

Estudio comparativo entre dos grupos de la población que cursa bioquímica en la facultad de medicina de la U.N.A.M.

Dres. Magdalena Carrillo y Gabriel Carrillo, Profesores del Depto. de Bioquímica de la Facultad de Medicina, UNAM.

Planteamiento del problema

Anualmente, ingresan a la Facultad de Medicina más de 3,000 alumnos. Para su manejo se ha subdividido a esta población; mientras una mitad cursa las materias de Anatomía Humana, Fisiología Humana, Medicina Humanística e Introducción a la Práctica Médica, correspondientes al primer semestre de la carrera; la otra mitad cursa el segundo, cuyas materias son, Bioquímica, Histología Humana, Embriología Humana, Medicina Preventiva y Psicología Médica. Al término del semestre se invierten los cursos.

Este hecho plantea la inquietud de conocer si esta subdivisión afecta al rendimiento obtenido por los alumnos en la materia de Bioquímica.

Importancia de la investigación

El estudio servirá como base para fundamentar o invalidar un replanteamiento educativo de grupos diferentes.

En el caso de que se encuentren diferencias significativas, se abrirá un nuevo campo de investigaciones encaminadas a evaluar las diferencias cualitativas y cuantitativas entre ambos grupos, y permitirá un replanteamiento del proceso enseñanza aprendizaje en el que se consideren las diferencias existentes entre ambos grupos.

En el caso contrario, o sea que el resultado del experimento no muestre diferencias

significativas entre ambos grupos de la población, invalidará planteamientos para mejorar el rendimiento que se fundamenten en la diferenciación. Por otro lado, investigaciones que se hagan en un grupo podrán considerarse válidas para el otro.

Hipótesis

Se plantea la hipótesis nula (H_0), o sea que, no hay diferencias significativas entre los dos grupos que cursan Bioquímica.

Definición de términos

Grupo 1. Alumnos que ingresan a la UNAM y cursan en su primer semestre las materias de Bioquímica.

Grupo 2. Alumnos que ya llevaron un semestre en la Facultad y que cursan Bioquímica en su segundo semestre.

Rendimiento escolar. Para medir el rendimiento escolar se utilizará la calificación proporcionada por el segundo examen departamental, que tiene las siguientes características: El mismo examen se aplica a la totalidad de los alumnos. (Un mismo examen se aplicó a los dos grupos en distinto tiempo). No hay exentos, se basa en los objetivos de aprendizaje establecidos por el departamento y publicados en forma de manual que se entrega a cada alumno, y consta de 70 reactivos que abarcan siete temas: enzimas; oxidaciones biológicas; metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas; regulación metabólica y genética.

Muestreo

Se tomaron los resultados de los grupos completos, esto es 1,653 alumnos para el primer grupo y 1,646 para el segundo.

Procedimiento estadístico

Primero. Utilizar la técnica del análisis de la varianza que sirve para contrastar la

Revisión estadística Francisco Sánchez Villareal, Unidad de Computación de la División de Investigación de la Facultad de Medicina, UNAM.

Listado de Datos

Primera columna (P) indica las puntuaciones posibles de obtener en la prueba de rendimiento. En la segunda y tercera columnas, se indica el número de alumnos en cada grupo que obtuvieron una misma puntuación, o sea la frecuencia con que se repite una puntuación = f.

P	Grupo 1	Grupo 2	P	Grupo 1	Grupo 2
0.00	—	—	5.14	45	48
0.14	—	—	5.29	33	47
0.28	—	—	5.43	44	41
0.43	—	—	5.57	44	64
0.57	—	—	5.71	31	51
0.71	—	—	5.85	30	42
0.86	1	1	6.00	26	45
1.00	—	—	6.14	29	44
1.14	4	1	6.29	31	42
1.28	1	—	6.43	20	43
1.43	4	1	6.57	24	23
1.57	6	1	6.71	24	39
1.71	6	3	6.85	23	36
1.85	11	2	7.00	76	23
2.00	15	7	7.14	16	31
2.14	14	7	7.29	11	31
2.29	24	4	7.43	11	26
2.43	18	8	7.54	18	30
2.57	33	13	7.71	15	17
2.71	36	14	7.85	7	31
2.85	40	22	8.00	11	24
3.00	45	23	8.14	9	23
3.14	42	27	8.29	4	31
3.29	62	27	8.43	3	22
3.43	57	41	8.57	15	15
3.57	51	39	8.71	4	12
3.71	48	48	8.85	2	18
3.85	60	41	9.00	—	7
4.00	67	49	9.14	—	14
4.14	46	30	9.29	—	8
4.29	76	50	9.43	1	3
4.43	77	54	9.57	—	4
4.57	49	55	9.71	—	4
4.71	57	49	9.85	—	—
4.85	54	48	10.00	—	—
5.00	42	43			

hipótesis nula propuesta.

