

VALORIFICAREA COMPETENȚELOR DE PROGRAMARE ÎN STUDIUL DISCIPLINELOR STATISTICE DIN CADRUL PROGRAMELOR DE MASTERAT

Maria PAVEL, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0003-4803-6398>

Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Dorin PAVEL, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-9600-1360>

Departamentul Informatică, Universitatea de Stat din Moldova

Rezumat. În contextul transformărilor digitale din educație, formarea competențelor statistice ale masteranzilor devine esențială pentru realizarea unor cercetări educaționale riguroase și reproductibile. Tradițional, disciplinele statistice din planul de studii al programelor de master din domeniul 011 Științe ale Educației, utilizează software-uri cu interfață grafică, precum SPSS, PSPP sau Jamovi. Deoarece studenții de la programul de master *Tehnologii informaționale în instruire* sunt în mare parte absolvenți ai programelor informatice de licență, se propune valorificarea competențelor lor de programare prin integrarea limbajului R în cadrul cursului de statistică. În lucrare se analizează avantajele pedagogice și tehnice ale utilizării R în predarea statisticii educaționale și subliniază potențialul R de a susține dezvoltarea competențelor digitale avansate în rândul viitorilor specialiști în educație.

Cuvinte-cheie: statistica educațională, limbajul R, cercetare reproductibilă, competențe digitale, SPSS, master.

CAPITALIZATION OF THE PROGRAMMING SKILLS IN THE STUDY OF STATISTICAL DISCIPLINES WITHIN MASTER'S PROGRAMS

Abstract. In the context of digital transformations in education, the training of statistical skills of master's students becomes essential for the achievement of rigorous and reproducible educational research. Traditionally, statistical disciplines in the curriculum of master's programs in the field of 011 Educational Sciences use software with a graphical interface, such as SPSS, PSPP or Jamovi. Since students in the *Information Technologies in Education* master's program are mostly graduates of computer science bachelor's degree programs, it is proposed to capitalize on their programming skills by integrating the R language into the statistics course. The paper analyzes the pedagogical and technical advantages of using R in teaching educational statistics and emphasizes the potential of R to support the development of advanced digital skills among future education specialists.

Keywords: educational statistics, R language, reproducible research, digital skills, SPSS, master's degree.

Introducere

În ultimele decenii, domeniul educației a cunoscut o creștere semnificativă a importanței datelor și a instrumentelor statistice în procesul de fundamentare a deciziilor pedagogice, în evaluarea programelor și în cercetarea academică. Analiza statistică a devenit astfel o componentă esențială a formării cadrelor didactice, a managerilor

educaționali și a cercetătorilor din științele educației. Disciplina „Prelucrarea statistică a informației psihopedagogice”, din cadrul programului de master *Tehnologii informaționale în instruire*, contribuie la dezvoltarea competențelor necesare înțelegerii, procesării și interpretării datelor provenite din contexte educaționale. Curriculumul acestei discipline se bazează pe utilizarea programelor software cu interfață grafică, așa ca SPSS, PSPP sau platforme moderne precum Jamovi. Acestea oferă acces facil la tehnici statistice, fără a presupune cunoștințe de programare, abordare adecvată în special grupurilor eterogene sau masteranzilor ce au absolvit programe de licență din științe socio-umanistice. Însă majoritatea studenților masteranzi ai programului de studii menționat sunt licențiați în domeniul informaticii. Aceștia dețin deja un set de competențe de programare care pot fi valorificate în procesul de studiere a statisticii.

În acest context, apar oportunități semnificative de modernizare a curriculumului disciplinei statistice prin integrarea limbajului de programare R, un instrument open-source extrem de puternic și flexibil pentru analiza datelor. R oferă un ecosistem bogat de pachete specializate pentru științele sociale și educaționale, un cadru prietenos pentru reproducerea analizelor, precum și posibilitatea de a elabora rapoarte automate și grafice de înaltă calitate. În plus, utilizarea unui limbaj de programare în locul unui instrument exclusiv grafic consolidează gândirea algoritmică, stimulează autonomia studenților și facilitează crearea unor produse academice replicabile și transparente.

Obiectivele principale ale disciplinei „Prelucrarea statistică a informației psihopedagogice” se axează pe dezvoltarea capacității de a colecta, sistematiza și analiza date provenite din mediul educațional, de a selecta teste statistice corespunzătoare contextului experimental de cercetare și de a interpreta critic rezultatele obținute. Printre competențele generale vizate pot fi menționate:

- definirea și înțelegerea conceptelor statistice fundamentale și a rolului lor în cercetarea educațională;
- identificarea și implementarea principalelor aplicații software în analiza datelor prin instrumentele statisticii descriptive și inferențiale;
- interpretarea informației statistice obținute și formularea concluziilor bazate pe dovezi empirice.

