

**LA UTILIZACION DEL PROGRAMA «PAESO 10»
EN EL CALCULO DE ECUACIONES
DE REGRESION MULTIPLE CON EL METODO
«WHERRY-DOOLITTLE»: SU APLICACION
EN LA PREDICCION DEL RENDIMIENTO ACADEMICO**

por JAVIER TOURON Y FRANCISCO JAVIER ARRIETA
Universidad de Navarra

Introducción

Con el paso del tiempo, la disponibilidad de procedimientos mecánicos o electrónicos, para el tratamiento estadístico de los datos que se utilizan en la investigación pedagógica empírica es cada vez mayor. Sin embargo, es frecuente que determinado tipo de análisis, de ordinario complejos y tediosos, no sean afrontados por los investigadores por carecer de los medios idóneos para llevarlos a cabo. Tal es el caso de los procesos estadístico-matemáticos implicados en las ecuaciones de regresión múltiple, tanto más complejos cuanto mayor sea la información inicial de que se disponga. Con el presente trabajo queremos poner al alcance de los investigadores —principalmente del ámbito pedagógico— un método largamente utilizado años atrás, que —creemos— sigue siendo útil en la resolución de problemas de regresión múltiple. Nos referimos al método de selección de tests Wherry-Doolittle (cfr. Garret, 1966). Es un método analítico de selección de variables que permite *optimizar* las ecuaciones, en virtud de los coeficientes de correlación que las distintas variables independientes presenten entre sí y con el criterio o variable dependiente.

No es nuestro propósito entrar en el aspecto técnico del problema en cuestión, sino limitarnos a ofrecer una operativización de un método bien conocido. Para una discusión técnica de la estimación en problemas de correlación y predicción múltiple puede consultarse, entre otros, Huberty (1980) y Jernstedt (1980).

El problema de encontrar la mejor ecuación posible, esto es, el conjunto de variables X, independientes, que producen una mejor estimación del criterio o variable dependiente, Y, se ve muy facilitado cuando se dispone de programas que permiten operar con el sistema «Stagewise», tal como los BMDP o SPSS (cfr. Karpman, 1981; Dixon, 1979, y Nie *et al.*, 1975).

El método de Wherry-Doolittle, no disponiendo de los anteriores, produce unas estimaciones razonablemente válidas, permitiéndonos llegar a la obtención de ecuaciones que, con los procedimientos convencionales sería sumamente difícil, dado el cúmulo de cálculos necesarios. Su mayor interés reside en que tiene en cuenta las varianzas compartidas entre las distintas variables y de éstas con el criterio a predecir. De este modo, se contemplan los fenómenos de «solapamiento» y «supresión» de varianza inútil que unas a variables ejercen sobre las otras, siendo de suma importancia, a este respecto, la determinación del orden de entrada de cada una de las variables independientes en la ecuación (cfr. Kerlinger, 1975). El procedimiento en cuestión «elige» analíticamente el orden óptimo de entrada, deteniéndose el proceso al conseguirse el R múltiple máximo posible en virtud de la matriz de correlación de las variables a seleccionar.

Descripción del programa

El programa es una traducción a lenguaje PL-1 del método, tal como lo describe Garret en su obra (véase Garret, 1966).

Ha sido utilizado con el ordenador de que dispone el Centro de Proceso de Datos de la Universidad de Navarra, un IBM 4331, aunque hay que hacer notar que las dimensiones del programa no requieren un ordenador de tal capacidad operativa.

Lo hemos denominado PAES010, y su explotación es sumamente sencilla.

El *input* del programa es la matriz de correlación de las variables —dependiente e independientes— con las que se pretende realizar el análisis. Esta matriz ha de ir precedida de una ficha de control donde se indica el tamaño de la muestra y el número de variables —independientes— que forman la matriz. En esta ficha se destina un espacio para escribir el texto que se desea que aparezca como cabecera en los listados (véase anexo).

Los coeficientes de correlación de la matriz es conveniente que se suministren con, al menos, cuatro decimales, para no perder precisión en el proceso de cálculo.

Como soporte de entrada hemos utilizado fichas perforadas y/o disquetes, pudiendo emplearse cualquier otro disponible.

No existe limitación respecto al número de variables de «entrada».

