RECOMANDĂRI DE UTILIZARE A METODELOR STATISTICE LA PRELUCRAREA DATELOR EXPERIMENTULUI PEDAGOGIC

Ludmila SPINEI, profesoară
Colegiul Național de Comerț al ASEM
ORCID iD: 0000-0002-2630-2416

Ion SPINEI, doctor, conferențiar universitar
Institutul de Formare Continuă
ORCID iD: 0000-0003-4291-7522

Rezumat. În instituțiile de formare continuă din Republica Moldova nu există un curs de Statistică aplicată pentru pedagogi. Din această cauză, absolvenții au dificultăți la prelucrarea datelor experimentale. Prin intermediul articolului de față, autorii propun sugestii și modele de prelucrare a datelor pentru tezele de calificare suplimentară / recalificare.

Cuvinte-cheie: teste statistice, ipoteze statistice, prag de semnificație, diferențe semnificative.

RECOMMENDATIONS FOR STATISTICAL METHODS USAGE FOR PROCESSING DATA OF PEDAGOGICAL EXPERIMENTS

Abstract. In some institutions of continuous education in the Republic of Moldova there is no course in Applied Statistics for Teacher taught. Because of this, the graduates encounter some difficulties in processing the experimental data. Through this article, the authors propose suggestions and models for data processing for additional qualification / requalification theses.

Keywords: statistical tests, statistical assumptions, significance threshold, significant differences.

Introducere

Să examinăm variabilele dependente ce se pot modifica în funcție de anumite circumstanțe (variabilele independente). Competențele digitale ale cadrelor didactice și ale elevilor se schimbă, în rezultatul parcurgerii unui curriculum formal sau informal/nonformal. Pe parcursul unui semestru, rezultatele medii ale elevilor la *Biologie* diferă în două clase de a VIII-a, fiind aplicate două metode diferite de predare (una tradițională și alta – centrată pe elev). Scorul mediu al elevilor din clasa a IX-a, la testul de *Matematică*, la examenul de absolvire a gimnaziului, dintr-o instituție concretă, diferă de scorul mediu pe întreaga populație de absolvenți de gimnaziu. Performanțele elevilor care învață *online* diferă de performanțele elevilor care studiază cu prezență la școală. Creativitatea elevilor variază în grupurile care utilizează resursele internet în mod diferit.

Schimbările pot fi măsurate și reprezentate ușor, în formă grafică – prin diagrame cu bare sau circulare, prin tabele de frecvențe etc. Dar apare o întrebare, la care un cercetător trebuie să răspundă: cât de

mari trebuie să fie diferențele pentru a le considera semnificative și a exclude factorul întâmplării? Răspunsul este diferit – pentru diferite situații. Pentru a obține unul cu probabilitate credibilă, aplicăm metodele statistice, bazate pe anumite teste. În cele ce urmează, vom examina un model de aplicare.

Unele noțiuni de bază

Teste statistice. Testele statistice verifică veridicitatea unor ipoteze – inferențe statistice.

Ipoteza H_0 (sau ipoteza de nul): datele nu prezintă legături între ele, sunt independente / valorile comparate nu diferă între ele.

Ipoteza H_1 (sau ipoteza alternativă / de cercetare): datele prezintă legături între ele, sunt dependente / valorile comparate diferă între ele semnificativ.

Rezultatul p al testului, furnizat ca un număr între 0 și 1, reprezintă probabilitatea de a face o eroare dacă respingem ipoteza H_0 a testului.

Dacă p este mai mic decât pragul de semnificație α ales, de obicei, $\alpha = 0,05$ – respingem ipoteza H_0 și admitem că este adevărată ipoteza H_1 .

Interpretarea valorilor **p** se face la majoritatea testelor statistice astfel: dacă $p < 0,05$, legătura statistică este semnificativă (încredere 95%); dacă $p < 0,01$, legătura statistică este semnificativă (încredere 99%); dacă $p < 0,001$, legătura statistică este înalt semnificativă (încredere 99,9%); dacă $p > 0,05$, legătura statistică este nesemnificativă.

Exemple de teste care se aplică în dependență de tipul datelor:

⇒ **Teste parametrice** (de comparare a mediilor pentru variabile cantitative) [2, p. 95]: Testul *t* (*Student*) pentru 2 eșantioane independente; Testul *t* (*Student*) pentru 2 eșantioane dependente; Testul *ANOVA* pentru 3 și mai multe eșantioane independente; Coeficientul de corelație *Pearson*.