Inițial predarea acestei discipline s-a realizat prin intermediul software-ului SPSS, ulterior trecându-se la alternative gratuite precum PSPP [1] sau Jamovi [2], datorită accesibilității lor și a eforturilor reduse de învățare. Cu toate acestea, aceste programe sunt construite în jurul interacțiunii grafice și limitează valorificarea competențelor de programare pe care le dețin masteranzii cu profil informatic, familiarizați cu algoritmi, limbaje de programare și structuri de date, ceea ce poate subvalorifica potențialul acestora și poate reduce relevanța disciplinei în raport cu profilul academic al studenților.

Această realitate deschide calea pentru integrarea unui instrument precum limbajul R [3, 4], care nu doar permite realizarea tuturor analizelor efectuate anterior în SPSS, ci oferă oportunități suplimentare de explorare, vizualizare și automatizare a datelor. R răspunde atât nevoilor studenților cu profil informatic, cât și cerințelor actuale ale cercetării educaționale internaționale, unde reproductibilitatea și transparența analitică sunt standarde de bune practici. De altfel, cercetările reproductibile („un produs secundar al atenției deosebite la detalii pe tot parcursul procesului de cercetare și permite cercetătorilor să se asigure că pot repeta aceeași analiză de mai multe ori cu aceleași rezultate, în orice moment al procesului”) reprezintă standardul minim pentru o cercetare științifică riguroasă, pe care ar trebui să-l atingă toți oamenii de știință [5].

Integrarea limbajului R în studiul disciplinei „Prelucrarea statistică a informației psihopedagogice” reprezintă nu doar o schimbare tehnologică, ci și una conceptuală și pedagogică. Din punct de vedere *pedagogic*, avantajele integrării limbajului R sunt:

- *dezvoltarea gândirii algoritmice și a învățării active*, deoarece prin scrierea explicită a comenzilor, studenții nu doar aplică o analiză, ci înțeleg mecanismul prelucrării datelor, transformărilor necesare și generării rezultatelor;
- *învățarea reproductibilă*, datorită faptului că în R fiecare analiză este o secvență de scripturi, ce pot fi revizuite, îmbunătățite, partajate, după care orice cercetător poate obține exact aceleași rezultate;
- *valorificarea competențelor de programare* deja existente ale masteranzilor din domeniul informaticii ce acced la curs cu un bagaj tehnic solid, iar utilizarea R ar crește motivația, elimina senzația de „software simplificat”, oferi continuitate față de limbajele cunoscute (C, Java, Python etc.), permite dezvoltarea proiectelor statistice personalizate;
- *transferul competențelor digitale către cercetarea educațională*, deoarece utilizând R, studenții își însușesc gestionarea seturilor mari de date, programarea funcțională, vizualizarea avansată și redactarea rapoartelor automate în RMarkdown - abilitați cu aplicabilitate directă în elaborarea tezelor de master și a viitoarelor cercetări educaționale;
- *creșterea autonomiei studentului* ce devine producător de cunoaștere, nu doar utilizator pasiv al unui software, datorită faptului că R pune accent pe rezolvarea problemelor, pe căutarea și aplicarea funcțiilor potrivite, pe testarea și interpretarea rezultatelor.

Argumentele *tehnice* ale integrării limbajului R în studiul disciplinei menționate, se referă la următoarele caracteristici:

- *software gratuit, open-source și universal*, ce poate fi instalat pe orice calculator (Windows, MacOS, Linux) fără costuri [6];

- *ecosistem extins de pachete*, adaptat pentru științele educației (*tidyverse*, *psych*, *lavaan*, *sjPlot*, *car*, *lme4* etc.), multe dintre ele concepute special pentru analiza chestionarelor, analiza psihometrică, modele liniare și neliniare, vizualizare statistică, machine learning etc. [7];
- *instrumente avansate de vizualizare*, deoarece *ggplot2* („Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics”) este standardul internațional în vizualizarea datelor în științele sociale, iar graficele realizate cu acest pachet sunt estetice, personalizabile și pot fi incluse în rapoarte reproductibile;
- *automatizarea și documentarea analizei* în R, prin salvarea scripturilor, rularea automată a fluxurilor de analiză, generarea de rapoarte complete prin RMarkdown sau Quarto (în PDF, Word, HTML), ceea ce permite ca studentul să învețe să structureze un demers analitic complet, etapizat, documentat;
- *flexibilitate înaltă*, deoarece R nu limitează tipurile de analize, iar orice tehnică nouă dezvoltată în cercetare apare mai întâi ca pachet în R.

