualnymi, wobec czego ich wpływ na efekty uczenia się jest bardziej złożony niż przypuszczamy.

Pominę tu banalną zależność między tempem uczenia się a zakresem pamięci. Jest to kwestia rozstrzygnięta przed laty. Rozstrzygnięcie to znajduje jednak swój wyraz w wynikach moich badań.

Odpowiednie współczynniki korelacji wynoszą: dla labiryntu literowego: - 0,2908, a dla figuralnego: - 0,4734.

Teoretyczny model uczenia posiada u swych podstaw założenie o pozytywnej korelacji (Stosunkowo niewysokie współczynniki świadczą tu o znacznych indywidualnych odchyleniach od modelu idealnego)

Spośród wielkiej liczby zmiennych pochodzących z analizy

rezultatów uczenia się w każdej próbie oraz z analizy zmiennych, wziętych pod uwagę, wyodrębniłem poprzez analizę krokową (stepwise selection) programu STATGRAPH następujące predyktory dla y_1 :

- reaktywność
- ilość poprawnych trafień w pierwszej próbie (czynnik losowy)
- interakcja reaktywności i zmiennej poprzedniej
- ruchliwość

Współczynnik korelacji wielokrotnej tempa uczenia się labiryntu literowego z wyodrębnionymi zmiennymi wynosi 0,5526 i tłumaczy nieco ponad 30 procent wariancji zmiennej zależnej. Jest on istotny na poziomie 0,05. Stosunkowo mały procent wyjaśnionej wariancji świadczy nadal o istnieniu innych zmiennych wpływających na tempo uczenia się labiryntu.

Nieco inaczej przedstawia się obraz predyktorów uczenia się labiryntu figuralnego. Analiza krokowa prowadzi tu do wyodrębnienia tylko jednej istotnej zmiennej niezależnej, tzn. interakcji inteligencji i reaktywności, co świadczy tu o braku dobrych predyktorów wewnętrznych poza zakresem pamięci. Jeśli go uwzględnić to skorygowany współczynnik korelacji wielokrotnej wynosi 0,5, jest istotny i tłumaczy 25 procent wariancji zmiennej zależnej. Jeżeli natomiast zgodnie z wcześniejszą zapowiedzią wyłączymy tę zmienną, to z uwagi na skorelowanie z poprzednią w wysokości - 0,2274, współczynnik korelacji cząstkowej wynosi 0,254 i okazuje się nieistotny. Wyłączanie z kolei interakcji inteligencji i reaktywności prowadzi do uzyskania współczynnika korelacji cząstkowej o wysokości - 0,4342.

Oczywiście jest to współczynnik statystycznie istotny. Okazuje się więc, że interakcja inteligencji i reaktywności nie wpływa samodzielnie w istotny sposób na tempo uczenia się. Wpływ ten zaznacza się dopiero wtedy, gdy nie wyłączymy zakresu pamięci.

POOSUMOWANIE

Obraz wyników badań nasuwa wniosek, że przebieg uczenia labiryntu mierzony ilością prób jest skojarzony zarówno z cechami indywidualnymi, jak i ze zmiennymi tkwiącymi wewnątrz procesu uczenia się. Inaczej przedstawiają się jednak związki zmiennych niezależnych z uczeniem się labiryntu literowego niż odpowiednie związki z uczeniem się labiryntu figuralnego. Wyniki w uczeniu się obu labiryntów nie są istotnie skorelowane, co nasuwa wniosek o odmienności przebiegu uczenia się. Analiza współczynników korelacji ze zmiennymi niezależnymi potwierdza to przypuszczenie. Zwiększenie efektów uczenia się labiryntu figuralnego związane jest z niską inteligencją i wysoką reaktywnością. Wynik ten nie jest całkowicie jednoznaczny, gdyż interakcja tych zmiennych jest skojarzona z kolei z zakresem pamięci. Wydaje się, że właśnie zakres pamięci jest zmienną, która w całym zbiorze zmiennych niezależnych ma największy wpływ na uczenie się. Eliminacja zakresu pamięci ze zbioru zmiennych sprawia, że przy tej liczebności badanej próby brak dobrych predyktorów tempa uczenia się.

Uczenie się labiryntu literowego skorelowane jest natomiast łącznie z reaktywnością, ilością poprawnych trafień w pierwszej próbie, interakcją poprzednich zmiennych oraz ruchliwością. Brak natomiast istotnych korelacji z każdą ze zmiennych z osobna.

