

Relația dintre performanța într-o sarcină de generare liberă a unei serii numerice și performanța la două probe care solicită în mod ipotetic gândirea divergentă

Abstract

The relationship between the performance in a task of free generation of number series and the performance in two probes that supposedly require divergent thinking

Divergent thinking intuitively presupposes a loose wandering of the thought from one mental representation to another. That was the idea that led me to elaborate a pilot study for finding out if there is some particularity in the dynamics of representations for those people that score high in tasks that require divergent thinking to a great extent.

A number of 81 students in the first year at Mathematics participated in my research. Particularities in the dynamic transition between several mental representations were investigated in relation with the kind of number series produced by free generation based on a spontaneous selection from a predefined set of nine natural numbers (from 1 to 9). The series length was of 500 numbers. Divergent thinking was evaluated based on two probes. The first one required composition of a short literary work that had to integrate as many words as possible from a set of 15 disparate words. The second one required generation of as many and diverse number series as possible, as a completion that follows a general rule for an initial sequence made up from two or three natural numbers. The performance in the two kinds of tasks was compared.

The main result was the tendency for those who scored high in the probes of a divergent thinking kind to have a relative high mean level of variance in the short sequences (of up to six numbers) of the free generated number series and to prefer large differences between two consecutive numbers in the free generation task compared with those who scored low.

Probele de evaluare a creativității folosite până acum presupun fie producții verbale, fie producții grafice, iar performanța subiecților testați depinde de cunoștințele, experiența și mediul lor cultural, ca și de aptitudinile lor speciale (cum ar fi cele care presupun realizarea unor desene). Cotarea lor e destul de dificilă, aprecierea originalității sau a varietății răspunsurilor presupunând o mare doză de subiectivitate. De aceea, ideea inițială de la care am pornit în realizarea acestei cercetări a fost aceea de a găsi o nouă modalitate de a investiga abilitățile creative ale unei persoane prin folosirea unei probe care să fie foarte simplă, astfel încât să fie accesibilă acelor persoane care au un nivel minim de educație (nefiind influențată de nivelul cunoștințelor sau al aptitudinilor speciale pe care le are o persoană) și care să poată fi cotelată într-un mod cât mai obiectiv și mai ușor.

În căutarea unei astfel de probe m-am oprit la o sarcină care presupune generarea liberă a unei serii de 500 de numere, prin selecția spontană a câte unui număr dintr-o mulțime dată de nouă numere naturale: de la 1 la 9. O sarcină asemănătoare a fost folosită pentru prima dată de Baddeley (apud Towse, 1998) pentru a studia memoria de lucru, ea fiind utilizată și în prezent ca o probă de evaluare a funcțiilor executive. În varianta lui Baddeley (apud Towse, 1998) însă, se cere subiecților în mod explicit ca generarea numerelor să fie aleatorie, ca seria obținută să aibă caracteristicile unui șir de numere alese pur la întâmplare. În varianta folosită în această cercetare nu se impune subiecților nici o limitare, instrucțiunea fiind aceea de a scrie, pe rând, în fiecare căsuță dată din grila de pe foaia de răspuns, primul număr din cele date care îi vine subiectului în minte. La o primă vedere, ne-am putea aștepta ca într-o sarcină atât de simplă, cu niște stimuli atât de cunoscuți și cu cerințe minimale, producțiile subiecților să fie relativ nediferențiate. Am plecat, însă, de la presupunerea că printr-o astfel de sarcină s-ar putea investiga dinamica reprezentărilor mintale în timpul unei activități psihice nedirecționate înspre un scop precis, adică s-ar putea studia felul în care se realizează în mod spontan tranzițiile între mai multe reprezentări care se află activate în memoria de scurtă durată. O astfel de dinamică ar trebui să aibă anumite particularități la persoanele capabile de performanțe creative. Aceasta pentru că, gândirea divergentă, care e implicată în obținerea de produse creative, presupune, în mod intuitiv, libertatea de a rătăci de la o reprezentare mintală la alta. În plus, după cercetările lui Guilford (1967), o relevanță specială pentru gândirea creativă o au abilități cum ar fi cele ale fluenței și flexibilității care caracterizează gândirea divergentă și care presupun existența unui flux continuu al ideilor și disponibilitatea de a schimba direcția gândirii sau de a modifica informația dată. Concepte ca cel de fluiditate sau cel de flexibilitate au o vădită conotație dinamică. Ele s-ar putea aplica și în cazul sarcinii descrise mai sus, chiar dacă în comparație cu probele folosite de Guilford (1967) numărul elementelor folosite în acest tip de producție divergentă e limitat, răspunsurile se pot repeta și nu se cere obținerea a ceva nou sau diferit.

Se poate presupune că performanța în sarcina mai sus amintită ar fi legată, datorită simplității sale, mai ales de acei factori ai creativității care țin de parametrii în care se plasează funcționarea sistemului nervos la nivel global (cum ar fi gradul de conectivitate între neuroni, nivelul general de activare etc.), nivelul de

prelucrări semantice cerute fiind minim. De asemenea, s-ar putea crede că această performanță e legată și de caracteristicile mecanismelor atenționale sau de caracteristicile mecanismelor de reactualizare a informației în memoria de scurtă durată.

Nu se poate exclude din start nici posibilitatea ca rezultatele obținute într-o astfel de sarcină să depindă de un număr de strategii posibile de generare a seriei, care sunt folosite deliberat pe toată lungimea ei sau sunt schimbate alternativ, de mai multe ori, pe parcursul generării.