Rezumând cele expuse mai sus, în tabelul 1 sunt scoase în evidență principalele avantaje ale R, în comparație cu alte softuri statistice, utilizate în studiul cursului de prelucrare statistică a datelor psihopedagogice. Astfel, se deduce că R este un instrument care îmbină și flexibilitatea, și rigurozitatea, și accesul liber, fiind potrivit pentru mediul universitar.

Tabelul 1. Sintetizarea avantajelor R comparativ cu SPSS, PSPP și Jamovi

Criteriu	SPSS	PSPP	Jamovi	R
Cost	Mare	Gratuit	Gratuit	Gratuit
Nivel de flexibilitate	Scăzut	Scăzut	Mediu	Foarte ridicat
Necesită programare	Nu	Nu	Minim	Da
Reproductibilitate	Redusă	Redusă	Relativă	Completă
Extensibilitate	Limitată	Limitată	Moderată	Imensă (mii de pachete)
Vizualizare	Bună	Medie	Bună	Foarte bună (ggplot2)
Automatizare	Limitată	Limitată	Limitată	Completă
Uz academic internațional	Ridicat	Mediu	Mediu	Foarte ridicat

Modelul etapizat de integrare a limbajului R

Integrarea limbajului R în procesul de instruire necesită o abordare progresivă, adaptată nivelului de pregătire al studenților și obiectivelor curriculare ale disciplinei. Modelul propus mai jos este structurat în cinci etape gradual crescătoare, care permit studenților să avanseze de la utilizarea de bază a limbajului până la realizarea unor analize complete și reproductibile. Modelul este compatibil cu un curs semestrial și poate fi implementat în paralel cu softurile tradiționale, în cazurile în care este necesară o tranziție treptată.

Etapă 1. Familiarizarea cu R și RStudio

Această etapă are drept obiectiv dezvoltarea încrederii în utilizarea limbajului și a mediului de lucru, iar conținuturile principale includ: instalarea și configurarea R și

RStudio; structura interfeței RStudio (Console, Script, Environment, Plots); tipuri fundamentale de date (numeric, caracter, factor, logic); expresii și operatori R; crearea primelor obiecte și vectori; utilizarea funcțiilor de bază (*mean()*, *sd()*, *summary()*, *table()*); instalarea și încărcarea pachetelor (*install.packages()*, *library()*); importul datelor din CSV, Excel sau SPSS (*read.csv()*, *readxl::read_excel()*, *haven::read_spss()*), figura 1.