El *output* del programa está constituido por:

- a) La matriz de correlación que se le ha suministrado como base de partida para el análisis, donde la columna 0 corresponde al criterio.
- b) Tabla de valores V. En la que la columna 1 corresponde al criterio o variable dependiente.
- c) Tabla de valores Z (columna 1: Criterio).
- d) Tabla de valores a.
- e) Tabla de valores b.
- f) Tabla de valores c.

Al final de estos listados ofrece una tabla donde se indica el valor del coeficiente de correlación múltiple (corregido por «inflación») que se produce al ingreso de cada variable, el número de orden de entrada de cada variable y el número que correspondía a cada una en la matriz de correlación inicial.

Por último, presenta el valor de las ponderaciones beta correspondientes a cada variable. De este modo la ecuación de regresión múltiple queda expresada en puntuaciones típicas, siendo sumamente sencillo el traducirla a puntuaciones directas, tan sólo habrá que convertir cada ponderación beta en «b», con arreglo a la fórmula $b_n = S_c/S_n \times \text{beta } n$ (Garret, 1966).

Un ejemplo de aplicación: la predicción del rendimiento académico en Matemáticas en la Universidad [1]

El estudio de la predicción del rendimiento académico, partiendo de una prospección diagnóstica previa, se centra en el análisis de los rasgos o características de los alumnos que presentan una incidencia más acusada con aquel.

El poder pronosticar lo que se puede esperar de cada alumno en función de sus capacidades, aptitudes, intereses, etc., reviste una importancia capital, dadas las implicaciones que este conocimiento conlleva, y a las que nos referiremos más adelante.

Quisiéramos puntualizar ahora que, el emitir un pronóstico, el determinar al rendimiento que cabe esperar de un alumno —fundamentado en un conocimiento lo más objetivo posible del mismo—, no supone, en modo alguno, *determinar*, en el más estricto sentido del término, sus posibilidades, sino más bien conocer de antemano, y partiendo de un cúmulo de informaciones rigurosas, cuál es el rendimiento más probable que el alumno alcanzará con arreglo a su capacidad.

La predicción no es profética ni futuroológica, ya que parte de una realidad bien conocida y estudiada.

No sería de esperar que una persona con una deficiente aptitud numérica llegase a ser un gran matemático, ni que aquella otra que carece de facilidad para manejarse con conceptos expresados a través de palabras llegue a ser un buen literato. Las personas, en función de como somos, presentamos unas posibilidades más o menos adecuadas para determinado tipo de actividades, pero ni todos podemos tener un mismo rendimiento en aquéllas, ni todos podemos dedicarnos a una misma actividad, simplemente porque somos distintos.

Por último, habría que destacar que la determinación de *lo esperable* no anula la posibilidad del individuo de actuar con total independencia y libertad. Pero aquí reside una de las mayores utilidades de la predicción, ya que nos permite indagar acerca de lo que ha ocurrido, ¿por qué el alumno X ha tenido un rendimiento sensiblemente inferior a lo que de él se esperaba?

Por eso el conocer lo que se puede esperar de cada uno, y más aún, cuáles son los rasgos o características que sobre esta expectativa actúan, es lo que nos permite realizar un juicio objetivo (en la medida en que el término objetivo sea aplicable a las ciencias humanas), y contrastar *lo realizado* con *lo esperado*, atendiendo a la dimensión personalizada que la evaluación —y la educación misma— deben tener.

Se ha dicho en más de una ocasión que el determinar el rendimiento de los alumnos supone «ponerles etiquetas», lo cual no parece propio de una correcta ética profesional.

A este respecto indicaríamos dos cosas. En primer lugar, si poner etiquetas es describir una serie de rasgos, características, habilidades o aptitudes de un alumno (¡con procedimientos fiables y válidos, claro está!), habría que asentir, pero aclarando que es mucho más lícito decir *cómo es una persona es*, partiendo de los procedimientos adecuados, que simplemente señalar a unos como «listos» y a otros como «mediocres», y quizá a otros como «torpes» (práctica no inhabitual en algunos ámbitos escolares).

En segundo lugar, que el valor de la definición de los principales rasgos de una persona (al menos aquellas que inciden en su rendimiento, que es lo que nos ocupa), debe llevar al profesor, a la persona con una actitud profesional verdaderamente pedagógica, a *actuar* ayudando por vía de *orientación* y *consejo* a sus alumnos a potenciar sus mejores cualidades y a paliar, en la medida de lo posible, sus puntos débiles.

