

ANALISIS DE EXPERIMENTOS DE APRENDIZAJE
INDIVIDUALIZADO
CON LA PRUEBA NO PARAMETRICA L DE PAGE

Hermann Wiedenhofer S.
Subdirección de Investigación y Postgrado
Coordinación General de Investigación
IPMAR-UPRL

Marina Sandoval de Alvarez
Departamento de Componente Docente
IPMAR-UPRL

RESUMEN

Se presenta la metodología de una prueba no paramétrica sencilla para el análisis de experimentos de aprendizaje individualizado. Se indica el procedimiento, los supuestos y se desarrollan dos ejemplos. El método no dispone de corrección de empates de rangos, por lo que se proponen dos métodos para desempatarlos: el método aleatorio y el de la "respuesta esperada". Se dan dos ejemplos para el último.

Introducción

En el aprendizaje individualizado cada sujeto recibe en forma independiente el material y los estímulos necesarios para lograr el objetivo instruccional.

A lo largo del tiempo, se supone que hay un incremento ordenado de aprendizaje (respuesta ordinal), como resultado del incremento ordenado de la cantidad de estímulo, dificultad o experiencia (condición o tratamiento medido en escala ordinal). Es así que tanto el tratamiento como la respuesta se miden en escala ordinal.

Para el análisis de este tipo de experimentos, se tratará de explicar la utilidad del estadístico "L", descrito por Page (1963), es decir, la "Prueba No Paramétrica L de Page".

Procedimiento

Como primer paso, se plantean las hipótesis estadísticas, las cuales son de una cola. Si se espera que la respuesta tenga el mismo sentido (dirección) que el incremento ordenado de la condición o tratamiento, es decir que a mayor estímulo, mayor respuesta, entonces se plantean las siguientes hipótesis estadísticas, para incrementos ordenados:

$$H_0: m_1 = m_2 = \dots = m_k$$

$$H_A: m_1 < m_2 < \dots < m_k$$

donde las m_i son las medianas poblacionales para cada condición o tratamiento y k el número de ellos.

Si se espera que la respuesta tenga sentido opuesto al incremento ordenado de la condición o tratamiento, es decir que a mayor estímulo, menor respuesta, entonces se plantean la siguientes hipótesis estadísticas,

$$H_0: m_1 = m_2 = \dots = m_k$$

$$H_A: m_1 > m_2 > \dots > m_k$$

A continuación se plantea el nivel de significación de la prueba, de acuerdo a la gravedad de los errores (Error Tipo I y Error Tipo II), como en cualquier otra prueba de hipótesis.

De acuerdo con el nivel de significación (α), el número de ocasiones o tratamientos (k) y el número de sujetos (b), se determina la región de rechazo de la hipótesis nula, a favor de una de las dos posibles hipótesis alternas (ascendente o descendente): se rechaza la hipótesis nula si L , el estadístico de prueba, es mayor o igual a $L_{\alpha, k, b}$ que se encuentra en las tablas 1 y 2 anexas.

Luego se deben verificar los siguientes supuestos:

1. Los sujetos reciben la condición (tratamiento) en forma individual, de tal manera que no interactúen con los demás sujetos.
2. La variable de interés es continua (en este caso aprendizaje).
3. La respuesta se mide en escala ordinal, a lo largo de las k ocasiones, para un sujeto.
4. No hay interacción entre sujetos y la condición, es decir que en el presente caso, la tendencia al aprendizaje tiene el mismo orden para cada sujeto.

5. La condición, se puede ordenar, es decir que la cantidad de estímulo, dificultad o experiencia debe ser ordinal.

6. Todos los sujetos reciben las mismas condiciones (tratamientos).

Una vez verificados los supuestos, se procede al análisis.

Análisis

Para la demostración de los análisis se utilizarán, con modificaciones, los datos de Sandoval (1988).

El trabajo de Sandoval (1988) trata de la eficiencia de un entrenamiento dirigido a mejorar el nivel de comprensión lectora, empleando la técnica de Cloze. En esta técnica se eliminan palabras de un texto escrito y se substituyen por espacios en blanco. La prueba consiste en "adivinar" las palabras faltantes, lo cual es posible gracias al encadenamiento "sistagmático", al fenómeno de redundancia del lenguaje, las palabras antecedentes, así como al contexto en el cual se encuentra dicha palabra faltante. Como respuesta al estímulo se tiene el número de palabras adivinadas (aciertos), el número de palabras no adivinadas (errores) y el número de veces que no hay respuesta (lagunas). El sujeto, corrige la prueba leyendo el texto original completo e indica el número de aciertos, errores y lagunas. Se efectúa una prueba inicial y 10 pruebas consecutivas, es decir un total de 11 "ocasiones".

Para la demostración en el caso de la hipótesis alterna de incrementos ordenados se utilizarán los aciertos, ya que se espera que

a lo largo de las ocasiones, habrá un aumento ordenado (ordinal) del número de aciertos (aumento del nivel de comprensión lectora).

Para el caso de la hipótesis alterna de decrementos ordenados se utilizarán los errores, ya que se espera que a lo largo de las ocasiones habrá una disminución ordenada (ordinal) del número de errores (aumento del nivel de comprensión lectora).

Se espera que el aprendizaje produzca un aumento de aciertos y una disminución de los errores (aumento del nivel de comprensión lectora).

Con el objeto de facilitar la demostración, se eliminaron tres sujetos y se modificaron los datos de tal manera que no hubieran empates. Quedaron por lo tanto $b = 9$ sujetos, cada uno bajo $k = 11$ ocasiones.

En el caso de los aciertos, se postulará la siguiente hipótesis de investigación: A lo largo de las sesiones de entrenamiento, (ocasiones) el número de aciertos aumenta (hay aumento en el nivel de comprensión lectora). Las hipótesis estadísticas correspondientes son:

$$H_0: m_1 = m_2 = \dots = m_{11}$$

$$H_A: m_1 < m_2 < \dots < m_{11}$$

Se utilizará un nivel de significación de $\alpha = 0,05$. Se rechazará la hipótesis nula si $L \geq L_{0,05;11;9} = 3737$.