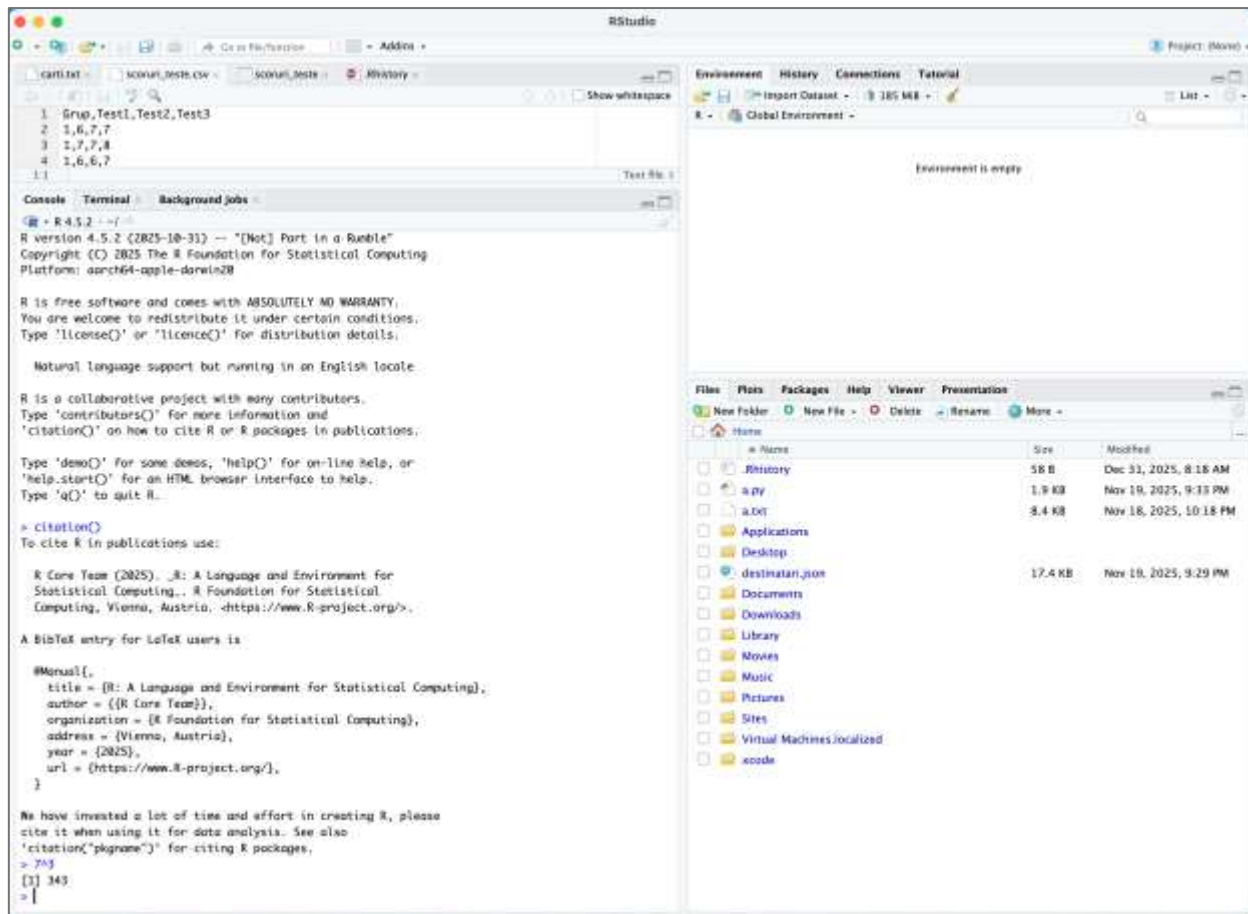


Figura 1. Interfața RStudio

Competențele formate la această etapă vor fi valorificate pentru analizele statistice ulterioare a datelor psihopedagogice.

Etapă 2. Procesarea și curățarea datelor (Data Wrangling)

La această etapă va avea loc învățarea prelucrării datelor din educație folosind pachetele moderne din ecosistemul *tidyverse*, iar conținuturile principale se referă la: introducerea în *tidyverse*; selectarea variabilelor (*select()*), filtrarea observațiilor (*filter()*), crearea variabilelor noi (*mutate()*); eliminarea valorilor lipsă și verificarea consistenței datelor; restructurarea setului de date (*wide/long*) cu *pivot_longer()* și *pivot_wider()* și aplicarea transformărilor pe seturi reale din educație (chestionare, rezultate la evaluări, date administrative). Astfel, studenții vor învăța să transforme date brute în date pregătite pentru analiză.

Etapă 3. Analiza statistică propriu-zisă, în cadrul căreia se vor aplica tehnici statistice fundamentale și specifice științelor educației, precum statistici descriptive (medii,

mediane, mod, abatere standard, variație, distribuții, frecvențe și tabele de contingență); testele statistice de bază (t-test pentru eșantioane independente sau perechi, ANOVA unifactorială și multifactorială, teste neparametrice: Mann-Whitney, Kruskal-Wallis, Chi-pătrat, corelații Pearson și Spearman); analize specifice educației (analiza itemilor cu pachetul *psych*, consistența internă Cronbach α , analiza factorială, analiza scorurilor la testările educaționale) și opțional modele avansate precum regresia liniară.

Această etapă oferă competențele statistice propriu-zise necesare pentru tezele de master precum: interpretarea rezultatelor testelor nu doar executarea lor; elaborarea unei „fișe de analiză” pentru fiecare test: ipoteze, condiții, interpretare; compararea rezultatelor cu cele din SPSS/Jamovi pentru confirmarea corectitudinii.

Etapă 4. Vizualizarea datelor cu ggplot2

Obiectivul etapei este crearea de grafice profesionale, estetice și interpretabile și include conținuturi precum: crearea de grafice de bază: histograme, boxplot, barplot, scatterplot; personalizarea titlurilor, legendei, culorilor; grafice pentru compararea grupurilor; exportul graficelor pentru lucrări academice. În final, studenții își dezvoltă competențe estetice și tehnice de prezentare a datelor.

Etapă 5. Elaborarea de rapoarte reproductibile (RMarkdown / Quarto)

La această etapă se va realiza integrarea codului, datelor și interpretării într-un singur document academic, pe baza conținuturilor principale, cu referire la structura unui fișier RMarkdown; inserarea blocurilor de cod (chunks); generarea automată de tabele și grafice (kable, gt, flextable); generarea rapoartelor în Word, PDF sau HTML și integrarea RMarkdown în procesul de elaborare a tezei de master. Această etapă finalizează modelul didactic, crescând capacitatea studentului de a produce analize reproductibile, un avantaj major în cercetarea modernă.