Przebieg uczenia się labiryntu literowego da się w pewnym stopniu przewidywać, jeśli znamy poziom reaktywności, ruchliwości, ilość poprawnych trafień w pierwszej próbie oraz poziom interakcji tej ostatniej z reaktywnością. Może to nasuwać przypuszczenie, że niektóre zmienne temperamentalne mają wpływ na wykorzystanie uprzedniego doświadczenia oraz informacji zdobytej losowo. Dla uczenia się labiryntu figuralnego najbardziej istotny jest natomiast zakres pamięci, szacowany ilością poprawnych odpowiedzi po pierwszej

próbie. Wyraźnie więc widać, że brak tu wystarczających podstaw do formułowania ogólnych wniosków dotyczących wpływu inteligencji i temperamentu na uczenie się. Konieczne jest zatem dalsze poszukiwanie predyktorów prędkości uczenia się, przy czym obszar poszukiwań wypada rozszerzyć na zmienne typu poznawczego i ich interakcje ze zmiennymi temperamentalnymi.

Literatura cytowana

- Atkinson R.C., Bower C.H., Crothers E.D., An introduction to mathematical learning theory, New York - London - Sydney 1965.
- Beauvale A., Temperamentalne uwarunkowania uczenia się tekstów dydaktycznych, Wrocław 1980.
- Coombs C.H., Daves R.M., Tversky A., Wprowadzenie do psychologii matematycznej, Warszawa 1977.
- Konorski J., Integracyjna działalność mózgu, Warszawa 1969.
- Lewowicki T., Psychologiczne różnice indywidualne a osiągnięcia uczniów, Warszawa 1975.
- Magoun H.W., Czuwający mózg, Warszawa 1961.
- Nosal Cz., Mechanizmy funkcjonowania intelektu, zdolności, style poznawcze, przetwarzanie informacji, Wrocław 1979.
- Nosarzewski J., Styl pracy umysłowej młodzieży uwarunkowany siłą układu nerwowego, w: Strelau J., Rola cech temperamentalnych w działaniu, Wrocław 1974.
- Strelau J., Indywidualny styl pracy ucznia a cechy temperamentalne, Kwartalnik Pedagogiczny 1970.
- Strelau J., Temperament, osobowość, działanie, Warszawa 1985.
- Woodworth R.S., Schlosberg H.S., Psychologia eksperymentalna, t.2, Warszawa 1963.
- Wrona L., Adresowa koncepcja uczenia się, Roczn. Nauk.-Dydakt. WSP, Prace Psychologiczne III, Kraków 1991.

ANEKS I

Technika badania uczenia się

Labirynt skonstruowany według pomysłu Pelersona składa się z dwunastu bodźców wizualnych przedstawionych na paskach papieru. Na odwrocie każdego paska podany jest klucz poprawnych odpowiedzi.

Eksperymentator przesuwając pasek w urządzeniu zawierającym ramkę służącą do swobodnego przesuwania paska oraz posiadającym otwór odpowiadający dokładnie wymiarom kratki mieszczącej w sobie każdą parę bodźców.

Zadaniem badanego jest odgadywanie i zapamiętywanie bodźców poprawnych według klucza, a zadaniem eksperymentatora polega na udzielaniu informacji "tak", gdy wskazanie jest poprawne, bądź "nie" w wypadku błędu. Badanie trwa dotąd aż uczący się wykona bezbłędne przejście labiryntu tyle razy, ile wynosi kryterium wyuczenia się ustalone z góry przez badacza. W zależności od celu doświadczenia eksperymentator notuje w każdej próbie, polegającej na przejściu całego labiryntu, ilość błędów lub wynik każdego wskazania bodźca. Technika ta nadaje się do badań zbiorowych. Uczestników rozsadza się wówczas parami i każdy z nich jest raz eksperymentatorem, raz badanym.

Labirynt posiada wersję literową (L_1 , L_2) oraz figuralną (F_1 , F_2). Badanie zbiorowe obydwoma wersjami przebiega naprzemiennie.

Pierwszy uczestnik danej pary bada swego partnera labiryntem L_1 i F_1 , natomiast drugi uczestnik dokonuje tego samego z pierwszym przy pomocy labiryntów F_1 i F_2 . Oczywiście u-

czestnicy muszą zostać uprzednio dokładnie poinstruowani i przećwiczeni przy pomocy labiryntu próbnego.