El siguiente paso consta de la recolección de los datos. Si estos están en forma de rangos se procede directamente al análisis. Si están en una escala superior a la ordinal, se

deben transformar en rangos, ordenando en forma ascendente el número de aciertos desde la primera hasta la última ocasión, para cada sujeto. Se analizarán los datos correspondientes a "aciertos" y se usará un nivel de significación del 0,05 ($\alpha = 0,05$). Los datos se presentan en la Figura 1.

Sujeto	Ocasión										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	15	12	13	16	19	17	18	20	23	21	22
2	19	7	13	16	23	15	22	20	21	17	18
3	15	16	19	20	21	22	23	17	24	18	25
4	10	9	13	14	19	15	23	18	26	20	21
5	0	5	13	11	15	10	16	12	20	18	17
6	11	14	12	19	16	20	17	18	22	21	25
7	13	15	18	20	24	19	25	26	21	22	23
8	11	15	12	20	21	13	19	29	27	26	28
9	13	17	15	19	25	20	16	18	27	23	21

Número de Aciertos
Figura 1

Como los datos no están expresados en forma de rangos, se ordenan y se obtienen los rangos correspondientes (Ver Figura 2).

Sujeto	Ocasión										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3	1	2	4	7	5	6	8	11	9	10
2	7	1	2	4	11	3	10	8	9	5	6
3	1	2	5	6	7	8	9	3	10	4	11
4	2	1	3	4	7	5	10	6	11	8	9
5	1	2	6	4	7	3	8	5	11	10	9
6	1	3	2	7	4	8	5	6	10	9	11
7	1	2	3	5	9	4	10	11	6	7	8
8	1	4	2	6	7	3	5	11	9	8	10
9	1	4	2	6	10	7	3	5	11	9	8

Rangos de los Aciertos
Figura 2

A continuación se prepara un cuadro para el cálculo de L (Figura 3). Este cuadro está basado en el cuadro con los rangos (Figura 2), pero con algunas adiciones:

1. Para cada ocasión, se suman los rangos de cada sujeto (ΣR) y se colocan en la fila que sigue a los rangos del último sujeto.
2. Se construye otra fila con el orden esperado (Y), que va de 1 a k en el caso de las hipótesis alternas ascendentes (corresponden a los subíndices de las m_i). En este caso particular van de 1 a 11.
3. Se multiplica, para cada ocasión, el orden esperado por la suma de los rangos ($Y(\Sigma R)$) y se coloca en la última fila.
4. Finalmente se suman las $Y(\Sigma R)$ sobre las ocasiones y se obtendrá $L = \Sigma Y(\Sigma R)$, que es el estadístico de prueba L de Page.

Como puede notarse, $L = 4294 > 3737 = L_{0,05;11;9}$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula en favor de la alterna y se concluye que la respuesta (aciertos) ha ido aumentando a lo largo de las ocasiones, tal como se había supuesto al principio, es decir que hay un aumento de la comprensión lectora, a lo largo de las ocasiones.

Se puede ver que los cálculos para esta prueba son sencillos, excepto cuando hay muchas ocasiones (tratamientos), entonces el proceso del cálculo de los rangos se hace tedioso.

Sujeto	Ocasión										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3	1	2	4	7	5	6	8	11	9	10
2	7	1	2	4	11	3	10	8	9	5	6
3	1	2	5	6	7	8	9	3	10	4	11
4	2	1	3	4	7	5	10	6	11	8	9
5	1	2	6	4	7	3	8	5	11	10	9
6	1	3	2	7	4	8	5	6	10	9	11
7	1	2	3	5	9	4	10	11	6	7	8
8	1	4	2	6	7	3	5	11	9	8	10
9	1	4	2	6	10	7	3	5	11	9	8
ΣR	18	20	27	46	69	46	66	63	88	69	82
Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Y(ΣR)	18	40	81	184	345	276	462	504	792	690	902
L = $\Sigma Y(\Sigma R)$	= 4294										

Cálculo del Estadístico L de Page para Aciertos
Figura 3

En el caso de los errores, se procede de la misma manera, sólo que ahora las hipótesis de investigación y estadísticas cambian. El cambio de la hipótesis alterna trae como consecuencia que las "Y" en el cálculo de L se presenten en forma descendente, es decir en vez de ir de 1 a 11, van de 11 a 1. Todo lo demás es igual al caso anterior. En las Figuras 4, 5 y 6 se muestran los datos, los rangos y el cálculo de L, respectivamente.

Para el caso de los errores, se postulará la siguiente hipótesis de investigación: A lo largo de las sesiones de entrenamiento, el número de errores disminuye (hay aumento en el nivel de comprensión lectora). Las hipótesis estadísticas correspondientes serán:

$$H_0: m_1 = m_2 = \dots = m_{11}$$

$$H_A: m_1 > m_2 > \dots > m_{11}$$

Se utilizará un nivel de significación de $\alpha = 0,05$.

Se rechazará la hipótesis nula si $L \geq L_{0,05;11;9} = 3737$.