Pentru a putea compara caracteristicile seriilor numerice generate liber de către persoanele care ar putea avea o capacitate mai crescută de a avea performanțe creative cu cele ale persoanelor care ar avea una mai scăzută s-au folosit două probe pentru a obține indicii în legătură cu potențialul creativ al participanților la cercetare. Una dintre ele este o probă adaptată după așa numitul test Barron "al rearanjării cuvintelor" (Barron, 1968). În testul lui Barron se dau subiecților 50 de cuvinte selectate la întâmplare dintr-o listă de substantive comune, adjective și adverbe și li se cere să compună o povestire în care să folosească cât mai multe din cuvintele date. Se apreciază doar originalitatea povestirii. În proba folosită în această cercetare s-au folosit 15 cuvinte (adjective, substantive și adverbe) care au fost selectate astfel încât sensul lor să fie cât mai diferit dintr-un număr mai mare de cuvinte alese la întâmplare din dicționar. Participanții puteau să realizeze orice fel de compunere literară folosind cât mai multe dintre cuvintele date. Performanța lor a fost apreciată după numărul de cuvinte incluse, după numărul de cuvinte din cele date care au fost folosite cu sens figurat, după numărul figurilor de stil și al imaginilor inedite și după gradul de coerență logică și de tematizare (adică dacă a existat un sens unitar).

A doua probă cuprinde o sarcină care a fost adaptată astfel încât să solicite o gândire de tip divergent, în forma ei inițială ea implicând predominant o gândire de tip convergent. În multe teste de inteligență putem găsi itemi care cer să se găsească o completare logică a unei serii numerice pe baza secvenței primelor numere din serie (presupunându-se că există o singură continuare logică), pe baza unui raționament inductiv. În sarcina folosită în această cercetare se pornește tot de la secvențe de numere care reprezintă începutul unor serii numerice, dar sarcina participanților a fost aceea de a găsi pentru fiecare secvență un număr cât mai mare și mai variat de reguli de continuare posibile. Aprecierea performanței s-a făcut pe baza numărului de secvențe generate și a numărului de tipuri de reguli diferite folosite pentru continuare. O astfel de sarcină seamănă cu acele probe de creativitate care cer completarea în cât mai multe feluri posibile a unui stimul grafic sau cu cele care solicită oferirea a cât mai multe utilizări posibile pentru un obiect, doar că în acest caz e vorba de stimuli numerici. Alegerea unor astfel de stimuli s-a făcut pentru că era nevoie ca ei să fie cât mai adecvați competenței subiecților folosiți (studenți la matematică). Un al doilea motiv ar fi acela că, prin natura lor, structurile de șiruri numerice pot fi mai ușor comparate între ele ca varietate decât producțiile de alt tip.

Pentru ambele probe nu dispun de date care să se refere în mod direct la validitatea și fidelitatea lor. Se poate presupune doar, pe baza asemănării lor cu probele de creativitate similare consacrate, că ele au șanse mari să permită o apreciere a capacității de a avea performanțe creative

Ipotezele principale ale acestei cercetări au fost următoarele:

- Seriile produse prin generare liberă vor avea caracteristici diferite față de cele ale seriilor aleatorii.
- Pentru sarcina generării libere de serii numerice ne putem aștepta să existe o stabilitate în timp a valorilor obținute pentru diverși indici descriptivi folosiți pentru a caracteriza seriile produse.
- Va exista o diferență semnificativă ca tip de serii produse între subiecții cu performanțe ridicate la cele două probe care evaluează în mod ipotetic potențialul creativ față de cei cu performanțe reduse.

Metodă

Studiul include o cercetare de tip corelațional și una de tipul observației sistematice.

Subiecți: La cercetare au participat, în total, un număr de 81 de studenți în anul I la Facultatea de matematică. Pentru majoritatea calculelor s-au folosit însă rezultatele de la un număr mai mic de studenți (aproximativ 40), adică cei care au participat la ambele sesiuni de testare, realizând toate sarcinile administrate.

Materiale: S-au folosit trei probe.

Prima e aceea a generării libere a unei serii numerice cu o lungime de 500 de numere. Alegerea unei lungimi mari a seriei s-a făcut din necesitatea de a putea aplica metodele de analiză dinamică neliniară a datelor în forma seriilor temporale. Foaia de răspuns cuprindea, în afară de instrucțiuni, un tabel cu 500 de căsuțe goale plasate în 20 de linii și 25 de coloane care trebuiau completate pe coloane, în mod sistematic. Pentru ca participantul să nu poată să vadă numerele pe care le-a scris până atunci, el trebuia să le acopere prin glisarea a două foi perpendiculare peste rândurile deja scrise. Nu a existat limită de timp, iar completarea foii se făcea fără un ritm impus.

A doua probă a fost aceea a realizării unei compuneri cu caracter literar pornind de la 15 cuvinte date (vezi mai sus). Cele 15 cuvinte au fost așezate pe foaia de răspuns pe două rânduri, după o ordine aleasă la întâmplare. În instrucțiuni se specificau ca cerințe existența unui înțeles cât mai interesant al compunerii realizate și folosirea în sensuri cât mai neobișnuite a cuvintelor date. Limita de timp impusă a fost de 20 de minute. Nu au existat limitări în ceea ce privește lungimea compunerii, a genului literar abordat sau a tematicii.

A treia probă, de completare a seriilor numerice, a avut o limită de timp de 30 de minute. Pe foaia de răspuns au fost incluse următoarele secvențe inițiale: 1, 3,; 9, 2,; 4, 7, 3, Se cerea ca în afara completării șirului, să se ofere și regula care s-a folosit fie printr-o descriere verbală, fie cu ajutorul unei formule matematice. În instrucțiuni se specifica cerința ca regulile de completare să fie cât mai variate.

Procedură

În prima sesiune s-a administrat mai întâi proba generării libere a unei serii numerice și apoi, proba completării secvențelor de numere. În a doua fază, la interval de o lună, s-a administrat din nou proba generării libere a unei serii numerice și apoi, proba compunerii. Administrarea probelor a fost colectivă, iar limitele de timp au fost cele precizate mai sus.

Pentru evaluarea răspunsurilor la cele două probe care implică în mod ipotetic gândirea divergentă s-a folosit doar un singur evaluator.

Pentru proba compunerii s-au folosit ca dimensiuni de evaluare: numărul de cuvinte folosite, numărul de cuvinte din cele date folosite cu sens figurat, numărul figurilor de stil, numărul imaginilor inedite, existența unei teme centrale și coerența sensului.

Pentru proba completării de serii dimensiunile evaluate au fost: numărul total de serii și numărul de tipuri de serii diferite generate, apreciat după tipul de regulă folosit.

Rezultate

Pentru descrierea tipului de serie numerică generată în mod spontan s-au folosit două programe de prelucrare a datelor în forma seriilor numerice: RgCalc și DFA.