Badania zbiorowe prowadzone w opisany sposób są już możliwe w grupie dzieci od V klasy szkoły podstawowej. Dzieci traktują takie badanie jako grę, a moment współzawodnictwa podnosi ich motywację uczenia się i uwalnia je od lęku przed dezaprobatą ze strony osoby dorosłej.

Wersja figuralna labiryntu jest nisko skorelowana z wersją literową. Współczynnik korelacji między ilościami prób koniecznych do dwukrotnego bezbłędnego przejścia labiryntu wynosi 0,285.

ANEKS II

Macierz interkorelacji

	1	2	3	4	5	6	7
1	1.000	.2850	-.2003	-.2908	-.1489	.2162	-.1072
2	.2850	1.000	-.4734	.0243	.1926	.2337	.0252
3	-.2003	-.4734	1.000	-.0098	-.0678	-.2128	.0235
4	-.2908	.0243	-.0098	1.000	.2238	-.2170	.1281
5	-.1489	.1926	-.0678	.2238	1.000	-.0088	.3317
6	.2162	.2337	-.2128	-.2170	-.0088	1.000	.2096
7	-.1072	.0252	.0235	.1281	.3317	.2096	1.000
8	.0993	.3269	-.2274	-.0851	.5318	.8343	.2978
9	-.1741	.1307	-.0241	.2089	.7760	.0834	.8370
10	.1372	.1646	-.1261	-.1105	.1207	.8350	.6931
11	.0581	.2533	-.1603	-.0376	.4973	.7422	.6911
12	-.1819	-.0858	-.0551	-.0073	.0323	-.0656	-.1408
13	-.0512	-.2158	.3330	-.1070	.0620	.1542	.1310
14	-.0974	.0737	-.1679	-.1049	.0073	.5599	-.0116
15	-.2289	-.0309	-.0560	.0735	.1674	.0291	.3570
16	-.2055	.0528	-.1235	.1031	.4666	-.0710	.0014
17	.0626	-.0292	.1838	-.1953	.0168	.6647	.2390
18	-.0879	-.1762	.2937	-.0390	.1069	.2481	.5439
19	-.0935	-.0551	.2295	-.0215	.4642	.1147	.1778
20	.0550	-.1351	.2664	-.4498	-.3016	.0148	-.1868
21	.3165	.2798	-.7490	-.0181	-.0608	.1430	-.1563
22	-.1578	-.3648	-.2180	-.1134	.0726	-.0506	.0299
23	-.9411	-.2908	.2276	.1582	.1712	-.2035	.1453

	8	9	10	11	12	13	14
1	.0993	-.1741	.1372	.0581	-.1819	-.0512	-.0974
2	.3269	.1307	.1646	.2533	-.0858	-.2158	.0737
3	-.2274	-.0241	-.1261	-.1603	-.0551	.3330	-.1679
4	-.0851	.2089	-.1105	-.0376	-.0073	-.1070	-.1049
5	.5318	.7760	.1207	.4973	.0323	.0620	.0073
6	.8343	.0834	.8350	.7422	-.0656	.1542	.5599
7	.2978	.8370	.6931	.6911	-.1408	.1310	-.0116
8	1.000	.4564	.7373	.8798	-.0439	.1412	.4716
9	.4564	1.000	.4807	.7092	-.1018	.0495	-.0528
10	.7373	.4807	1.000	.9095	-.1476	.2095	.3664
11	.8798	.7092	.9095	1.000	-.1399	.1543	.3169
12	-.0439	-.1018	-.1476	-.1399	1.000	.0113	.7736
13	.1412	.0495	.2025	.1543	.0113	1.000	.0573
14	.4716	-.0528	.3664	.3169	.7736	.0573	1.000
15	.0839	.3047	.1906	.1929	.8646	.0286	.7148
16	.1924	.2391	-.0922	.0863	.8909	.0022	.6730
17	.5522	.0952	.6247	.5267	-.0713	.8228	.3223
18	.2275	.3537	.5065	.4234	-.1038	.8832	.0212
19	.3387	.3220	.1855	.3119	-.0122	.8937	.0119
20	-.1568	-.2964	-.0984	-.2084	.0679	.2161	.0627
21	.1117	-.1175	.0044	.0194	-.0349	-.3704	.0661
22	-.0161	.0651	-.0176	.0060	.3856	.0008	.2700
23	-.0856	.1884	-.1068	-.0437	.2390	.1587	.1438