Sujeto	Ocasión										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	13	17	16	14	20	12	11	10	6	7	4
2	11	16	17	12	5	15	4	7	9	6	10
3	10	13	11	9	3	5	4	7	2	6	0
4	14	12	16	15	10	13	5	11	4	9	7
5	8	6	15	18	13	20	14	17	9	11	12
6	14	9	1	13	12	8	11	6	5	7	2
7	17	14	10	9	3	8	5	2	7	1	0
8	19	15	14	10	8	13	5	1	3	2	0
9	11	5	7	10	4	6	9	8	2	3	1

Número de Errores
Figura 4

Sujeto	Ocasión										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7	10	9	8	11	6	5	4	2	3	1
2	7	10	11	8	2	9	1	4	5	3	6
3	9	11	10	8	3	5	4	7	2	6	1
4	9	7	11	10	5	8	2	6	1	4	3
5	2	1	8	10	6	11	7	9	3	4	5
6	11	7	1	10	9	6	8	4	3	5	2
7	11	10	9	8	4	7	5	3	6	2	1
8	11	10	9	7	6	8	5	2	4	3	1
9	11	5	7	10	4	6	9	8	2	3	1

Rangos de los Errores
Figura 5

Sujeto	Ocasión										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	7	10	9	8	11	6	5	4	2	3	1
2	7	10	11	8	2	9	1	4	5	3	6
3	9	11	10	8	3	5	4	7	2	6	1
4	9	7	11	10	5	8	2	6	1	4	3
5	2	1	8	10	6	11	7	9	3	4	5
6	11	7	1	10	9	6	8	4	3	5	2
7	11	10	9	8	4	7	5	3	6	2	1
8	11	10	9	7	6	8	5	2	4	3	1
9	11	5	7	10	4	6	9	8	2	3	1
ΣR	78	71	75	79	50	66	46	47	28	33	21
Y	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Y(ΣR)	858	710	675	632	350	396	230	180	84	66	21
L = ΣY(ΣR)	= 4210										

Cálculo del Estadístico L de Page para Errores Figura 6

Como puede notarse, $L = 4210 > 3737 = L_{0,05;11;9}$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula en favor de la alterna y se concluye que la respuesta (errores) ha ido disminuyendo a lo largo de las ocasiones, tal como se había supuesto al principio, es decir que hay un aumento del nivel de comprensión lectora

El Caso de los Empates

Cuando un sujeto obtiene una puntuación (aciertos o errores en los ejemplos que anteceden) igual para dos o más ocasiones, ocurrirán dos o más empates. Esto debe evitarse en lo posible, desempataando las puntuaciones, de modo que no hayan rangos empatados. Los empates hacen que el valor de L sea más pequeño, lo cual conduce a una prueba "conservadora", es decir, que para un nivel dado de significación, en realidad la prueba se está haciendo a

un nivel menor. Si se ha rechazado la hipótesis nula, no habrá problema; pero si sucede lo contrario, no se sabrá si en realidad la hipótesis nula se ha rechazado o no para el nivel especificado. No existe ninguna fórmula de corrección para empates en el caso del estadístico L de Page.

Los desempates se puede efectuar de varias maneras, entre ellas se tiene:

1. El desempate en forma aleatoria, es decir al azar.
2. El desempate por la "respuesta esperada", en el cual se toma en cuenta el sentido de la hipótesis alterna y lo que se espera de los resultados. Para ilustrar lo anterior, se utilizará como ejemplo, datos similares a los utilizados con anterioridad.

- 2.1. Desempates de Aciertos: Un empate debe desempatarse en el sentido inverso a la hipótesis alterna (" $1 > 2 > \dots > k$ "), si las ocasiones tienen el mismo nivel de dificultad, ya que se supone que hay un aumento en el nivel de comprensión lectora, es decir que debe haber más aciertos. Un empate indica lo contrario: no hay aumento en el nivel de comprensión lectora.

Por otra parte, si hay un empate entre dos pruebas con diferentes niveles de dificultad, se debe desempatar en el sentido de la hipótesis alterna (" $1 < 2 < \dots < k$ "), ya que se supone que debe haber un número menor de aciertos, debido al aumento de la dificultad de la prueba

ba. Un empate indica lo contrario: hay un aumento en el nivel de comprensión lectora. Se pueden presentar combinaciones de las situaciones anteriores, las cuales se resolverán bajo los mismos principios.

Sandoval (1988) utiliza 11 textos con dificultad ascendente. El primer texto es "muy fácil", los textos 2, 3, 4, 5, 6 y 7 son "fáciles", el 8º y 9º son de "dificultad media" y el 10º y 11º son "difíciles". De acuerdo a lo anterior y para demostrar el desempate de aciertos, se presenta en la Figura 7, para un sujeto dado, una serie de empates y la forma de desempatarlos.

Como puede observarse en la Figura 7, los desempates se hacen utilizando decimales, lo cual no es necesariamente "la forma", sino "una forma" de hacerlo. Cualquier otra manera puede ser igualmente útil.

2.2 Desempate de Errores: Un empate debe desempatarse en el sentido inverso al de la hipótesis alterna (" $1 < 2 < \dots < k$ "), si las ocasiones tienen el mismo nivel de dificultad, ya que se supone que debe haber un aumento en el nivel de comprensión lectora, es decir que debe haber menos errores. Un empate indica lo contrario: no hay un aumento en el nivel de comprensión lectora.

Dificultad Ocas Acier Desempa Comentarios

Dificultad	Ocas	Acier	Desempa	Comentarios
Muy Fácil	1	(15)	15	2 debe disminuir, pero
Fácil	2	(15)	15,1	no lo hizo, luego $1 < 2$.
Fácil	3	13		
Fácil	4	(17)	17,1	5 debe aumentar, pero no lo hizo, luego $4 > 5$.
Fácil	5	(17)	17	
Fácil	6	18		
Fácil	7	(14)	14	8 debe disminuir, pero
Dificultad Media	8	(14)	14,2	no lo hizo, luego $7 < 8$.
				9 debe disminuir respecto a 7, pero no lo hizo, luego $7 < 9$.
Dificultad Media	9	(14)	14,1	9 debe aumentar respecto a 8, pero no lo hizo, luego $8 > 9$.
Difícil	10	20		
Difícil	11	21		

Leyenda: Ocas: Ocasión, Acier: Aciertos, Desempa: Desempate, (): Rangos empatados.

Ejemplo de Desempate de Aciertos
Figura 7

En el caso de que el empate sea entre dos niveles de dificultad, se debe desempatar en el sentido de la hipótesis alterna (" $1 > 2 > \dots > k$ "), ya que se supone que debe haber un aumento del número de errores, debido al aumento de la dificultad de la prueba. Un empate indica lo contrario: hay aumento en el nivel de comprensión lectora.