Primul dintre ele a fost elaborat de Towse și Neil (1998) și oferă o descriere a seriilor în termenii mai multor indicatori ai performanței în randomizarea unei serii numerice și ai altor indici descriptivi, dintre care mai importanți sunt: *redundanța* (are două valori limită: 0, adică lipsa redundanței, când va exista o egalitate perfectă a frecvențelor răspunsurilor alternative și 100, adică redundanță perfectă, când un singur răspuns e utilizat), *frecvența* fiecărui răspuns alternativ, *cuponul* (numărul mediu de răspunsuri produse înainte ca toate răspunsurile alternative să fi fost date), *indicele măsurii în care secvențele numerice sunt aleatorii* (indică dependența dintre o alegere și cea următoare, variind între 0, adică lipsa dependenței și 1, adică o predictibilitate completă a secvențelor de perechi), *coeficientul scorului nul* (care indică proporția perechilor de numere care nu apar în șir din totalul de perechi posibile), *adiacența* (procentul de perechi adiacente, adică de două numere consecutive din șirul numerelor naturale, fiind numit și scorul stereotipului), *indexul punctelor de întoarcere* (proporția de răspunsuri care, ca valori numerice, marchează o schimbare dintre secvențele ascendente și cele descendente, în raport cu numărul acestor puncte într-o serie aleatorie), *lungimea fazelor* (indică distribuția intervalelor dintre punctele de întoarcere), *indicatorul repetițiilor în șir* (dat de variabilitatea în lungimea fazelor), *distanța dintre repetițiile aceluiași răspuns, valorile medii, mediane și modale pentru distanța dintre repetiții, diferențele de ordinul unu* (dintre două răspunsuri consecutive).

În afară de indicii oferii de RgCalc, am calculat, plecând de la ei, alți indici sintetici. Printre ei se numără cel pe care l-am numit *diferențe mari*, obținut prin suma frecvențelor pentru diferențele între două numere consecutive din șir care sunt mai mari sau egale cu 5 ca valoare absolută și cel denumit *diferențe mici*, pe care l-am obținut însumând frecvențele pentru diferențele între două numere consecutive ale șirului care au fost mai mici de 4 ca valoare absolută.

Al doilea program, elaborat de Peng, Hausdorff și Goldberger (1999) se bazează pe metoda analizei fluctuației nivelate (în engleză, Detrended Fluctuation Analysis: DFA). El realizează o analiză a măsurii în care apar în seriile temporale corelații pe termen lung. Cu ajutorul lui se calculează un coeficient α a cărui valoare indică tipul de zgomot care corespunde seriilor analizate, el fiind un parametru al auto-similarității tipului de fluctuații pentru diferite scale ale seriei. Calculul său pleacă de la un indice care exprimă fluctuația medie pentru secvențe de lungimi egale obținute prin împărțirea seriei în funcție de lungimea acestor secvențe. O valoare a acestui coeficient de 0.5 indică zgomotul alb (corespunzător unei serii aleatorii, unde o valoare a seriei e complet necorelată cu vreo valoare anterioară). O altă situație este cea în care între valorile seriei temporale apar corelații pe termen scurt, valoarea curentă fiind influențată de valorile cele mai recente ca efect al unei memorii pe termen scurt, pe termen lung însă fluctuațiile fiind aleatorii. O valoare mai mică de 0.5 indică serii de tip "anti-corelație" (apar corelații negative care scad după o lege exponențială astfel încât valori mari sunt mai probabil urmate de valori mici și invers). O valoare mai mare decât 0.5 și mai mică decât 1 indică corelația pozitivă persistentă după o lege de putere pe distanțe mari (alegerea unui răspuns fiind dependentă de alegerea răspunsurilor anterioare,

preferându-se răspunsurile asemănătoare; o valoare la un moment dat va depinde, cel puțin în sens statistic, de valori ale seriei la momente de timp relativ îndepărtate în timp, iar această dependență, efect al unui fenomen similar memoriei, va scădea după o lege exponențială). O valoare de 1 indică zgomotul roz sau 1/f, care corespunde unor serii produse de sisteme de tip haotic (pentru care există auto-similaritate în distribuția fluctuațiilor la toate scalele de analiză, corelațiile continuând să existe, dar nemaiscărând după o lege de putere). Exponentul α poate fi văzut ca un indicator al "rugozității" seriei temporale analizate: cu cât mai mare e valoarea lui alfa, cu atât mai neted e graficul seriei temporale.

În afară de coeficientul global α programul furnizează un număr de 20 de coeficienți (pentru o serie de 500 de numere), care caracterizează fluctuația medie pentru cele 20 de lungimi diferite ale secvențelor în care se împarte seria. Primii trei coeficienți, pe care îi vom nota cu dfa1, dfa2 și dfa3 corespund fluctuațiilor medii pentru secvențe având o lungime de 4, 5 și respectiv 6 numere.

Datele de la proba compunerii literare obținute pentru cele șase dimensiuni evaluate au fost sintetizate folosindu-se analiza factorială prin metoda analizei în componente principale. Au fost reținuți trei factori care acoperă cea mai mare parte din varianța totală rezultată obținută la această sarcină. Primul dintre ei acoperă 44% din varianța totală și poate fi asociat cu capacitatea de a folosi cuvintele în sens metaforic, el putând fi considerat ca un *factor stilistic* (corelează liniar pozitiv cel mai puternic cu rezultatele evaluate pe dimensiunile utilizării de cuvinte cu sens figurat, a figurilor de stil și a imaginilor inedite). Al doilea factor, pe care l-am numit *factorul sintetic*, acoperă 25,8% din varianța totală și ar putea fi asociat cu capacitatea de sinteză (având corelații pozitive puternice cu dimensiunile pe care s-a evaluat gradul de coerență și capacitatea de tematizare). Un al treilea factor, care acoperă 15% din varianța totală, corelează liniar pozitiv cel mai puternic cu numărul de cuvinte folosite. În calcule s-au folosit scorurile corespunzătoare celor trei factori pentru fiecare subiect. Plecând de la ipoteza că persoanele cu performanțe creative superioare ar trebui să aibă scoruri mari la toți cei trei factori (să reușească nu doar să găsească sensuri interesante ale cuvintelor izolate, ci să le și unească, pe cât mai multe dintre ele, într-un tot coerent), s-a calculat un scor compozit prin adunarea scorurilor de la cei trei factori, obținându-se *scorul total pentru compunere*.