Macierz interkorelacji - ciąg dalszy

	15	16	17	18	19	20	21
1	-.2289	-.2055	.0626	-.0879	-.0935	.0550	.3165
2	-.0309	.0528	-.0292	-.1762	-.0551	-.1851	.2798
3	-.0560	-.1235	.1838	.2937	.2295	.2664	-.7490
4	.0735	.1031	-.1953	-.0390	-.0215	-.4498	-.0181
5	.1674	.4666	.0168	.1069	.4642	-.3016	-.0608
6	.0291	-.0710	.6647	.2481	.1147	.0148	.1460
7	.3570	.0014	.2390	.5439	.1778	-.1868	-.1563
8	.0839	.1924	.5522	.2275	.3387	-.1568	.1117
9	.3047	.2391	.0952	.3537	.3220	-.2964	-.1175
10	.1906	-.0922	.6247	.5065	.1855	-.0984	.0044
11	.1929	.0863	.5267	.4234	.3119	-.2084	.0194
12	.8846	.8909	-.0713	-.1038	-.0122	.0679	-.0349
13	.0286	.0022	.8223	.8832	.8937	.2161	-.3704
14	.7148	.6730	.3223	.0212	.0119	.0627	.0661
15	1.000	.8230	.0161	.1326	.0312	-.0457	.1105

16	.8230	1.000	-.0854	-.0738	.1655	-.1048	-.0157	.3746
17	.0161	-.0854	1.000	.8027	.7126	.1635	-.2295	-.0275
18	.1326	-.0738	.8027	1.000	.7803	.0613	-.3634	-.0061
19	.0312	.1655	.7126	.7803	1.000	-.0011	-.3087	-.0231
20	-.0457	-.1048	.1635	.0613	-.0011	1.000	-.2216	.0470
21	-.1105	-.0157	-.2295	-.3634	-.3087	-.2216	1.000	.0733
22	.3630	.3746	-.0275	-.0061	-.0231	.0470	.0733	1.000
23	.2830	.2627	.0139	.1782	.1850	.0444	-.3145	.1448

Wykaz korelowanych zmiennych. Znak "l" wskazuje na pochodzenie zmiennej z analizy labiryntu literowego, znak "f" - figuralnego.

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Ilość prób l. | 13. Ilość trafień w 1-szej próbie f. |
| 2. Ilość prób f. | 14. Interakcja 6 i 12. |
| 3. Zakres pamięci f. | 15. Interakcja 7 i 12. |
| 4. Zakres pamięci l. | 16. Interakcja 5 i 12. |
| 5. Inteligencja. | 17. Interakcja 6 i 13. |
| 6. Reaktywność. | 18. Interakcja 7 i 13. |
| 7. Ruchliwość. | 19. Interakcja 5 i 13. |
| 8. Interakcja 5 i 6. | 20. Odchylenie standardowe l. |
| 9. Interakcja 5 i 7. | 21. Odchylenie standardowe f. |
| 10. Interakcja 6 i 7 | 22. Suma odchyień od wartości przewidywanych poprzez model l. |
| 11. Interakcja 5,6 i 7. | 23. Suma odchyień od wartości przewidywanych poprzez model f. |
| 12. Ilość trafień w pierwszej próbie. | |

Leszek Wrona

REACTIVITY, MOBILITY AND INTELLIGENCE AND PARAMETERS
OF THE LEARNING CURVE

S u m m a r y

The course of the learning curve more is predictable only to a small degree on the basis of the level of temperamental factors. The more valid variables being: memory capacity and the learning random effect in the first test.

Лешек Врона

РЕАКТИВНОСТЬ, ПОДВИЖНОСТЬ И УРОВЕНЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
РАЗВИТИЯ И ПАРАМЕТРЫ КРИВОЙ НАУЧЕНИЯ

Р е з ю м е

Автор статьи показывает, что наклон кривых научения мысленного лабиринта можно в незначительной степени предвидеть на основе свойств темперамента. Более пригодными переменными оказались объем памяти и случайный эффект запоминания в первой пробе. Не удалось найти корреляционную связь между интеллектом и ходом научения.