Aplicarea limbajului R în analiza datelor pedagogice

Pentru a ilustra potențialul limbajului R în disciplina *Prelucrarea statistică a informației psihopedagogice*, se propune un model realizat pe un set de date tipic programelor de master în Științele Educației. Analiza demonstrează modul în care R permite efectuarea unor proceduri statistice complexe într-un mod reproductibil, transparent și orientat pe învățare activă. Setul de date este inspirat dintr-o cercetare reală privind performanța studenților la un curs universitar. Datele includ: grupul din care face parte studentul (grup experimental, grup de control), notele la trei testări semestriale și media pe un eșantion de 40 de studenți. Analiza datelor în R se realizează conform următoarelor etape:

– Importul și pregătirea datelor

Cu ajutorul pachetelor *tidyverse* și *readxl*, datele sunt importate și convertite în format „long tidy” pentru a facilita analizele. Funcționalitatea R permite detectarea valorilor lipsă

(date *NA* – *Not Available*), recodificarea variabilelor nominale, crearea de variabile derivate (ex: „medie”: $(\text{Test1} + \text{Test2} + \text{Test3})/3$). De exemplu, dacă datele se află într-un fișier *Excel*, atunci importând pachetul *readxl* (`> library(readxl)`), se accesează funcția *read_excel()*, pentru a stoca datele într-un „cadru de date” (*data frame* - set de date structurat, ce conține variabilele cercetării). De asemenea, datele pot fi importate și din formatul vechi *.csv*, cu ajutorul funcției *read.csv()* din pachetul *utils* (figura 2).

```

> date<-read_excel("/Users/Maria1/Documents/Rdata/scoreuri_teste.xlsx")
> print(date)
# A tibble: 40 x 4
  Grup Test1 Test2 Test3
  <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
1     1     5     6     6
2     1     5     6     6
3     1     5     6     6
4     2     5     7     8
5     2     5     7     8
6     2     5     7     8
7     1     6     7     7
8     1     6     6     7
9     1     6     7     7
10    1     6     7     7
# i 30 more rows
# i Use 'print(n = ...)' to see more rows

```

```

> note<-read.csv(file="/Users/Maria1/Documents/Rdata/scoreuri_teste.csv")
> print(note)
  Grup Test1 Test2 Test3
1    1     6     7     7
2    1     7     7     8
3    1     6     6     7
4    1     5     6     6
5    1     8     8     8
6    1     7     7     7
7    1     6     7     7
8    1     8     8     9
9    1     7     7     8
10   1     6     7     7
11   1     5     6     6
12   1     7     7     7
13   1     8     8     8
14   1     7     7     7
15   1     5     6     6

```

Figura 2. Importul datelor în R din Excel și .csv

R permite transformarea unei variabile în variabilă factor și determinarea categoriilor ei cu ajutorul unui vector de etichete:

```

> note$Grup<-as.factor(note$Grup)
> levels(note$Grup)<-c("experimental", "control")

```

Iar crearea variabilei derivate *media* din notele celor trei evaluări, se realizează utilizând operatorii aritmetici simpli (figura 3).

```

> note$media<-(note$Test1+note$Test2+note$Test3)/3
> print(note)
  Grup Test1 Test2 Test3  media
1 experimental     6     7     7 6.666667
2 experimental     7     7     8 7.333333
3 experimental     6     6     7 6.333333
4 experimental     5     6     6 5.666667
5 experimental     8     8     8 8.000000
6 experimental     7     7     7 7.000000
7 experimental     6     7     7 6.666667
8 experimental     8     8     9 8.333333
9 experimental     7     7     8 7.333333
10 experimental     6     7     7 6.666667

```

Figura 3. Crearea de variabile derivate în R

– Analiza descriptivă

R generează rapid tabele descriptive și grafice, cu posibilitatea de a calcula diferiți indicatori statistici separat, sau într-un tabel rezumativ, chiar și separat după o careva variabilă factor (figura 4). Iar vizualizarea datelor se realizează cu ajutorul funcțiilor din pachetul *ggplot2*, precum *plot()* sau *hist()*, totodată având posibilitatea personalizării elementelor graficului precum titlul, axele, culorile liniilor, fonturile și stilurile etichetelor,

tipul de grafic etc. De exemplu, histograma notei medii finale, poate fi construită cu ajutorul comenzii: `hist(x = note$media)` (figura 5). La această etapă pot fi calculați coeficienții de corelație r (Pearson) sau ρ (Spearman) dintre variabile cu ajutorul funcției `cor()`, sau corespunzător `rank()`.