Datele de la proba completării de serii de numere pe baza unor secvențe inițiale s-au folosit în forma lor primară (vezi mai sus).

În tabelele 1, 2 și 3 sunt prezentate comparativ valorile medii ale unor indicatori descriptivi pentru seriile obținute la prima administrare a probei de generare liberă de numere și valorile medii obținute pentru 15 serii pseudo-aleatorii cu o lungime de 500 de numere, generate cu ajutorul programului RgCalc.

Tabelul 1. Valorile medii ale frecvențelor de utilizare a celor noua numere date

		FRECV1	FRECV2	FRECV3	FRECV4	FRECV5	FRECV6	FRECV7	FRECV8	FRECV9
serii produse de participanti	Medie	63,3333	59,6140	60,3158	54,5614	57,5263	42,7368	57,3158	47,4211	56,3684
	N	57	57	57	57	57	57	57	57	57
	Deviatie standard	16,1901	16,5904	11,1294	14,2064	12,8648	10,9210	14,7952	11,4579	13,3559
serii aleatorii	Medie	53,9333	54,8000	53,2667	56,3333	56,0667	58,0667	58,6667	54,6667	54,2000
	N	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Deviatie standard	9,0984	7,0529	3,9905	7,5087	7,6389	5,1474	6,5320	7,9970	6,0498

Tabelul 2. Valorile medii pentru frecvența de apariție a diferentelor de la 0 la +8 dintre doua numere consecutive

		DIF0	DIF1	DIF2	DIF3	DIF4	DIF5	DIF6	DIF7	DIF8
Serii produse de participanti	Medie	16,88	89,75	59,56	30,51	23,11	14,21	13,44	8,07	7,53
	N	57	57	57	57	57	57	57	57	57
	Deviatie standard	24,72	32,12	17,89	11,03	9,8174	7,0044	6,641	4,61	5,23
Serii aleatorii	Medie	54,73	51,80	45,60	36,67	32,00	24,67	17,80	12,0	5,60
	N	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Deviatie standard	4,1139	5,9666	7,2289	5,010	4,6136	3,9940	5,144	3,55	2,10

Tabelul 3. Valori medii pentru frecvența de apariție a distanțelor de 1 până la 10 numere între repetițiile unui răspuns

		dist1	dist2	dist3	dist4	dist5	dist6	dist7	dist8	dist9	dist10
Serii produse de participanți	Medie	16,5965	18,9825	27,0702	37,3158	45,7719	47,8772	49,3684	42,8421	38,5789	30,8772
	N	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
	Deviația standard	24,5974	11,7602	6,7820	10,8499	11,5774	10,7986	11,1957	10,7185	11,4439	8,6045
Serii aleatorii	Medie	54,6000	48,0000	40,8000	41,8667	35,2000	32,1333	27,7333	23,9333	22,2667	20,0000
	N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Deviația standard	4,1023	4,3095	5,1851	7,0393	6,6783	7,1800	6,6275	6,0174	4,3991	5,4116

Pentru seriile temporale produse de participanți valoarea medie a coeficientului α este de 0,39, iar pentru seriile aleatorii de 0,47.

Aplicând testul Mann-Whitney, pentru majoritatea indicatorilor descriptivi de mai sus s-au găsit diferențe semnificative statistic la un prag $p < .005$ între valorile medii pentru seriile produse de participanți și cele aleatorii generate automat de programul RgCalc. Excepție fac valorile medii obținute pentru frecvența de apariție a numerelor 2, 4, 5, 7 și 9, ca și frecvența de apariție a diferențelor de 8, -2 și -7 între două numere consecutive.

Pentru a vedea în ce măsură există o asociație între performanța participanților la cele două probe folosite pentru a evalua performanța creativă s-au calculat coeficienții de corelație Spearman pentru diferitele dimensiuni pe baza cărora s-a apreciat performanța la cele două probe (vezi tabelul 4).

S-au obținut corelații semnificative statistic la un prag de $p=0.05$ (uni-lateral) pentru majoritatea indicilor statistici folosiți pentru a descrie seriile numerice generate spontan pentru cele două administrări. În tabelul 5 sunt prezentate, selectiv, rezultatele pentru câțiva dintre indicatorii folosiți pentru a descrie seriile temporale.

Tabelul 4

Coeficienții de corelație a rangurilor între rezultatele la proba compunerii și proba completării de secvențelor de numere (N = 43)

	scorul total compunere	factorul stilistic	număr figuri de stil	număr de imagini inedite	număr de cuvinte folosite	număr de serii numerice alcătuite
număr de serii numerice alcătuite	0.374 , p=0.014	0.370 p=0.015	0.243 p=0.116	0.214 p=0.169	0.373 p=0.014	1.00
număr de tipuri de serii numerice alcătuite	0.215 p=0.165	0.379 p=0.012	0.428 p=0.004	0.382 p=0.011	0.255 p=0.099	0.632 p=0.0001

Observație: În tabel nu sunt incluse rezultatele pentru factorul sintetic și pentru restul de trei dimensiuni evaluate la proba compunerii pentru că nu au apărut corelații ale rangurilor semnificative statistic la un prag de $p=0.05$ (bi-lateral) între ele și rezultatele la vreuna dintre cele două dimensiuni evaluate pentru proba completării de secvențe numerice.