Para realizar la predicción del rendimiento en la asignatura de matemáticas, se disponía inicialmente de datos sobre una serie de variables relativas a los siguientes ámbitos:

- a) Rendimiento académico previo (BUP, COU y Selectividad).
- b) Tests de rendimiento académico.
- c) Inteligencia general.
- d) Aptitudes diferenciales.

- e) Personalidad.
- f) Intereses vocacionales.
- f) Rendimiento académico en la Universidad (exámenes parciales).

Se han realizado en los últimos años multitud de estudios de predicción basados en distintos tipos de variables. Así, Banreti (1978) utiliza sólo variables aptitudinales; Biggers (1978) se centra en aspectos biológicos, encontrando una relación positiva entre el «ritmo biológico» de los alumnos y su rendimiento académico, obteniendo mejores resultados aquellos que tienen una mayor actividad por las mañanas (morning-active-students). Trabajos de otra índole se centran en la selección de variables no intelectivas (Blai, 1980). Algunos autores han conducido sus investigaciones hacia el ámbito familiar y socioeconómico (Fotheringham, 1980), para indagar sobre la incidencia de estas variables sobre el rendimiento escolar. Sería interminable la lista de otros estudios centrados en uno u otro ámbito (cfr., por ejemplo, May, 1977; Troutman, 1978; Uguroglu, 1979). Nosotros hemos preferido ceñirnos, en una primera aproximación, a unos predictores «fácilmente» obtenibles, buscando la viabilidad de su utilización práctica por parte de los profesores.

Para el cálculo de la *mejor ecuación posible* en matemáticas, caso en el que nos centramos para presentar el programa PAES010, partimos de una matriz de correlación de 20 variables (aquellas que presentaban un coeficiente de correlación significativo con el criterio: rendimiento en junio en matemáticas), de las que fueron seleccionadas solamente 8.

Las variables seleccionadas han sido (en este orden):

- 1.^a Nota media en Matemáticas en BUP y COU.
- 2.^a Test objetivo de rendimiento académico en Matemáticas.
- 3.^a Test objetivo de rendimiento académico en Biología.
- 4.^a Escala «científico» del registro de preferencias Kuder-C.
- 5.^a Factor Sumisión-Dominancia (16PF).
- 6.^a Comprensión lectora.
- 7.^a Test de inteligencia general D-48 (Anstey).
- 8.^a Factor estabilidad emocional (16PF).

El coeficiente de correlación múltiple obtenido (sin corregir) ha sido 0.80, lo que supone una explicación del 64 % de la varianza del criterio, o —en una estimación más conservadora— partiendo del R corregido por «inflación», 61 %, siendo el error de la estimación de 6.1 puntos en la escala T ($T = 10Z + 50$) al NC del 68 %).

En el cuadro 1 se muestra el efecto que produce el ingreso de cada variable en el coeficiente de correlación múltiple.

Cuadro 1.—Efecto en el R múltiple del ingreso de nuevas variables en la ecuación de Matemáticas

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg); font-size: small;"> Nº variables Concepto </div>	1	2	3	4	5	6	7	8
R. múltiple (corregido)	0.6509	0.7112	0.7460	0.7579	0.7641	0.7718	0.7808	0.7822
R ² : (var. explicada (%))	42.37	50.58	55.65	57.44	58.38	59.57	60.96	61.18
Ganancia (%)	--	8.21	5.07	1.79	0.94	1.19	1.39	0.22

La fila «ganancia» nos indica, en porcentaje, el aumento de explicación que se produce al añadir cada nueva variable a la ecuación. No significa que la nueva variable *sola* sea la responsable de tal aumento, sino que éste se produce por el ingreso de la variable añadida en último lugar con las que ya estaban incluidas, debido al efecto de interacción de unas variables con otras (solapamiento, supresión de la varianza inútil, etc.).

La nota media de Matemáticas en BUP y COU, sola, explica el 42.37 % de la varianza del criterio. Al añadirse el test de rendimiento en Matemáticas se gana un 8.21 % por el efecto conjunto de esta variable con la anterior, sobre el criterio. También es apreciable la ganancia al ingresar el test de Biología, 5.07 %.

El aumento de varianza explicada al añadir nuevas variables no llega en ningún caso al 2 %.

Las cinco variables restantes suponen tan sólo un aumento global del 5.53 % de varianza, por lo que podría considerarse innecesario añadirlas a la ecuación.