Al igual que para los aciertos, se pueden presentar combinaciones de las situaciones anteriores, las cuales se pueden resolver utilizando los mismos principios. Ver la Figura 8.

TABLAS

Al final se presentan anexas, dos tablas con los valores críticos del estadístico L de Page. La Tabla 1 contiene valores para $\alpha = 0,05$ y la Tabla 2, para $\alpha = 0,01$.

El encabezamiento (k) indica el número de condiciones (tratamientos u ocasiones), va de 3 a 18.

La primera columna (b) se refiere al número de sujetos bajo prueba, y va de 2 a 100.

Los valores están basadas en las aproximaciones obtenidas con desvíos normales. Para su cálculo se utilizó el algoritmo 9 de Page (1963), con una ligera modificación en el redondeo, con el objeto de producir valores más cercanos a los valores exactos de Page (para k de 3 a 8 y para b de 2 a 12).

Dificultad	Ocas	Error	Desempa	Comentarios
Muy Fácil	1	(15)	15,1	2 debe aumentar, pero
Fácil	2	(15)	15	no lo hizo, luego $1 > 2$.
Fácil	3	14		
Fácil	4	(12)	12	5 debe disminuir, pero
Fácil	5	(12)	12,1	no lo hizo, luego $4 < 5$
Fácil	6	11		
Fácil	7	(10)	10,2	8 debe aumentar, pero
Dificultad Media	8	(10)	10	no lo hizo, luego $7 > 8$
				9 debe aumentar respecto a 7, pero no lo hizo, luego $7 > 9$.
Dificultad Media	9	(10)	10,1	9 debe disminuir respecto a 8, pero no lo hizo, luego $8 < 9$.
Difícil	10	9		
Difícil	11	8		

Leyenda: Ocas: Ocasión, Error: Errores, Desempa: Desempate, (): Rangos empatados.

Ejemplo de Desempate de Errores Figura 8

Tabla Nº 1
Valores Críticos de t

$\alpha = 0,05$

k

b	3	4	5	6	7	8	9	10
2	78	58	103	166	252	362	500	670
3	41	84	150	244	370	532	737	987
4	54	111	198	321	487	701	971	1302
5	66	137	244	397	603	869	1204	1615
6	79	163	291	474	719	1037	1437	1927
7	91	189	338	550	835	1204	1668	2238
8	104	215	384	626	950	1371	1900	2549
9	116	240	431	701	1066	1537	2131	2859
10	128	266	477	777	1181	1704	2361	3169
11	141	292	523	852	1295	1870	2592	3479
12	153	318	570	928	1410	2036	2822	3788
13	165	343	616	1003	1529	2201	3052	4097
14	178	369	662	1078	1639	2367	3282	4405
15	190	394	708	1153	1754	2532	3511	4714
16	202	420	754	1229	1868	2698	3741	5022
17	215	446	800	1304	1983	2863	3970	5330
18	227	471	846	1379	2097	3028	4199	5638
19	239	497	892	1454	2211	3193	4428	5946
20	252	522	938	1529	2325	3358	4657	6253
21	264	548	984	1604	2439	3523	4886	6561
22	276	573	1030	1678	2553	3688	5115	6868
23	288	599	1076	1753	2667	3852	5343	7176
24	300	624	1121	1828	2781	4017	5572	7483
25	313	650	1167	1903	2895	4182	5801	7790
26	325	675	1213	1978	3009	4346	6029	8097
27	337	701	1259	2052	3123	4511	6257	8404
28	349	726	1305	2127	3237	4675	6486	8710
29	362	752	1350	2202	3350	4840	6714	9017
30	374	777	1396	2277	3464	5004	6942	9324
31	386	803	1442	2351	3578	5168	7170	9630
32	398	828	1488	2426	3691	5333	7398	9937
33	410	853	1533	2501	3805	5497	7627	10243
34	423	879	1579	2575	3919	5661	7855	10550
35	435	904	1625	2650	4032	5826	8083	10856
36	447	930	1670	2724	4146	5990	8310	11163
37	459	955	1716	2799	4259	6154	8538	11469
38	471	980	1762	2873	4373	6318	8766	11775
39	484	1006	1807	2948	4487	6482	8994	12081
40	496	1031	1853	3023	4600	6646	9222	12387
41	508	1057	1899	3097	4713	6810	9450	12693
42	520	1082	1944	3172	4827	6974	9677	12999
43	532	1107	1990	3246	4940	7138	9905	13305
44	545	1133	2036	3320	5054	7302	10133	13611
45	557	1158	2081	3395	5167	7466	10360	13917
46	569	1183	2127	3469	5281	7630	10588	14223
47	581	1209	2172	3544	5394	7794	10815	14529
48	593	1234	2218	3618	5507	7958	11043	14834
49	605	1259	2264	3693	5621	8122	11270	15140
50	618	1285	2309	3767	5734	8286	11498	15446

Tabla Nº 1 (continuación)