Aceste vizualizări sunt generate cu câteva linii de cod și pot fi integrate direct în raport prin R Markdown.

```
> describeBy( x=note, group=note$Grup )
```

Descriptive statistics by group

group: experimental

	vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
Grup	1	20	1.00	0.00	1	1.00	0.00	1.00	1	0.00	NaN	NaN	0.00
Test1	2	20	6.70	1.13	7	6.69	1.48	5.00	9	4.00	0.15	-0.97	0.25
Test2	3	20	7.10	0.79	7	7.06	0.00	6.00	9	3.00	0.45	-0.21	0.18
Test3	4	20	7.35	0.88	7	7.31	1.48	6.00	9	3.00	0.21	-0.78	0.20
media	5	20	7.05	0.90	7	7.02	0.49	5.67	9	3.33	0.25	-0.64	0.20

group: control

	vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
Grup	1	20	2.0	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	2.00	0	NaN	NaN	0.00
Test1	2	20	6.7	1.13	7.00	6.69	1.48	5.00	9.00	4	0.15	-0.97	0.25
Test2	3	20	8.4	0.94	8.50	8.38	0.74	7.00	10.00	3	-0.09	-1.10	0.21
Test3	4	20	9.2	0.70	9.00	9.25	0.74	8.00	10.00	2	-0.25	-1.06	0.16
media	5	20	8.1	0.89	8.17	8.10	0.74	6.67	9.67	3	-0.10	-1.08	0.20

```
> |
```

Figura 4. Statistica descriptivă pe grupuri în R

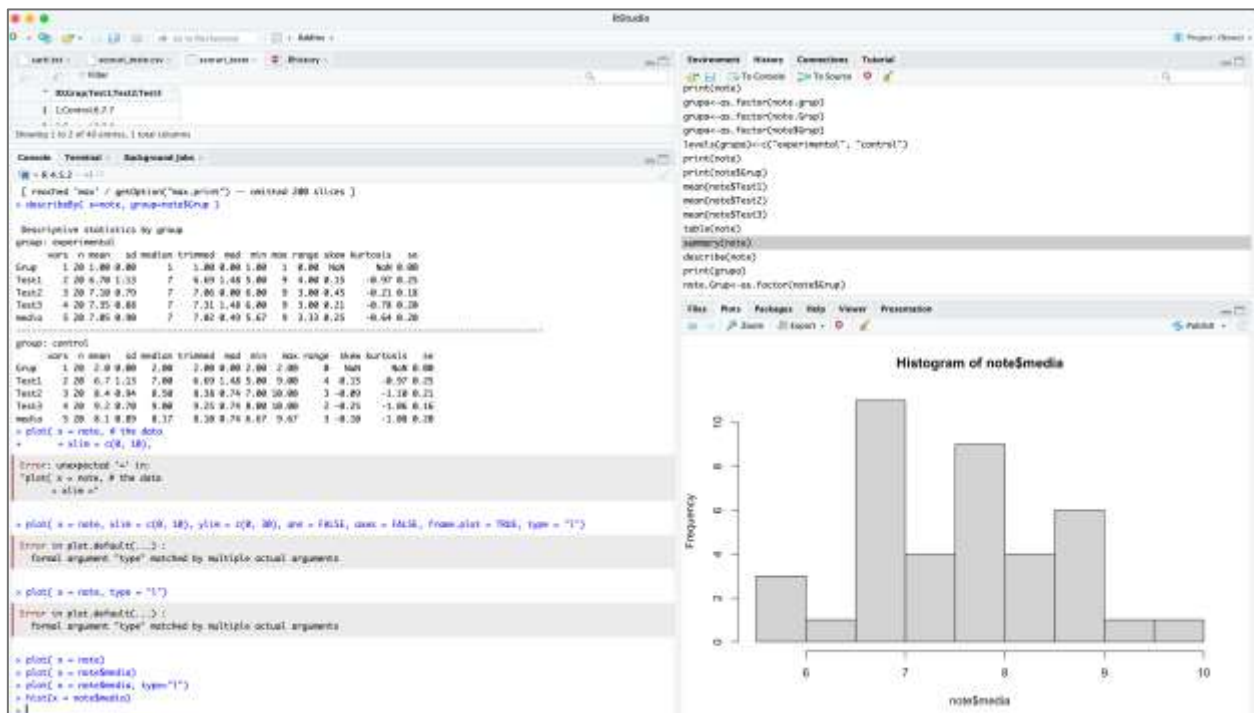


Figura 5. Vizualizarea datelor sub formă de histogramă în R

– Testarea ipotezelor

Procesul didactic urmărește asocierea fiecărei metode statistice cu un obiectiv de cercetare pedagogică, care conceptual reprezintă o ipoteză de cercetare. Pentru exemplul de date analizat, se va testa ipoteza: *sunt diferențe semnificative între nota medie finală în eșantionul experimental și cea din eșantionul de control*. Deoarece variabila cercetată este

cantitativă, atunci poate fi implementat testul t pentru eșantioane independente, care în R se realizează cu ajutorul funcției *independentSamplesTTest()* (figura 6).

```
> independentSamplesTTest(formula=media~Grup, data=note, var.equal = TRUE)

Student's independent samples t-test

Outcome variable:  media
Grouping variable:  Grup

Descriptive statistics:
              experimental control
mean          7.0500    8.1000
std dev.      0.9000    0.8860

Hypotheses:
null:           population means equal for both groups
alternative:    different population means in each group

Test results:
t-statistic:    -3.718
degrees of freedom: 38
p-value:        <.001

Other information:
two-sided 95% confidence interval: [-1.622, -0.478]
estimated effect size (Cohen's d): 1.176
```