Segundo. Utilizar el estadígrafo F de Snedecor para evaluar si la desigualdad entre las varianzas es significativa.

Tercero. Probar si existe diferencia significativa entre los aprobados y no aprobados en uno y otro grupo mediante la χ^2 (ji cuadrada) por Pearson.

Este mismo estadígrafo se utiliza para evaluar las diferencias entre los que logran

calificaciones de Na, S, B y MB en los dos grupos.

Primero. Análisis de la varianza.

$$\text{Varianza} = s^2 = \frac{\sum x^2}{N}$$

en donde:
$$\sum x^2 = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}$$

X = Calificación obtenida por cada alumno en la prueba de rendimiento, de 0 a 10.
 $\sum f = N$ = Número de alumnos en el grupo.

Con estos datos, se procedió a sacar N, (Σx), Σx^2 , $\Sigma x^2 s^2$ para cada grupo.

Grupo 1	Grupo 2
Número de alumnos = N = $\Sigma f = 1,653$	N = $\Sigma f = 1,646$
Suma de la calificaciones $\Sigma x = \Sigma P \cdot f = 7,757.46$	$\Sigma x = \Sigma P \cdot f = 9,105.82$
Suma de cuadrados de las calificaciones. $\Sigma x^2 = \Sigma p^2 \cdot f = 40,498.84$	$\Sigma x^2 = \Sigma p^2 \cdot f = 55,298.84$

Con estos datos se sustituyó en la fórmula:

$$\Sigma x^2 = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N}$$

Grupo 1	Grupo 2
$\Sigma x^2 = 49,598.84 - \frac{(7,757.46)^2}{1,653}$	$\Sigma x^2 = 55,298.94 - \frac{(9,105.82)^2}{1,646}$
$\Sigma x^2 = 4,193.40$	$\Sigma x^2 = 4,924.00$

de donde se obtuvo la varianza $s^2 = \frac{\Sigma x^2}{N}$

$$s^2 = \frac{4,193.40}{1,653} = 2.54$$

$$s^2 = \frac{4,924.00}{1,646} = 2.99$$

Segundo. Cuadro de Análisis de Varianza y la F de Snedecor.

Una vez determinadas las varianzas de los dos grupos, se determina si la diferencia entre una y otra es significativa. Para lo cual se requiere obtener los valores del “cuadro de análisis de la varianza y la F de Snedecor”.

Variación entre grupos.

$$\text{Suma de los cuadrados entre grupos} = \Sigma x_e^2 = \frac{(\Sigma x_1)^2}{N_1} + \frac{(\Sigma x_2)^2}{N_2} - \frac{(\Sigma x_T)^2}{N_T}$$

N_1 = número de alumnos del grupo 1

N_2 = número de alumnos del grupo 2

X_T = suma de calificaciones de los dos grupos

N_T = total de los alumnos.

$$\text{sustituyendo: } \Sigma x_e^2 = \frac{(7,757.46)^2}{1,653} + \frac{(9,105.67)^2}{1,646} - \frac{(16,860.13)^2}{3,299} = 583.23$$

Variación dentro de los grupos.

$$\text{Suma de cuadrados dentro de los grupos} = \Sigma x_d^2 = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N}$$

$$\Sigma x_d^2 = \Sigma x_{d_1}^2 (\text{del grupo 1}) + \Sigma x_{d_2}^2 (\text{del grupo 2})$$

sustituyendo para cada grupo.

$$\begin{aligned} \text{Grupo 1} & & \text{Grupo 2} \\ \Sigma x_{d_1}^2 &= 40,598 - \frac{(7,757.49)^2}{1,653} & \Sigma x_{d_1}^2 &= 55,298.94 - \frac{(9,106.67)^2}{1,646} \\ \Sigma x_{d_1}^2 &= 4,221.28 & \Sigma x_{d_2}^2 &= 4,924.73 \\ \Sigma x_d^2 &= 4,221.28 + 4,924.73 = 9,146.01 \end{aligned}$$