Valores Críticos de t

$\alpha = 0,05$

k

b	3	4	5	6	7	8	9	10
51	630	1310	2355	3842	5847	8450	11725	15752
52	642	1335	2400	3916	5916	8613	11953	16057
53	654	1361	2446	3990	6074	8777	12180	16363
54	666	1386	2492	4065	6187	8941	12408	16668
55	678	1411	2537	4139	6301	9105	12635	16974
56	691	1437	2583	4213	6414	9268	12862	17280
57	703	1462	2628	4288	6527	9432	13090	17585
58	715	1487	2674	4362	6640	9596	13317	17891
59	727	1513	2719	4436	6754	9760	13544	18196
60	739	1538	2765	4511	6867	9923	13771	18501
61	751	1563	2810	4585	6980	10087	13999	18807
62	763	1588	2856	4659	7093	10251	14226	19112
63	776	1614	2901	4734	7206	10414	14453	19418
64	788	1639	2947	4808	7320	10578	14680	19723
65	800	1664	2992	4882	7433	10742	14907	20028
66	812	1690	3038	4957	7546	10905	15135	20334
67	824	1715	3083	5031	7659	11069	15362	20639
68	836	1740	3129	5105	7772	11232	15589	20944
69	848	1766	3174	5180	7885	11396	15816	21249
70	861	1791	3220	5254	7998	11560	16043	21555
71	873	1816	3265	5328	8112	11723	16270	21860
72	885	1841	3311	5402	8225	11887	16497	22165
73	897	1867	3356	5477	8338	12050	16724	22470
74	909	1892	3402	5551	8451	12214	16951	22775
75	921	1917	3447	5625	8564	12377	17178	23080
76	933	1942	3493	5699	8677	12541	17405	23385
77	946	1968	3538	5774	8790	12704	17632	23691
78	958	1993	3584	5848	8903	12868	17859	23996
79	970	2018	3629	5922	9016	13031	18086	24301
80	982	2044	3675	5996	9129	13195	18313	24606
81	994	2069	3720	6070	9242	13358	18540	24911
82	1006	2094	3766	6145	9355	13522	18767	25216
83	1018	2119	3811	6219	9468	13685	18994	25521
84	1030	2145	3856	6293	9581	13848	19221	25826
85	1043	2170	3902	6367	9694	14012	19448	26131
86	1055	2195	3947	6441	9807	14175	19675	26436
87	1067	2220	3993	6516	9920	14339	19902	26741
88	1079	2246	4038	6590	10033	14502	20128	27045
89	1091	2271	4084	6664	10146	14665	20355	27350
90	1103	2296	4129	6738	10259	14829	20582	27655
91	1115	2321	4175	6812	10372	14992	20809	27960
92	1127	2347	4220	6887	10485	15156	21036	28265
93	1140	2372	4265	6961	10598	15319	21263	28570
94	1152	2397	4311	7035	10711	15482	21489	28875
95	1164	2422	4356	7109	10824	15646	21716	29179
96	1176	2448	4402	7183	10937	15809	21943	29484
97	1188	2473	4447	7257	11050	15972	22170	29789
98	1200	2498	4493	7332	11163	16136	22397	30094
99	1212	2523	4538	7406	11276	16299	22623	30399
100	1224	2549	4583	7480	11389	16462	22850	30703

Tabla No 1 (continuación)

Valores Críticos de L

$\alpha = 0,05$

b	k							
	11	12	13	14	15	16	17	18
2	874	1115	1397	1723	2095	2517	2992	3523
3	1288	1645	2062	2543	3094	3719	4423	5209
4	1700	2171	2722	3359	4087	4914	5845	6886
5	2109	2695	3379	4171	5076	6104	7261	8556
6	2517	3217	4035	4980	6063	7291	8674	10222
7	2924	3738	4689	5788	7047	8475	10084	11884
8	3331	4258	5342	6595	8029	9658	11492	13544
9	3737	4777	5993	7400	9010	10838	12897	15201
10	4142	5295	6644	8204	9990	12018	14302	16857
11	4547	5813	7295	9008	10969	13196	15705	18912
12	4951	6331	7944	9811	11947	14373	17106	20165
13	5355	6848	8594	10613	12925	15550	18507	21816
14	5759	7364	9242	11414	13902	16725	19907	23467
15	6163	7881	9891	12216	14878	17900	21306	25117
16	6566	8397	10539	13016	15853	19075	22704	26766
17	6969	8913	11186	13817	16829	20248	24102	28415
18	7372	9428	11834	14616	17803	21422	25499	30062
19	7774	9943	12481	15416	18778	22595	26895	31709
20	8177	10458	13128	16215	19752	23767	28291	33355
21	8579	10973	13774	17014	20725	24939	29687	35001
22	8981	11488	14420	17813	21698	26110	31082	36647
23	9383	12002	15067	18611	22671	27282	32477	38292
24	9785	12517	15712	19410	23644	28453	33871	39936
25	10187	13031	16358	20208	24617	29623	35265	41580
26	10589	13545	17004	21005	25589	30793	36659	43224
27	10990	14059	17649	21803	26561	31963	38052	44867
28	11392	14572	18294	22600	27532	33133	39445	46510
29	11793	15086	18939	23398	28504	34303	40838	48152
30	12194	15600	19584	24195	29475	35472	42230	49795
31	12596	16113	20229	24991	30446	36641	43622	51437
32	12997	16626	20874	25788	31417	37810	45014	53078
33	13398	17140	21519	26585	32388	38979	46406	54720
34	13799	17653	22163	27381	33359	40147	47797	56361
35	14200	18166	22807	28178	34329	41315	49189	58002
36	14600	18679	23452	28974	35300	42483	50580	59643
37	15001	19191	24096	29770	36270	43651	51971	61283
38	15402	19704	24740	30566	37240	44819	53361	62924
39	15802	20217	25384	31362	38210	45987	54752	64564
40	16203	20730	26028	32157	39180	47154	56142	66204
41	16603	21242	26671	32953	40148	48322	57532	67843
42	17004	21755	27315	33749	41119	49489	58922	69483
43	17404	22267	27959	34544	42088	50656	60312	71122
44	17805	22780	28602	35340	43058	51823	61702	72761
45	18205	23292	29246	36135	44027	52990	63092	74400
46	18605	23804	29889	36930	44996	54156	64481	76039
47	19005	24316	30533	37725	45965	55323	65870	77678
48	19406	24828	31176	38520	46934	56490	67259	79316
49	19806	25341	31819	39315	47903	57656	68649	80955
50	20206	25853	32462	40110	48871	58822	70037	82593

Tabla No 1 (continuación)