Figura 6. Testul t pentru eșantioane independente în R

De asemenea, pot fi testate ipoteze care implică analiza varianțelor ANOVA, cu ajutorul funcțiilor din pachetele *ez* și *tidyr*. De exemplu, pentru datele examinate, ipoteza va fi: *există diferențe semnificative între mediile testelor de evaluare în ceea ce privește rezultatele obținute*. În R, mai întâi datele din format *wide* (coloane separate Test1, Test2, Test3) se vor transforma în format *long*, pentru a obține variabila *test* care grupează cele trei măsurări, cu ajutorul funcției *pivot_longer()*:

```
> date_long <- pivot_longer(data = note, cols = c(Test1, Test2, Test3), names_to = "test", values_to = "scor")
```

Apoi, foarte important să ne asigurăm că tipurile variabilelor sunt corecte:

```
> date_long$id <- factor(date_long$id)
> date_long$Grup <- factor(date_long$Grup)
> date_long$test <- factor(date_long$test, levels = c("Test1", "Test2", "Test3"))
```

Ulterior, se va executa tehnica ANOVA cu măsurări repetate, care ne va permite să comparăm mediile la cele trei teste (figura 7).

```
> ezANOVA(data = date_long, dv = scor, wid = id, within = test, between = Grup, detailed = TRUE, type = 3)
$ANOVA
  Effect DFn Dfd  SSn  SSd      F      p p<.05      ges
1 (Intercept)  1 38 6885.675 90.916667 2877.97232 1.981072e-37 * 0.9855792
2      Grup    1 38  33.075 90.916667  13.82420 6.454159e-04 * 0.2471511
3      test    2 76  51.450  9.833333 198.82373 6.362364e-31 * 0.3380420
4 Grup:test    2 76  18.050  9.833333  69.75254 6.302759e-18 * 0.1519360

$`Mauchly's Test for Sphericity`
  Effect      W      p p<.05
3      test 0.9695145 0.5639684
4 Grup:test 0.9695145 0.5639684

$`Sphericity Corrections`
  Effect      GGe      p[GG] p[GG]<.05      HFe      p[HF] p[HF]<.05
3      test 0.9704164 4.414361e-30 * 1.021827 6.362364e-31 *
4 Grup:test 0.9704164 1.817760e-17 * 1.021827 6.302759e-18 *
```

Figura 7. ANOVA cu măsurări repetate în R

– *Raportare automată în R Markdown*

Unul dintre cele mai mari avantaje ale utilizării R în educație este posibilitatea generării automate a tabelelor APA, graficelor integrate, concluziilor preformate, sau rapoartelor PDF pentru fiecare student sau grup. Pentru aceasta se creează un nou fișier de raport R Markdown în care se include tabelul cu date și interpretarea rezultatelor (figura 8). Astfel, activitatea studenților se poate evalua eficient pe baza proiectelor individuale.