Variación total

$$\text{Suma total de cuadrados} = \Sigma x_t^2 = \Sigma x_1^2 + \Sigma x_2^2 - \frac{(\Sigma x_1 + \Sigma x_2)^2}{N_1 + N_2}$$

$$\text{sustituyendo: } \Sigma x_t^2 = 55,298.94 + 40,598.84 - \frac{(16,860.13)^2}{3,299} = 9,729.23$$

Grados de libertad = gl

Grados de libertad entre grupos = número de grupos menos 1 = (2 - 1) = 1

Grados de libertad dentro de grupos = suma total del número de alumnos menos 1, por cada grupo = (1,653 - 1) + (1,646 - 1) = 3,297

Grados de libertad total de los grupos = número total de los alumnos menos 1 = (1,653 + 1,646) - 1 = 3,298

Cuadrados medios

Suma de cuadrados medios = suma de cuadrados divididos por los grados de libertad.

$$\text{Suma de cuadrados medios entre los grupos} = \frac{583.23}{1} = 583.23$$

$$\text{Suma de cuadrados medios dentro de los grupos} = \frac{9,146.01}{3297} = 2.77$$

Cuadro resumen de Análisis de la Varianza

Origen de la variación	gl	Suma de cuadrados	Suma de cuadrados medios
Entre grupos	1	585.23	583.23
Dentro de los grupos	3,297	9,146.01	2.77
Total	3,298	9,728.24	

F de Snedecor

Con los datos del análisis de la Varianza se procedió a determinar la F de Snedecor.

$$F = \frac{\Sigma x_e^2}{\Sigma x_d^2} = \frac{\text{suma de cuadrados medios entre grupos}}{\text{suma de cuadrados medios dentro de los grupos}}$$

$$\text{sustituyendo: } F = \frac{583.23}{2.77} = 194.30$$

Comparando este valor con las tablas de la distribución de F de Snedecor para 1 y 3,297 grados de libertad, se observó que el valor tiene una significancia menor de 1 por ciento.

Como el valor calculado de la F (194.30) es superior al de la tabla de distribución de la F de Snedecor (6.64), se RECHAZA LA HIPOTESIS NULA, esto es, existe una diferencia significativa de las medidas en los grupos.

La probabilidad de haber rechazado la hipótesis nula siendo cierta esta por debajo del 1 por ciento.

Tercero. χ^2 (ji cuadrada) de Fearson

La ji cuadrada sirve para probar la existencia de una diferencia significativa entre el rendimiento observado y el esperado para subgrupos de una muestra.

Esta diferencia puede probarse mediante la fórmula:

$$(ji) \chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde O_i son los valores observados

E_i los valores esperados conforme a la hipótesis nula

$\sum_{i=1}^k$ suma de todas las categorías.

Para la determinación de la ji cuadrada se resumen todos los valores observados en la llamada tabla de contingencia.

Valores observados			
	Grupo 1	Grupo 2	Totales
alumnos no acreditados	1,273	1,001	2,274
alumnos acreditados	380	645	1,025
Totales	1,653	1,646	3,300

Los valores esperados se obtienen de la siguiente manera:

Se determinan los totales por columnas y por renglones, y el valor de cada casilla se obtiene multiplicando el total del renglón por el total de la columna y se divide este valor por el total general; ejemplo: 1,653 total de alumnos del grupo 1 por 2,274 total de alumnos no acreditados de los dos grupos dividido por 3,300.

$$\frac{1,653 \times 2,274}{3,300} = 1,139.07$$

será el primer valor esperado que se pone en la tabla de contingencia de los valores esperados.

Valores esperados		
	Grupo 1	Grupo 2
alumnos no acreditados	1,139.07	1,134.93
alumnos acreditados	513.90	512.07

Una vez determinada la gráfica de contingencia esperada se determina la ji cuadrada sustituyendo los datos en la fórmula.

$$(ji) \chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{(1,237 - 1,139.07)^2}{1,139.07} + \frac{(1,001) - (1,134.93)^2}{1,134.93} \\ + \frac{(380 - 513.90)^2}{513.90} + \frac{(645 - 512.07)^2}{512.07} = 100.7308$$

Una vez determinada la ji cuadrada se determinan los grados de libertad que van a servir para analizar en la tabla de Snedecor el nivel de significancia.

Grados de libertad.

gl = (renglón es menos 1) (columnas menos 1)

gl = (2 - 1) (2 - 1) = 1

Para una ji cuadrada de 100.73 y un grado de libertad se encuentra un nivel de significancia menor al 0.001 en la tabla de distribución ji cuadrada de Pearson.