Tabelul 5

Coeficienții de corelație a rangurilor pentru câțiva dintre indicatorii folosiți pentru a descrie caracteristicile seriilor temporale rezultate în proba generării spontane de serii numerice pentru cele două administrări (N = 41)

Indicatori folosiți pentru descrierea seriilor numerice obținute la cele două administrări	Coeficienții de corelație a rangurilor între rezultatele obținute la prima și cea de-a doua administrare
alfa	0.726 , p<0.001
dfa1	0.634 , p<0.001
dfa2	0.648 , p<0.001
dfa3	0.706 , p<0.001
numărul perechilor ascendente	0.658 , p<0.001
numărul diferențelor de 0 între două numere	0.729 , p<0.001

consecutive	
numărul diferențelor mari între două numere consecutive	0.802 , $p < 0.001$
numărul diferențelor mici între două numere consecutive	0.795 , $p < 0.001$
frecvența apariției numărului 1	0.558 , $p < 0.001$
frecvența apariției numărului 6	0.584 , $p < 0.001$
frecvența lungimii 1 a fazei	0.707 , $p < 0.001$
redundanță	0.745 , $p < 0.001$
indicele punctelor de întoarcere	0.716 , $p < 0.001$
frecvența repetițiilor la distanță de un număr	0.735 , $p < 0.001$

Pentru a compara din punctul de vedere al seriilor numerice generate spontan persoanele care au avut rezultate superioare la cele două probe care evaluează în mod ipotetic performanța creativă față de cele care au avut rezultate mai slabe s-au format grupe contrastante pentru fiecare din dimensiunile evaluate la cele două probe (prin împărțirea participanților în trei grupe, pe cât posibil egale, după nivelul rezultatelor). S-a folosit apoi testul Mann-Whitney pentru a compara participanții din grupurile contrastante obținute din punctul de vedere al diversilor indicatori folosiți pentru a descrie seriile numerice generate spontan. În afară de aceasta, s-au calculat coeficienții de corelație a rangurilor între rezultatele obținute pe diverse dimensiuni evaluate la probele de performanță creativă și valorile obținute pentru diverșii indici descriptivi folosiți pentru seriile numerice generate liber.

Pentru coeficientul auto-similarității α nu s-au obținut, în general, diferențe semnificative statistic la pragul de $p=0.05$ pentru grupele contrastante formate. Singura excepție este aceea a participanților care au avut nivele de coerență superioare la realizarea compunerii, care au tendința de a avea serii (pentru cele produse la a doua administrare, în aceeași sesiune de testare cu proba compunerii) cu coeficienți alfa mai mici (serii cu anti-corelație) față de cei care au nivele de coerență inferioare ($U = 48$, $p < .05$; $\rho = -0.338$, $p < .05$).

S-au obținut corelații ale rangurilor semnificative între fluctuațiile medii pentru secvențe scurte ale seriilor numerice cu scorul total la proba compunerii și cu rezultatele la proba completării secvențelor de numere. Astfel, între dfa2 și scorul total la compunere s-a obținut $\rho = 0.307$, $p < .05$, pentru prima serie numerică generată liber, și $\rho = 0.236$, $p > .05$, pentru a doua serie numerică. Între dfa2 și numărul de tipuri de serii numerice completate ρ a fost de 0.402 , $p < .005$, pentru prima serie numerică, iar pentru a doua serie numerică $\rho = 0.372$, $p < .05$. Folosindu-se testul Mann-Whitney s-a evidențiat o diferență semnificativă statistic între cei care au completat secvențele de numere cu mai multe tipuri de serii decât cei care au completat cu mai puține în ceea ce privește fluctuația medie pentru secvențe având o lungime de 5, respectiv 6 numere. Astfel, pentru dfa2, care indică fluctuația medie pe secvențe de cinci numere, $U = 18$, $p < .05$, pentru prima serie și $U = 30$, $p < .05$, pentru a doua serie. Pentru dfa3, care indică fluctuația medie pentru secvențe de șase numere, $U = 24$, $p < .05$, pentru prima serie, și $U = 33$, $p < .05$, pentru a doua serie.

În ceea ce privește numărul perechilor ascendente, acesta este semnificativ mai mic în grupa celor care au compuneri evaluate ca fiind mai coerente, față de cei care au compuneri mai puțin coerente ($U = 101,5$, $p < .05$, pentru prima serie și $U = 59$, $p = .051$, pentru a doua serie).

Pentru frecvența diferențelor de zero între două numere consecutive a existat tendința ca aceasta să fie mai mare la cei care au avut scoruri mai mari la factorul stilistic pentru proba compunerii ($\rho = 0.245$, $p = .067$, pentru prima serie numerică și $\rho = 0.341$, $p < .05$, pentru a doua serie numerică)

S-au obținut diferențe semnificative statistic între cei care au avut performanțe superioare la proba compunerii apreciate după scorul total, față de cei cu performanțe inferioare, pentru diferențele mari și pentru cele mici între două numere consecutive. Astfel, cei care au avut performanțe superioare au produs mai puțin diferențe mici dintre două numere consecutive în seriile numerice generate liber ($U = 109$, $p < .05$, pentru prima serie și $U = 41,5$, $p < .05$, pentru a doua serie) față de cei care au avut performanțe inferioare la compunere. Invers, cei cu performanțe superioare la compunere au produs mai mult diferențe mari între două numere consecutive față de cei cu performanțe inferioare ($U = 107$, $p < .05$, pentru prima serie și $U = 48$, $p < .05$, pentru a doua serie).

Între cei care au avut scoruri mari la factorul stilistic față de cei cu scoruri mici, principala diferență în ceea ce privește caracteristicile seriilor numerice generate liber este aceea a tendinței de a alge mai frecvent diferențe de 8 între două numere consecutive ($U = 80$, $p < .05$, pentru prima serie, $U = 35$, $p < .05$, pentru a doua serie). Această tendință este evidențiată și de valoarea coeficienților de corelație a rangurilor între scorurile la factorul stilistic și frecvența de utilizare a diferențelor de 8: $\rho = 0.366$, $p < .005$, pentru prima serie și $\rho = 0.349$, $p < .05$, pentru a doua serie. Este prezentă și o tendință de asociere a frecvenței folosirii diferențelor de 8 între două numere consecutive cu numărul de tipuri de serii completate pentru secvențele numerice; $\rho = 0.261$, $p = .091$, pentru prima serie, $\rho = 0.331$, $p < .05$, pentru a doua serie (bi-lateral).

S-a constatat și tendința unei asociații între frecvența de utilizare a numărului 1 și scorul obținut la factorul stilistic: $\rho = 0.217$, $p = .104$, pentru prima serie, $\rho = 0.469$, $p < .005$, pentru a doua serie, produsă în aceeași sesiune cu compunerea.