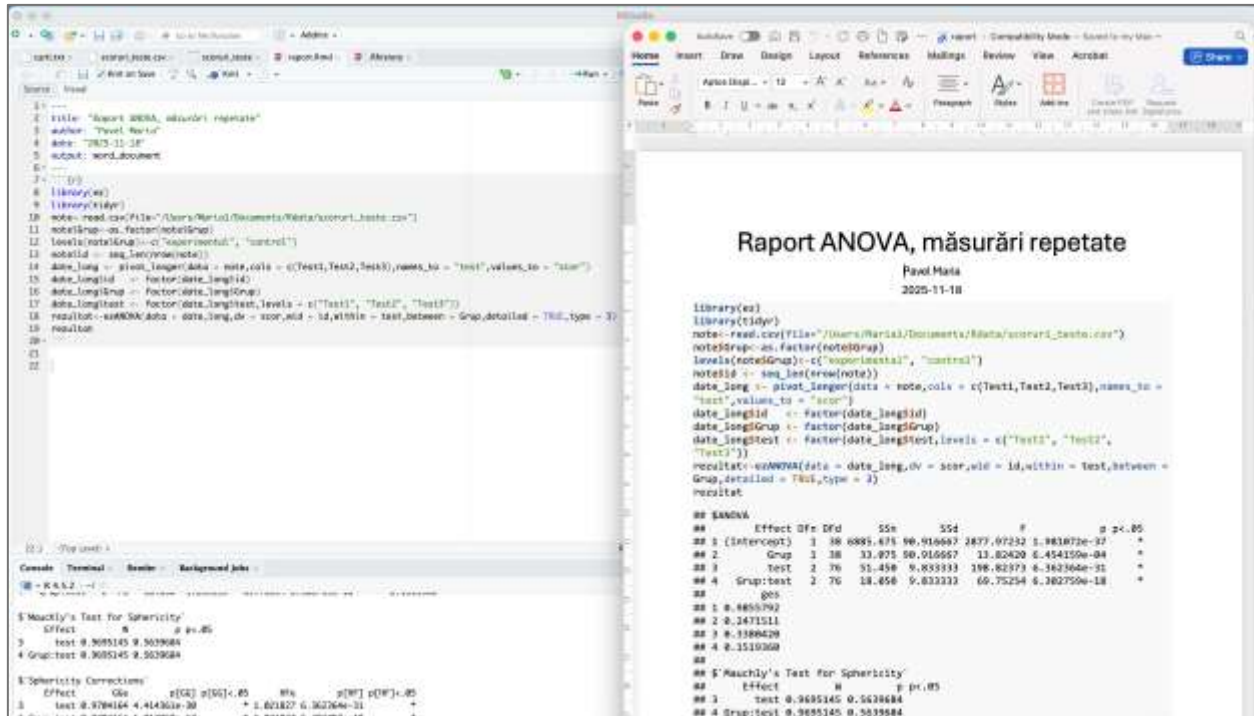


Figura 8. Raportare automată în R Markdown

Concluzii

Studiul prezent demonstrează că integrarea limbajului de programare R în predarea disciplinei *Prelucrarea statistică a informației psihopedagogice* reprezintă o soluție benefică pentru studenții cu programe de master în Științele Educației, ce sunt absolvenți ai ciclului de licență din domenii informatice. Aceasta permite trecerea de la o prelucrare statistică mecanică la o cultură a analizei bazate pe date, esențială pentru cercetarea și practica educațională contemporană. Introducerea R în cadrul disciplinei nu este doar oportună, ci și strategic necesară pentru formarea specialiștilor capabili să răspundă provocărilor educației digitale.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale din perspectiva conceptului STEAM și Inteligenței Artificiale”, codul 040101, din cadrul Programului instituțional de cercetare (2024-2027), aprobat prin Ordin MEC nr. 102 din 01.02.2024

Bibliografie

1. PAVEL, D., GLOBA, A., PAVEL, M. Soluție software gratuită pentru prelucrarea statistică a rezultatelor experimentului psihopedagogic. In: *The 29th Conference on Applied and Industrial Mathematics CAIM 2022*. 25-27 august 2022. Chișinău, Republica Moldova: Tiraspol State University, 2022, pp. 174-183. ISBN 978-9975-76-401-8. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/174-183_4.pdf
2. PAVEL, M., PAVEL, D. Diversificarea instrumentelor software de statistică socială cu Jamovie. In: *Proceedings of the 30th Conference on Applied and Industrial Mathematics, CAIM 2023*. September 14-17, 2023: Communications in Education. Iași, România: A.I. Cuza Iasi University, 2023, pp. 115-123. ISBN 978-606-13-7848-7. https://www.romai.ro/src/library/ProcEduCAIM_2023.pdf
3. NAVARRO, D. *Learning statistics with R: a tutorial for psychology students and other beginners*. Sydney, Australia: University of New South Wales, 2018. 613 p. Disponibil online: <https://compcogscisydney.org/learning-statistics-with-r/>
4. PARADIS, E. *R pentru începători*. Franța: Institutul de Științe ale Evoluției, Universitatea din Montpellier, 2013. 79 p. Disponibil online: https://cran.r-project.org/doc/contrib/Paradis-rdebuts_RO.pdf
5. ALSTON, J. M., RICK, J. A. A beginner's guide to conducting reproducible research. In: *Bulletin of the Ecological society of America*, 2021. Vol. 102, issue 2: e01801. <https://doi.org/10.1002/bes2.1801>. ISSN 0012-9623.
6. CRAN. The Comprehensive R Archive Network. <https://cran.r-project.org/>
7. CRAN. Available CRAN Packages By Name. https://cran.r-project.org/web/packages/available_packages_by_name.html

Recepționat / Received: 19.12.2025

Acceptat / Accepted: 27.12.2025

Email: pavel.maria@upsc.md

dorin.pavel@usm.md