Valores Críticos de L

$\alpha = 0,05$

b	k							
	11	12	13	14	15	16	17	18
51	20606	26365	33105	40905	49840	59988	71426	84231
52	21006	26877	33748	41700	50809	61154	72815	85869
53	21406	27388	34391	42494	51777	62320	74204	87507
54	21806	27900	35034	43289	52746	63486	75592	89144
55	22205	28412	35677	44083	53714	64652	76980	90782
56	22605	28924	36320	44878	54682	65818	78369	92420
57	23005	29436	36963	45672	55650	66983	79757	94057
58	23405	29947	37605	46467	56619	68149	81145	95694
59	23805	30459	38248	47261	57587	69314	82533	97331
60	24204	30970	38890	48055	58555	70480	83917	98968
61	24604	31482	39533	48849	59522	71645	85308	100605
62	25004	31994	40176	49643	60490	72810	86696	102242
63	25403	32505	40818	50437	61458	73975	88084	103879
64	25803	33016	41460	51231	62426	75140	89471	105515
65	26202	33528	42103	52025	63393	76305	90859	107152
66	26602	34039	42745	52819	64361	77470	92246	108788
67	27001	34551	43387	53613	65329	78635	93633	110425
68	27401	35062	44030	54407	66296	79800	95021	112061
69	27800	35573	44672	55201	67264	80965	96408	113697
70	28200	36084	45314	55994	68231	82129	97795	115333
71	28599	36596	45956	56788	69198	83294	99182	116969
72	28999	37107	46598	57582	70166	84458	100569	118605
73	29398	37618	47240	58375	71133	85623	101956	120241
74	29797	38129	47883	59169	72100	86787	103342	121877
75	30197	38640	48525	59962	73067	87952	104729	123512
76	30596	39151	49166	60756	74034	89116	106116	125148
77	30995	39662	49808	61549	75001	90280	107502	126784
78	31394	40173	50450	62343	75968	91444	108889	128419
79	31794	40684	51092	63136	76935	92609	110275	130055
80	32193	41195	51734	63929	77902	93773	111662	131690
81	32592	41706	52376	64723	78869	94937	113048	133325
82	32991	42217	53018	65516	79836	96101	114434	134960
83	33390	42728	53659	66309	80803	97265	115821	136596
84	33789	43239	54301	67102	81769	98429	117207	138231
85	34189	43750	54943	67895	82736	99592	118593	139866
86	34588	44261	55585	68688	83703	100756	119979	141501
87	34987	44772	56226	69482	84669	101920	121365	143135
88	35386	45282	56868	70275	85636	103084	122751	144770
89	35785	45793	57509	71068	86602	104247	124137	146405
90	36184	46304	58151	71861	87569	105411	125523	148040
91	36583	46815	58792	72654	88535	106575	126909	149674
92	36982	47325	59434	73447	89502	107738	128294	151309
93	37381	47836	60075	74239	90468	108902	129680	152944
94	37780	48347	60717	75032	91434	110065	131066	154578
95	38179	48857	61358	75825	92401	111229	132451	156213
96	38578	49368	62000	76618	93367	112392	133837	157847
97	38977	49879	62641	77411	94333	113555	135222	159481
98	39376	50389	63283	78204	95300	114719	136608	161116
99	39774	50900	63924	78996	96266	115882	137993	162750
100	40173	51410	64565	79789	97232	117045	139379	164384

Tabla N° 2

Valores Criticos de L

 $\alpha = 0,01$

h	k								
	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	--	60	107	173	262	377	520	696	
3	42	87	156	253	383	550	761	1019	
4	55	114	204	331	502	722	999	1338	
5	68	141	252	409	620	893	1236	1656	
6	81	167	299	486	738	1063	1471	1972	
7	93	193	346	563	855	1232	1706	2287	
8	106	219	393	640	972	1401	1940	2601	
9	118	246	440	717	1088	1569	2174	2915	
10	131	272	487	793	1205	1737	2407	3228	
11	143	298	534	869	1321	1905	2639	3540	
12	156	324	581	946	1437	2072	2871	3852	
13	168	350	627	1022	1552	2240	3103	4164	
14	181	376	674	1098	1668	2407	3335	4475	
15	193	402	721	1174	1783	2574	3567	4786	
16	206	427	767	1249	1899	2740	3798	5096	
17	218	453	813	1325	2014	2907	4029	5407	
18	230	479	860	1401	2129	3073	4260	5717	
19	243	505	906	1476	2244	3239	4491	6027	
20	255	531	953	1552	2359	3406	4721	6337	
21	268	556	999	1627	2474	3572	4952	6646	
22	280	582	1045	1703	2589	3738	5182	6956	
23	292	608	1091	1778	2704	3904	5412	7265	
24	305	633	1137	1854	2819	4069	5642	7574	
25	317	659	1184	1929	2933	4235	5872	7883	
26	329	685	1230	2004	3048	4401	6102	8192	
27	342	710	1276	2080	3163	4566	6332	8500	
28	354	736	1322	2155	3277	4732	6562	8809	
29	366	762	1368	2230	3392	4897	6791	9118	
30	379	787	1414	2305	3506	5063	7021	9426	
31	391	813	1460	2380	3621	5228	7250	9734	
32	403	838	1506	2455	3735	5393	7480	10042	
33	415	864	1552	2531	3849	5559	7709	10351	
34	428	890	1598	2606	3964	5724	7938	10659	
35	440	915	1644	2681	4078	5889	8167	10966	
36	452	941	1690	2756	4192	6054	8397	11274	
37	465	966	1736	2831	4306	6219	8626	11582	
38	477	992	1782	2906	4420	6384	8855	11890	
39	489	1017	1828	2981	4535	6549	9084	12198	
40	501	1043	1874	3056	4649	6714	9313	12505	
41	514	1069	1920	3131	4763	6879	9541	12813	
42	526	1094	1966	3205	4877	7044	9770	13120	
43	538	1120	2012	3280	4991	7209	9999	13428	
44	550	1145	2058	3355	5105	7373	10228	13735	
45	563	1171	2104	3430	5219	7538	10457	14042	
46	575	1196	2149	3505	5333	7703	10685	14349	
47	587	1222	2195	3580	5447	7868	10914	14657	
48	599	1247	2241	3655	5561	8032	11142	14964	
49	612	1273	2287	3729	5675	8197	11371	15271	
50	624	1298	2333	3804	5789	8362	11599	15578	

Tabla N° 2 (continuación)