De asemenea, există o asociere între scorul compozit obținut prin însumarea scorurilor pentru factorul stilistic cu cele de la factorul sintetic și frecvența de utilizare a numărului 6 în seriile generate liber; $\rho = -0.302$, $p < .05$, pentru prima serie, $\rho = -0.374$, $p < .05$, pentru a doua serie. Aceeași tendință de asociere cu frecvența de utilizare a lui 6 se constată și pentru numărul de tipuri de serii completate pentru secvențele numerice: $\rho = -0.474$, $p < .005$, pentru prima serie și $\rho = -0.366$, $p < .005$, pentru a doua serie.

Cei care au avut nivele superioare de coerență tind să prefer lungimi de fază de un număr față de cei care au o coerență mai scăzută a compunerii ($U = 100$, $p < .05$, pentru prima serie, $U = 44$, $p < .005$, pentru a doua serie). De asemenea, ei folosesc mai puțin faze cu lungimea de patru numere, față de cei cu nivele de coerență scăzută ($U = 44$, $p < .05$, pentru prima serie și $U = 88$, $p < .005$, pentru a doua serie). Se constată și o asociere între cei cu scoruri mari la factorul sintetic și preferința de a utiliza faze cu lungimea de patru numere: $\rho = -.325$, $p < .05$, pentru prima serie, $\rho = -0.369$, $p < .05$, pentru a doua serie.

S-a putut evidenția și o diferență între cei care au o performanță superioară la proba compunerii, exprimată prin valoarea scorului total, față de cei cu performanță inferioară în ceea ce privește indicele care apreciază cât de aleatorii sunt seriile produse liber. Astfel, seriile produse de ei tind să aibă secvențe mai puțin predictibile, față de cei care au performanțe inferioare la proba compunerii, ale căror secvențe de numere au un grad mai ridicat de predictibilitate ($U = 14$, $p = .059$, pentru prima serie, $U = 5$, $p < .05$, pentru a doua serie).

Cei care au avut o coerență mai mare a compunerii tind să aibă un procent mai ridicat al punctelor de întoarcere în seriile numerice generate liber, față de cei cu o coerență mai scăzută ($U = 103,5$, $p < .05$, pentru prima serie și $U = 34$, $p < .05$, pentru a doua serie).

Discuții și concluzii

Se poate constata că seriile numerice produse de participanți în sarcina generării libere au caracteristici diferite de cele ale seriilor aleatorii. Una dintre cele mai importante diferențe e cea a apariției cu aceeași probabilitate a diferitelor numere date ca alternative de răspuns în seriile aleatorii, pe când în seriile produse de participanți numărul 1 are probabilitatea de apariție cea mai mare, iar numărul 6 probabilitatea de apariție cea mai redusă. O altă diferență importantă este aceea că în seriile produse aleator diferența de 0 între două numere consecutive apare cu frecvența maximă, pe când în seriile produse de participanți ea apare cu o frecvență mult mai mică. Ultima mare diferență este aceea că în seriile aleatorii intervalul care apare cel mai frecvent între două apariții ale aceluiași răspuns este de un număr, pe când în seriile produse de participanți intervalul care apare cel mai frecvent este cel de șapte numere. Aceste rezultate sunt în acord cu datele cu privire la caracteristicile seriilor generate în studiile în care sarcina era cea a generării unor serii numerice cu cerința expresă ca acestea să fie de tip aleator. Astfel, se arată (Hollingsworth & Lockhead, 1991) că în comparație cu ce ne așteptăm potrivit independenței stochastice, șirurile generate de oameni au mai puține repetiții ale răspunsurilor, apar diferențe mai mici ca mărime între numere succesive (fenomen de asimilare) și sunt mai frecvente alternările dintre perechi de numere adiacente (de exemplu, 2, 1, 4, 5), potrivit unui fenomen de contrast. De asemenea, Towse și Valentine (1997) arată că atunci când participanții încearcă să genereze secvențe aleatorii de numere există o puternică "atracție" mentală către producerea anumitor tipuri de secvențe: de exemplu după 5 vor pune foarte probabil un număr apropiat cum ar fi 4, apoi 3. Asociațiile formate dintre răspunsurile alese conduc la șiruri familiare de numere. De fapt, aceste secvențe foarte frecvente sunt datorate pe de o parte asociațiilor învățate anterior între alternativele de răspuns date, iar pe de alta, probabil, modului gradual de propagare a activării prin care se ajunge de la reprezentarea unei alternative de răspuns la alta. Aceeași autori arată că la a doua serie numerică generată cu cerința ca aceasta să fie aleatorie, numărul 1 este ales de peste 30% dintre persoane pentru primul răspuns selectat, iar numărul 6 tinde să fie evitat ca prim răspuns. După alegerea inițială a lui 1 producția lui scade ulterior, dar 6 continuă să rămână o alegere mai degrabă neobișnuită. Aceste date sunt în acord cu frecvențele de utilizare a lui 1 și 6 în acest studiu. O posibilă explicație ar fi aceea pe baza valorilor de asociere a numerelor. Astfel, Batting și Spera (1962, apud Slak, 1970) au determinat aceste valori pentru toate numerele de la 1 la 100, pe baza evaluărilor făcute de un grup de subiecți pe o scală de cinci puncte cu privire la numărul de idei care pot fi asociate fiecărui număr. S-ar putea, astfel, ca numerele 1, 2, 3, 5, 7 și 9 să aibă valori de asociere mai mari și, ca urmare, să fie mai ușor reactualizabile sau să fie mai accesibile. Pe de altă parte, frecvența mai redusă a numerelor 4 și 6 ar putea fi explicată și prin poziția lor în ordinea dată de șirul numerelor naturale, existând posibilitatea ca întotdeauna valorile extreme ale unui interval numeric să fie mai accesibile față de valorile din mijlocul intervalului. O altă posibilă explicație ar fi aceea a tendinței subiecților umani de a produce diferențe mari între două numere succesive ale seriei, mai frecvent decât ne-am așteptat numai datorită șansei, ceea ce va face ca, în mod necesar, valorile de la extremele intervalului dat, singurele care pot genera diferențele mari, să apară mai des.