Por lo que nuevamente se rechaza la hipótesis nula y *existe una diferencia significativa entre el número de aprobados en uno y otro grupo.*

Se determinó también ji cuadrada asociando los datos obtenidos en la escala de calificación que se da en la UNAM que son Na (No acreditado de 0 a 5.9), (Suficiente de 6 a 7.4), B (Bien de 7.5 a 8.4), MB (Muy Bien de 8.5 a 10) y se obtuvo la siguiente tabla de contingencia:

	Grupo 1	Grupo 2	Totales
Na	1,273	1,001	2,274
S	291	382	673
B	67	178	245
MB	22	85	107
T	1,653	1,646	3,299

Tabla de contingencias esperada

	Grupo 1	Grupo 2
Na	1,139.07	1,134.93
S	337.61	336.39
B	122.72	122.28
MB	53.60	53.40

Sustituyendo los datos en la fórmula de la ji cuadrada:

$$\frac{(1,273 - 1,139.07)^2}{1,139.07} + \frac{(1,001 - 1,139.93)^2}{1,139.93} + \frac{(291 - 337.61)^2}{337.61} \\ + \frac{(383 - 336.39)^2}{336.39} + \frac{(67 - 112.72)^2}{112.72} + \frac{(178 - 122.28)^2}{122.28} \\ + \frac{(22 - 53.60)^2}{53.60} + \frac{(85 - 53.40)^2}{53.40} = 132.4654$$

$$\text{Grados de libertad} = (4 - 1) (2 - 1) = 3$$

Nivel de significancia encontrado en las tablas menor a 0,001

En este análisis más detallado también se rechaza la hipótesis nula.

Conclusiones

Se planteó la hipótesis de que no hay diferencia entre el grupo de alumnos que cursa la bioquímica en el primer semestre con aquéllos que la cursan en el segundo semestre en la carretera de Médico Cirujano, a lo que se llamó hipótesis nula.

1o. Se aplicó el análisis de varianza para las dos muestras y se obtuvo una F de Snedecor calculada de 194.30.

Comparando este valor con el de las tablas para 1 y 3,298 grados de libertad se observó que tiene una significancia menor al 1 por ciento.

Por ello, se rechaza la hipótesis nula, esto es, los grupos NO son iguales.

2o. Se determinó la ji cuadrada de Pearson entre los dos grupos analizando los alumnos aprobados y los no aprobados, de lo que se concluye que las diferencias encontradas no son exclusivamente al azar, por haber dividido a la población en dos grupos, sino que existe un rendimiento significativamente mayor en aquellos alumnos que cursan la bioquímica en el segundo semestre.

3o. Se determinaron las diferencias de calificaciones (Na, S, B y MB) entre los grupos por medio de la ji cuadrada, que se resumen en el siguiente cuadro:

	Esperado	Grupo 1	Esperado	Grupo 2
NA	1,139.07	1,237	1,134.93	1,001.
S	337.61	291	336.39	382
B	122.72	67	122.28	178
MB	53.60	22	53.40	85

Con lo que se hacen notorios los resultados desfavorables del primer grupo respecto a lo esperado y favorables para el segundo grupo.

Si se establece una comparación porcentual.

- para 100 alumnos que sacan NA en el grupo 1, hay 79 en el grupo 2
- para 100 alumnos que sacan S en el grupo 1, hay 132 en el grupo 2
- para 100 alumnos que sacan B en el grupo 1, hay 266 en el grupo 2
- para 100 alumnos que sacan MB en el grupo 1, hay 386 en el grupo 2

Con esto se hace evidente un notorio incremento hacia las mejores calificaciones en los alumnos que cursan la bioquímica en su segundo semestre de la carrera.

Notas bibliográficas

Van Dallen Deobold y Meyer, W.J.: Manual de Técnica de la Investigación Educativa; Tr. Oscar Mustera y César Moyado. 2a. ed. Ed. Buenos Aires Paidós, 1974. 543 p. (Colección: Biblioteca del Educador Contemporáneo Vol. 2 Serie Fundamental).

Downio, N.M. y Heath, R.M.: Métodos estadísticos aplicados; Tr. J.P. Vilaplana Ed. Harla, S.A. México, D.F. 1973. 373 p.

Siegel, S.: Estadística no paramétrica; Tr. Javier Aguilar V. Ed. Trillas 1976. 345 p. (3a. reimpresión)