Valores Criticos de L

 $\alpha = 0,01$

h	k								
	3	4	5	6	7	8	9	10	
51	636	1323	2379	3879	5902	8526	11828	15885	
52	648	1349	2424	3934	6016	8691	12056	16192	
53	660	1374	2470	4029	6130	8855	12285	16499	
54	673	1400	2516	4103	6244	9020	12513	16806	
55	685	1425	2562	4178	6358	9184	12741	17112	
56	697	1451	2608	4253	6471	9349	12970	17419	
57	709	1476	2653	4327	6585	9513	13198	17726	
58	722	1502	2699	4402	6699	9678	13426	18033	
59	734	1527	2745	4477	6813	9842	13655	18339	
60	746	1553	2791	4552	6926	10007	13883	18646	
61	758	1578	2836	4626	7040	10171	14111	18953	
62	770	1603	2882	4701	7154	10335	14339	19259	
63	783	1629	2928	4776	7268	10500	14567	19566	
64	795	1654	2974	4850	7381	10664	14795	19872	
65	807	1680	3019	4925	7495	10828	15023	20179	
66	819	1705	3065	4999	7609	10993	15251	20485	
67	831	1730	3111	5074	7722	11157	15479	20792	
68	844	1756	3156	5149	7836	11321	15707	21098	
69	856	1781	3202	5223	7949	11485	15935	21404	
70	868	1807	3248	5298	8063	11649	16163	21711	
71	880	1832	3294	5372	8177	11814	16391	22017	
72	892	1857	3339	5447	8290	11978	16619	22323	
73	905	1883	3385	5522	8404	12142	16847	22630	
74	917	1908	3431	5596	8517	12306	17075	22936	
75	929	1934	3476	5671	8631	12470	17303	23242	
76	941	1959	3522	5745	8744	12634	17531	23548	
77	953	1984	3568	5820	8858	12799	17759	23854	
78	966	2010	3613	5894	8971	12963	17986	24161	
79	978	2035	3659	5969	9085	13127	18214	24467	
80	990	2061	3705	6043	9198	13291	18442	24773	
81	1002	2086	3750	6118	9312	13455	18670	25079	
82	1014	2111	3796	6192	9425	13619	18897	25385	
83	1026	2137	3841	6267	9539	13783	19125	25691	
84	1039	2162	3887	6341	9652	13947	19353	25997	
85	1051	2187	3933	6416	9766	14111	19580	26303	
86	1063	2213	3978	6490	9879	14275	19808	26609	
87	1075	2238	4024	6565	9993	14439	20036	26915	
88	1087	2263	4070	6639	10106	14603	20263	27221	
89	1100	2289	4115	6714	10219	14767	20491	27527	
90	1112	2314	4161	6788	10333	14931	20719	27832	
91	1124	2340	4206	6863	10446	15095	20946	28138	
92	1136	2365	4252	6937	10560	15259	21174	28444	
93	1148	2390	4298	7012	10673	15423	21401	28750	
94	1160	2416	4343	7086	10786	15587	21629	29056	
95	1173	2441	4389	7160	10900	15750	21856	29362	
96	1185	2466	4434	7235	11013	15914	22084	29667	
97	1197	2492	4480	7309	11126	16078	22312	29973	
98	1209	2517	4526	7384	11240	16242	22539	30279	
99	1221	2542	4571	7458	11353	16406	22767	30585	
100	1233	2568	4617	7533	11466	16570	22994	30890	

Tabla Nº 2 (continuación)

Valores Críticos de L

 $\alpha = 0,01$

k

b	11	12	13	14	15	16	17	18
2	907	1156	1447	1783	2167	2601	3090	3636
3	1329	1695	2123	2617	3182	3822	4542	5347
4	1746	2229	2793	3444	4189	5033	5983	7045
5	2161	2760	3459	4266	5190	6237	7416	8734
6	2575	3288	4122	5085	6187	7437	8844	10417
7	2987	3815	4783	5901	7181	8633	10267	12095
8	3397	4340	5442	6716	8173	9826	11688	13770
9	3807	4864	6100	7528	9163	11017	13105	15441
10	4216	5388	6757	8340	10151	12206	14521	17110
11	4625	5910	7413	9150	11138	13394	15934	18777
12	5033	6432	8068	9959	12124	14580	17346	20441
13	5440	6953	8722	10767	13108	15765	18757	22105
14	5847	7474	9376	11575	14092	16949	20166	23766
15	6254	7994	10029	12382	15075	18131	21575	25427
16	6660	8514	10681	13188	16057	19313	22982	27086
17	7066	9033	11333	13993	17038	20495	24388	28744
18	7472	9552	11985	14798	18019	21675	25793	30401
19	7877	10071	12636	15603	18999	22855	27198	32058
20	8282	10589	13287	16407	19979	24034	28602	33713
21	8687	11107	13938	17211	20958	25212	30005	35368
22	9092	11625	14588	18014	21937	26390	31407	37022
23	9497	12143	15238	18817	22915	27568	32809	38675
24	9901	12660	15887	19620	23893	28745	34211	40328
25	10305	13177	16537	20422	24871	29922	35612	41980
26	10709	13694	17186	21224	25848	31098	37012	43631
27	11113	14211	17835	22026	26825	32274	38412	45282
28	11517	14727	18483	22827	27802	33449	39812	46933
29	11920	15244	19132	23628	28778	34624	41211	48583
30	12324	15760	19780	24429	29754	35799	42610	50233
31	12727	16276	20428	25230	30730	36974	44009	51882
32	13130	16792	21076	26031	31705	38148	45407	53531
33	13533	17308	21724	26831	32681	39322	46805	55179
34	13936	17823	22371	27631	33656	40495	48202	56827
35	14339	18339	23019	28431	34630	41669	49599	58475
36	14742	18854	23666	29231	35605	42842	50996	60123
37	15145	19370	24313	30031	36579	44015	52393	61770
38	15547	19885	24960	30830	37554	45187	53789	63417
39	15950	20400	25607	31630	38528	46360	55185	65063
40	16352	20915	26254	32429	39502	47532	56581	66709
41	16755	21430	26900	33228	40475	48704	57977	68355
42	17157	21945	27547	34027	41449	49876	59372	70001
43	17559	22459	28193	34826	42422	51048	60768	71647
44	17961	22974	28839	35624	43395	52219	62162	73292
45	18363	23488	29485	36423	44368	53390	63557	74937
46	18765	24003	30131	37221	45341	54562	64952	76582
47	19167	24517	30777	38019	46314	55733	66346	78226
48	19569	25031	31423	38817	47287	56903	67740	79870
49	19971	25546	32069	39616	48259	58074	69135	81515
50	20373	26060	32715	40413	49231	59245	70528	83158