În sarcina în care se cer producții aleatorii, memoria de lucru este suprasolicitată, fiind nevoie de păstrarea unei evidențe cu privire la ultimele răspunsuri date, a numărului de repetiții făcute și a frecvenței de apariție a fiecărei alternative de răspuns pentru a produce serii de tip aleator. De aceea, e posibil ca o mare parte dintre participanți să renunțe la toate aceste evidențe și să adopte strategia de a spune ce număr le trece mai întâi prin minte, ajungându-se la tipul de instrucțiune dat în sarcina de generare din acest studiu. Ca urmare, ar fi nevoie de o cercetare care să indice mai precis cât de mari pot fi diferențele dintre seriile numerice generate liber, față de cele generate cu intenția de a avea caracteristicile seriilor aleatorii. Adică, ar trebui cercetat în ce măsură subiecții încearcă mai ales pentru ultima parte a unei serii numerice să inhibe răspunsurile prepotente, să evite secvențele repetitive și stereotipe pe care le-ar putea considera ca fiind necaracteristice seriilor aleatorii.

Apariția maximului distanței dintre repetiții pentru intervalul de 7 numere în seriile generate de participanții acestui studiu ar putea fi pusă în legătură cu mecanisme ale memoriei de scurtă durată, fiind posibil ca ultimul număr ales să fie mai puțin accesibil, în mod automat, pentru următoarele aproximativ șapte alegeri succesive (e nevoie de inhibiția ultimei informații reactualizate pentru a reactualiza și restul informației stocate în memoria de scurtă durată).

Pentru proba generării spontane de serii numerice se poate constata o stabilitate în timp a indicilor descriptivi folosiți pentru a caracteriza seriile. Se poate spune, deci, că tipul de serie generat la ambele sesiuni a fost aproximativ același pentru fiecare subiect. Sunt necesare probabil alte cercetări pentru a preciza sursa acestei stabilități, dacă ea se datorează unei aceleiași strategii folosite în mod deliberat pentru a genera seria, în pofida instrucției date, sau dacă tipul de serie generat reprezintă un indiciu al dinamicii reprezentărilor mintale, necontrolate printr-o anumită strategie.

Chiar dacă, înainte de acest studiu, asupra probelor folosite pentru a evalua performanța creativă nu aveam date cu privire la fidelitatea sau validitatea lor, se pot invoca câteva argumente în sprijinul afirmației că ele au șanse ridicate de a evalua gândirea creativă. În primul rând, ca mod de construcție, seamănă cu alte probe consacrate care își propun să evalueze potențialul creativ, presupunând o producție divergentă sau cerând integrarea unor elemente disparate. În al doilea rând, se poate invoca existența unei asociații semnificative statistic la un prag de $p=0.05$, chiar dacă este redusă ca valoare, între rezultatele obținute la cele două probe. S-ar părea că proba completării secvențelor de numere implică mai puternic gândirea de tip divergent, pe când în proba compunerii ea este mai puternic reflectată de scorul la factorul stilistic. Cei care produc multe figuri de stil sau folosesc multe din cuvintele date în sens figurat pot genera ușor interpretări alternative pentru stimulii dați, ceea ce consider că e o caracteristică a gândirii divergente. Evident, însă, e nevoie ca pe viitor să se cerceteze fidelitatea și validitatea celor două probe și să se precizeze mai mult sistemul lor de cotare.

În ceea ce privește corelațiile între tipul de serie, exprimat prin diverșii indicatori descriptivi prezentați, și performanțele la probele folosite pentru a evalua performanța creativă, puține rezultate s-au dovedit semnificative statistic la un prag de $p=0.05$ pentru ambele serii produse prin generare liberă. S-ar putea ca acest lucru să fie parțial explicabil prin lotul de subiecți folosiți. Ne putem aștepta ca potențialul lor creativ să fie mai degrabă la un nivel mediu și cu o variabilitate redusă, grupul ales putând fi relativ omogen în ceea ce privește capacitatea creativă față de situația în care am fi folosit un eșantion de subiecți dintr-o populație mai extinsă. De asemenea, numărul redus de diferențe s-ar putea datora și naturii sarcinii, care a folosit un număr prea mic de răspunsuri alternative, și modului ei de execuție, prin formularea răspunsurilor în scris (ceea ce a implicat o procedură greoaie care a putut interfera cu posibilitatea de a genera liber numerele). Formularea în scris a răspunsurilor a făcut mai puțin controlabilă și respectarea strictă de către participanți a instrucțiunilor. De asemenea, ea nu a permis luarea în considerare a datelor cu privire la intervalul de timp dintre două producții succesive sau posibilitatea de a controla ritmul generării răspunsurilor.

Rezultatele indică, în general, tendința participanților care au un performanțe superioare la proba compunerii sau la cea a completării secvențelor de numere de a produce serii numerice generate în mod liber care se caracterizează printr-un nivel mai ridicat al fluctuațiilor sau a variabilității pentru scale temporale mici, exprimate prin secvențe de lungimi de până la 6 numere. Reprezentarea lor grafică ar indica o rugozitate mai ridicată pe distanțele mici. S-ar părea că această tendință s-ar asocia într-o proporție mai ridicată cu capacitatea de a integra elemente disparate. Tendința amintită este evidențiată prin apariția asociațiilor semnificative statistic între scorul evaluat pentru coerența compunerii și seriile caracterizate printr-o puternică tendință de anti-corelație (în care există o probabilitate mai mare să găsim răspunsuri succesive cu caracteristici relativ îndepărtate), prin asociația dintre scorul total la compunere și numărul de tipuri de serii folosite pentru a completa secvențele de numere cu indicii fluctuației medii pentru secvențe de 4, 5 și 6 numere. De asemenea, ea e evidențiată și de prezența într-o proporție mai ridicată a diferențelor mari și într-o proporție mai scăzută a diferențelor mici între două numere consecutive pentru cei cu rezultate superioare la proba compunerii, față de cei cu rezultate inferioare. Indirect, e de presupus că proporția mai ridicată de diferențe mari ar putea explica, parțial, utilizarea mai pronunțată a numărului 1, și utilizarea mai scăzută a numărului 6, care tind să apară la cei cu performanțe superioare atât la proba compunerii, cât și la proba completării secvențelor de numere. Folosirea mai frecventă a lungimilor de fază foarte scurte, proporția mare a punctelor de întoarcere pentru cei care au o coerență ridicată a compunerii sunt alte elemente care contribuie la o fluctuație ridicată pe intervale temporale mici pentru seriile