⇒ **Teste statistice pentru date ordinale** [3, p. 196]: Testul *Mann Whitney (U)* – pentru două eșantioane independente; Testul *Kruskal-Wallis* – pentru mai mult de două eșantioane independente; Testul *Wilcoxon* – pentru două eșantioane perechi; Testul *Friedman* – pentru măsurări repetate; Coeficientul de corelație pentru date ordinale *Spearman*; Coeficientul de corelație a rangurilor *Kendalltau*.

⇒ **Teste neparametrice pentru date nominale** [3, p. 172]: Testul *Chi-pătrat*; Testul *Exact Fisher*.

În continuare, vom prezenta un model de formulare a unei probleme de cercetare, care poate fi analizată în cadrul tezelor de absolvire a învățământului superior sau de recalificare profesională.

Model:

Scopul lucrării (*Tezei*): Fundamentarea teoretică și praxiologică a metodelor de predare-învățare-evaluare, bazate pe aplicarea TIC la lecțiile de matematică în învățământul gimnazial.

Pentru formularea unor concluzii ce rezultă din datele acumulate în cadrul unui experiment, vom realiza următoarele etape:

1. Formularea problemei cercetării.
2. Formularea ipotezelor de nul și de cercetare.
3. Determinarea metodei de rezolvare a problemei.
4. Verificarea condițiilor de aplicare a testului dat.
5. Aplicarea testului pe calculator (*EXCEL* sau *SPSS*) – definirea variabilelor, introducerea datelor, obținerea rezultatelor.
6. Interpretarea rezultatelor obținute.
7. Formularea concluziilor.

1. Problema de cercetare: Influențează metodele de predare-învățare-evaluare, bazate pe aplicarea TIC, în învățământul gimnazial, asupra performanțelor elevilor la *Matematică*?
2. Formularea ipotezelor: **Ipoteza H_0** : performanțele elevilor nu depind de metodele de predare-învățare-evaluare, aplicate la lecțiile de *Matematică*. **Ipoteza H_1** , formulată bilateral: performanțele elevilor la *Matematică* se deosebesc semnificativ, în dependență de metodele de predare-învățare-evaluare aplicate.
3. Se vor forma două eșantioane de elevi – clasa experimentală și clasa de control. Se va aplica un test la începutul anului de învățământ în ambele clase, în conformitate cu Curriculumul de *Matematică*. Pentru a compara performanțele elevilor din ambele clase, vom aplica Testul *t* (*Student*) pentru două eșantioane independente.
4. Pentru a asigura îndeplinirea condițiilor de aplicabilitate a testului dat, vom verifica următoarele condiții:
5. Eșantioanele să fie aleatorii sau neafectate de erori de eșantionare (bias);
 - Independența grupurilor – fiecare subiect face parte doar dintr-un singur grup, iar aceste grupuri sunt independente;
 - Variabila independentă – clasa, de tip nominal. Variabila dependentă (VD) – scorul – numerică, măsurată pe scala de raport;
 - VD este normal distribuită – se verifică cu testul *Kolmogorov-Smirnov*;
 - Omogenitatea varianțelor – grupurile trebuie să facă parte din populații cu varianțe egale (*SPSS* verifică această calitate aplicând testul *Levene*: dacă rezultatul la testul *Levene* este semnificativ, adică $p \leq 0,05$, atunci varianțele sunt inegale).
6. Aplicăm testul *t*, utilizând programul *SPSS*.
La etapa testării inițiale vom formula aceleași ipoteze de cercetare H_0 și H_1 .

Tabelul 1. Rezultatele furnizate de Testul *t* (*Student*) pentru două eșantioane independente

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test / scorul		
N		57
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	15.65
	Std. Deviation	4.526
Asymp. Sig. (2-tailed)		.173 ^c
a. Test distribution is Normal.		
b. Calculated from data.		
c. Lilliefors Significance Correction.		

T-test

Group Statistics					
	Clasa	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Scorul	Experimentală	30	15.97	4.590	.838
	Control	27	15.30	4.513	.869

Independent Samples Test / scorul								
Levene's Test		t-test for Equality of Means						
F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
.088	.767	.555	55	.581	.670	1.208	-1.751	3.091

7. Testul *Kolmogorov-Smirnov* [2, p. 77] sugerează că distribuția scorurilor nu diferă semnificativ de o distribuție normală (Asymp. Sig. (2-tailed) = 0,173 > 0,05). Conform testului t, scorul mediu pentru elevii din clasa experimentală este egal cu 15,97puncte, iar al celor din grupul de control este egal cu 15,30 puncte. Scorurile medii nu diferă semnificativ, deoarece $t = 0,55$, **Sig. (2 tailed) = 0,581 > 0,05**. Rezultă ipoteza H_0 .