Tabla Nº 2 (continuación)

Valores Críticos de L

 $\alpha = 0,01$

k

b	11	12	13	14	15	16	17	18
51	20774	26574	33360	41211	50204	60415	71922	84802
52	21176	27088	34006	42009	51176	61585	73316	86446
53	21578	27602	34651	42807	52148	62755	74709	88089
54	21979	28116	35297	43604	53120	63925	76102	89732
55	22381	28629	35942	44402	54092	65095	77495	91375
56	22782	29143	36587	45199	55063	66265	78888	93018
57	23183	29657	37232	45996	56035	67434	80281	94661
58	23585	30170	37877	46793	57006	68604	81674	96303
59	23986	30684	38522	47590	57978	69773	83066	97946
60	24387	31197	39167	48388	58949	70942	84459	99588
61	24789	31711	39812	49184	59920	72112	85851	101230
62	25190	32224	40457	49981	60891	73281	87243	102872
63	25591	32738	41102	50778	61862	74449	88635	104514
64	25992	33251	41746	51575	62833	75618	90027	106155
65	26393	33764	42391	52371	63804	76787	91419	107797
66	26794	34277	43035	53168	64775	77956	92810	109438
67	27195	34791	43680	53965	65745	79124	94202	111080
68	27596	35304	44324	54761	66716	80293	95593	112721
69	27997	35817	44969	55557	67687	81461	96985	114362
70	28398	36330	45613	56354	68657	82629	98376	116003
71	28799	36843	46257	57150	69627	83797	99767	117643
72	29199	37356	46902	57946	70598	84965	101158	119284
73	29600	37868	47546	58742	71568	86133	102549	120925
74	30001	38381	48190	59538	72538	87301	103940	122565
75	30401	38894	48834	60334	73508	88469	105330	124205
76	30802	39407	49478	61130	74478	89637	106721	125846
77	31203	39920	50122	61926	75448	90805	108112	127486
78	31603	40432	50766	62722	76418	91972	109502	129126
79	32004	40945	51410	63518	77388	93140	110893	130766
80	32404	41458	52054	64313	78358	94307	112283	132406
81	32805	41970	52698	65109	79327	95475	113673	134045
82	33205	42483	53341	65905	80297	96642	115063	135685
83	33606	42995	53985	66700	81267	97809	116453	137324
84	34006	43508	54629	67496	82236	98976	117843	138964
85	34407	44020	55272	68291	83206	100143	119233	140603
86	34807	44533	55916	69087	84175	101310	120623	142243
87	35207	45045	56560	69882	85144	102477	122013	143882
88	35608	45557	57203	70677	86114	103644	123402	145521
89	36008	46070	57847	71473	87083	104811	124792	147160
90	36408	46582	58490	72268	88052	105978	126182	148799
91	36808	47094	59133	73063	89021	107145	127571	150438
92	37209	47607	59777	73858	89990	108311	128960	152077
93	37609	48119	60420	74654	90959	109478	130350	153715
94	38009	48631	61064	75449	91928	110645	131739	155354
95	38409	49143	61707	76244	92897	111811	133128	156992
96	38809	49655	62350	77039	93866	112977	134517	158631
97	39209	50167	62993	77834	94835	114144	135906	160269
98	39610	50679	63636	78629	95804	115310	137296	161908
99	40010	51192	64280	79424	96773	116477	138684	163546
100	40410	51704	64923	80218	97741	117643	140073	165184

REFERENCIAS

- Daniel, W.W. (1978). *Applied Nonparametric Statistics*. Boston: Houghton Mifflin Co.
- Dayton, C.M. (1970). *The Design of Educational Experiments*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Greene, J. y d'Oliveira, M. (1984). *Pruebas Estadísticas para la Psicología y Ciencias Sociales*. Bogotá: Editorial Norma, S.A.
- Leach, C. (1982). *Fundamentos de Estadística*. Mexico: Editorial Limusa, S.A.
- Page, E.B. (1963). Ordered Hypothesis for Multiple Treatments: A Significant Test for Linear Ranks. *American Statistical Association Journal*, 58, 216-230.
- Sandoval de A., M. (1988). *Entrenamiento en Comprensión Lectora Utilizando la Técnica de Cloze con Estudiantes del Primer Semestre de Educación Superior*. Tesis de Maestría sin publicar. Instituto Universitario Pedagógico Experimental de Maracay. Maracay.

LOS AUTORES

HERMANN WIEDENKOPFER

Doctor en Medicina Veterinaria, U.C.V., 1956. Master of Science en Estadística, Iowa State University, U.S.A., 1966. Ph.D. en Biometría, University of Minnesota, U.S.A., 1972. Profesor Titular a Tiempo Completo en la UPFL, Sede Maracay, Subdirección de Investigación y Post-grado, Coordinación General de Investigación. Profesor de Estadística Aplicada a la Educación.

MARINA DE ALVAREZ

Licenciada en Psicología, U.C.V. Licenciada en Educación, U.C. Magister en Educación Superior, Mención Docencia Universitaria, IUPERMAR. Profesora Titular a Dedicación Exclusiva, adscrita al Departamento de Componente Docente de la UPFL, Sede Maracay. Profesora de Psicología Evolutiva y de Psicología Educativa.