produse de aceștia. De asemenea, participanții care au avut un scor total mai mare la proba compunerii tind să producă serii pentru care răspunsurile ulterioare sunt mai puțin predictibile pe baza răspunsurilor anterioare, apropiindu-se mai mult din acest punct de vedere de seriile aleatorii. Pe de altă parte, aparent contradictoriu, există ușoara tendință ca cei cu scoruri mari la factorul stilistic să aibă mai multe repetiții succesive (frecvență mai mare a diferenței de 0 între două numere succesive). Ea s-ar putea explica, în parte, prin presupunerea că pentru a crește gradul de impredictibilitate se poate apela la două căi diferite: alegerea uneia din multele alternative de răspuns relativ îndepărtate față de răspunsul anterior, pe de altă parte prin repetarea aceluiași răspuns de un număr impredictibil de ori a, adică prin apariția unor secvențe intermitente cu lungimi variabile de repetiții succesive de-a lungul întregii serii. Persoanele cu performanțe superioare la proba compunerii tind să producă serii care se caracterizează prin corelații pozitive sau negative pronunțate pe distanțe lungi care scad după o lege de putere. Însă persoanele cu performanțe superioare la proba compunerii care produc corelații pozitive pe distanțe lungi sunt greu de diferențiat de cele cu performanțe inferioare care tind să aibă și ele astfel de corelații pozitive, dar ca efect al prezenței masive a secvențelor de răspunsuri stereotipe. Astfel s-ar explica și lipsa unei relații liniare între coeficientul alfa și rezultatele la cele două probe folosite pentru a evalua performanța creativă. De aceea, e nevoie ca pe viitor să se cerceteze mai atent sursele apariției acestor corelații pozitive și negative pe distanțe lungi. Acest lucru s-ar putea realiza mult mai bine dacă ar crește numărul alternativelor de răspuns folosite. Dacă s-ar cere generarea de serii cu numere de la 1 la 100, de exemplu, atunci variabilitatea pe scale temporale mari, respectiv pentru secvențele numerice lungi, nu ar mai fi nivelată, așa cum se întâmplă în situația a numai nouă alternative de răspuns. Atunci ar crește șansele de a se obține serii cu corelații pozitive, mai multe având valori ale lui α mai mari de 0.5, multe din ele putând chiar să se apropie de valoarea 1.

Pentru rezultatul fluctuațiilor crescute pe secvențe scurte pentru cei cu performanțe ridicate la cele două tipuri de probe folosite pentru a se evalua performanțele creative s-ar putea oferi mai multe explicații. Am putea presupune că pentru a putea genera noi interpretări sau pentru a putea integra elemente disparate e nevoie ca între reprezentările activate la un moment dat în memoria de scurtă durată (ca fiind necesare unei sarcini care presupune o rezolvare creativă) să existe posibilitatea realizării unor tranziții rapide, mai ales între elemente relativ îndepărtate. De asemenea, ar fi necesar ca reprezentările relațiilor învățate dintre ele să fie mai puțin stabile, astfel încât să existe posibilitatea formării progresive a unor noi relații. Putem presupune că persoanele capabile de soluții creative, fie au de la bun început o conectivitate mai ridicată între reprezentările mintale activate pentru a rezolva o anumită sarcină, fie își formează pe parcursul realizării sarcinii o conectivitate crescută. Indiferent de varianta care s-ar dovedi mai plauzibilă, putem presupune că un grad sporit de conectivitate între reprezentările implicate ar trebui să conducă la o fluctuație mai mare în modul lor de activare. Pe de altă parte, rezultatele s-ar putea interpreta și printr-o presupusă preferință pentru contraste și opoziții a persoanelor cu un potențial creativ ridicat, o astfel de atitudine de tip creativ manifestându-se în seriile numerice produse prin fluctuații medii mai mari pe secvențe scurte.

Putem conchide că într-o sarcină care are cerințe minime în legătură cu structurarea răspunsurilor, cum este aceea a generării libere de serii numerice, s-a putut evidenția o flexibilitate mai ridicată în generarea răspunsurilor consecutive pentru persoanele care au avut performanțe superioare la două sarcini care presupun realizarea unei producții de tip divergent și îmbinarea gândirii divergente și a celei convergente. Utilizarea ca probă de evaluare a creativității a sarcinii generării spontane de serii numerice ar fi însă prematură, fiind necesare cercetări ulterioare care să clarifice aspectele problematice semnalate de acest studiu care a avut, în principal, un caracter explorator.

Bibliografie

Barron, F. (1968). *Creativity and Personal Freedom*. Princeton: D. Van Nostrand Company.

Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Hollingsworth, S., Lockhead, G. R. (1991). Subjective Randomness, Aesthetics, and Structure. În G. R., Lockhead, J. R., Pomerantz (Eds.), *The Perception of Structure*. Washington: American Psychological Association.

Peng, C. K., Hausdorff, J. M., Goldberger, A. L. (1999). Fractal mechanisms in neural control: Human heartbeat and gait dynamics in health and disease. În J. Walleczek (Ed.), *Nonlinear Dynamics, Self-Organization and Biomedicine*. Cambridge: University Press.

Slak, S. (1970). Free Recall of Numbers with High- and Low-Rated Association. *Values. Journal of Experimental Psychology*, 83, 184-185.

Towse, J. N. (1998). On random generation and the central executive of working memory. *British Journal of Psychology*, 89, 77-101

Towse, J. N., Neil, D. (1998). Analyzing human random generation behavior: A review of methods used and a computer program for describing performance. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 30, p. 583-591.

Towse, J. N., Valentine, J. D. (1997). Random Generation of Numbers: A Search for Underlying processes. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9, 381-400.