8. Deoarece scorurile medii pentru elevii din clasa experimentală și cea de control nu se deosebesc semnificativ, rezultă că elevii din ambele clase pornesc de la același nivel de performanțe.

La finele perioadei de cercetare (la sfârșitul anului de învățământ), se aplică un test, conform Curriculumului la *Matematică*, același pentru ambele clase. În baza rezultatelor obținute, se formulează concluziile finale.

Se parcurge aceași cale de acumulare, stocare și prelucrare a datelor. Înmagazinăm datele în programul SPSS. Fie noile variabile **clasa_2** și **scorul_2**.

La testul final, media clasei experimentale este egală cu 18,70 puncte, iar a clasei de control – cu 15,30. Diferența dintre medii este egală cu 3,4. Putem afirma că diferența este semnificativă? Răspunsul îl obținem în baza datelor care rezultă din Testul T. Deoarece valoarea $p = 0,006$, care este mai mică decât pragul de semnificație $\alpha = 0,05$, rezultă că **diferența dintre mediile claselor experimentală și de control este semnificativă. Se respinge ipoteza de nul și se acceptă ipoteza de cercetare.**

Urmează să facem ultima concluzie. Deoarece media clasei experimentale este mai mare decât a celei de control, concluzia finală este următoarea: **elevii din clasa experimentală au demonstrat performanțe semnificativ mai înalte decât elevii din clasa de control.**

Vom remarca că, în cazul testului *Student t* pentru două eșantioane independente, nu este obligatoriu ca volumele eșantioanelor să fie egale.

La aplicarea programului EXCEL [9] se va utiliza formula = **TTEST (E2:E31;F2:F28;2;2)**, unde (E2:E31) este domeniul scorurilor elevilor din clasa

Tabelul 2.Rezultatele furnizate de Testul T pentru testul final

	Clasa2	N	Mean	Std. Dev.	Std. Error Mean
Scorul2	Experimentală	30	18.70	4.473	.817
	Control	27	15.30	4.513	.869

Independent Samples Test / scorul_2					
Levene's Test		T-test for Equality of Means			
F	Sig.	T	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
.002	.968	2.856	55	.006	3.404

experimentală, iar (F2:F28) este domeniul scorurilor elevilor din clasa de control; prima cifră de 2 semnifică faptul că testul este bilateral (ipoteza de cercetare este formulată bilateral), iar ultima cifră de 2 reprezintă codul testului t pentru 2 eșantioane independente (valoarea 1 semnifică testul t pentru două eșantioane dependente/perechi). În rezultat, această formulă afișează, pentru datele utilizate mai sus în SPSS, valoarea 0,006. Valorile scorurilor medii urmează a fi calculate suplimentar, de exemplu, aplicând formulele = **average (E2:E31)** și = **average (F2:F28)**.

Concluzionăm că dacă și la testul inițial s-ar fi constatat o diferență semnificativă între rezultatele elevilor, cu aceeași tendință, ar fi apărut întrebările: *În ce măsură au influențat condițiile inițiale? Performanțele mai înalte în clasa experimentală se datorează implementării metodelor bazate pe TIC sau acestea depind de alți factori?* Pentru continuarea studiului, ar fi fost necesare investigații suplimentare.

La elaborarea tezelor, pentru mai multe detalii, pot fi consultate și sursele bibliografice propuse.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. *Excel pentru Microsoft 365*. Disponibil: <https://support.microsoft.com/ro-ro/office/ttest-func%C8%9Bia-ttest-1696ffc1-4811-40fd-9d13-a0eaad83c7ae>
2. Labăr A.V. *SPSS pentru științele educației*. Iași: Editura „Polirom”, 2008.
3. Opariuc-Dan C. *Statistică aplicată în științele socio-umane. Noțiuni de bază. Statistici univariate*. Constanța, 2009.
4. Popa M. *Statistică pentru Psihologie. Teorie și aplicații SPSS*. Iași: Editura „Polirom”, 2008.
5. Popa M. *Statistici multivariate aplicate în psihologie (nivel masteral și doctoral)*. Iași: Editura „Polirom”, 2010.
6. Popa N.L., Antonesei L. (coord.), Labăr A.V. *Ghid pentru cercetarea educației*. Iași: Editura „Polirom”, 2009.
7. Rotariu T. (coord.) *Metode statistice aplicate în științele sociale*. Iași: Editura „Polirom”, 2006.
8. Șevciuc M., Triboi I. *Metodologia cercetării și statistica aplicată în Psihologie și Pedagogie*. Chișinău: USM, 2013.
9. Vasile M. *Introducere în SPSS pentru cercetarea socială și de piață*. Iași: Editura „Polirom”, 2014.