Vemos, por tanto, que los mejores predictores son: el rendimiento académico anterior y los tests objetivos de rendimiento que hemos empleado.

Quizá pueda parecer extraño que el test de Biología sea un buen predictor de Matemáticas, pero creemos que ello puede ser debido, muy probablemente, a factores comunes asociados a ambas áreas. Es bien sabido que las distintas áreas de conocimiento implican a procesos intelectuales comunes, no siendo —evidentemente— «factores puros».

Así pues, se confirman los resultados de otras investigaciones recientes (cfr. Bloom, 1980) que ponen de manifiesto la importancia de los conocimientos y habilidades básicas previas al comienzo del proceso de enseñanza-aprendizaje, las denominadas «cognitive entry behaviors».

Los resultados obtenidos en nuestro ámbito escolar por Escudero (1981) son concordantes con los expuestos anteriormente.

Hemos realizado otro análisis posterior introduciendo como variables independientes las calificaciones del primer examen parcial en la Universidad, con objeto de comprobar una hipótesis que en otro lugar habíamos planteado (cfr. Tourón, 1983). Sin entrar en detalles que no son del caso, quisiéramos indicar que —tal como suponíamos en la formulación de la mencionada hipótesis—, las variables relativas a estos exámenes tienen un elevado valor predictivo.

En el caso que nos ocupa, tal como recoge el cuadro 2, la variable: «calificación de Matemáticas - 1.º examen parcial» explica por sí sola un 68 % de la varianza del criterio ($R = 0.8250$). A continuación, ingresa la variable relativa al área de Física, que con la anterior, mejora la predicción añadiendo un 4.91 % de varianza explicada.

En tercer lugar ingresa la variable relativa al test de aptitud numérica, añadiendo un 1.42 % más. Estas tres variables explican el 74 % de la varianza, siendo innecesario añadir las siete restantes, ya que entre todas sólo contribuyen con un 3 % más. El error de la estimación, por su parte, se redujo a 4.5 puntos (escala T), NC: 68 %.

Cuadro 2.—Efecto sobre el R múltiple del ingreso de variables en la ecuación de predicción de Matemáticas (incluyendo como variable independiente las calificaciones del primer examen parcial)

\ No variables Concepto	.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R. múltiple corregido	0.8250	0.8542	0.8625	0.8673	0.8723	0.8757	0.8786	0.8802	0.8805	0.8805
Varianza explicada (%)(R^2)	68.06	72.97	74.39	75.22	76.09	76.69	77.19	77.48	77.53	77.53
% Ganancia	--	4.91	1.42	0.83	0.87	0.60	0.50	0.29	0.05	0.00

Se confirma nuevamente que el *rendimiento anterior* es el mejor predictor del rendimiento futuro, por lo que sería de sumo interés poder disponer siempre de calificaciones con una alta fiabilidad. Por otra parte, las aptitudes diferenciales de la inteligencia mejoran considerablemente la predicción, siendo desplazadas a los últimos lugares de las ecuaciones las variables de otra índole, tal como las de personalidad e intereses vocacionales.

En las ecuaciones que hemos presentado, nos encontrábamos con tres tipos de variables: a) académicas, b) aptitudes intelectuales y c)

personalidad. Quizá las más difíciles de alterar sean las segundas, y en cierto modo las de personalidad también, pero las de índole académica son plenamente alterables (cfr. Bloom, 1980).

La orientación que los profesores universitarios realizan con sus alumnos se vería muy mejorada en resultados prácticos si se apoyase en el conocimiento preciso y objetivo de cada uno, al menos en aquellos aspectos que repercuten en su nivel de logros académicos.

Las ecuaciones de predicción nos permiten también determinar los valores *mínimos* que cada variable debe tener para producir un rendimiento suficiente. Al margen del interés que esto puede tener para establecer mecanismos de selección objetiva de candidatos a la Enseñanza Superior, habría que destacar, ahora, que este conocimiento de los alumnos debería permitir a los profesores *exigirles* que alcancen lo que para ellos es satisfactorio y no sólo *suficiente*, esto es, que obtengan rendimientos adecuados a sus capacidades.

Por último, la comparación entre lo previsto y lo realizado nos ayudará, y es el único modo, a saber si el proceso de enseñanza-aprendizaje, es todo lo eficaz que, en función de las características de los alumnos, debe ser. Esto actuará en dos direcciones: la autoexigencia para el profesor y la de éste a sus alumnos.

Serán necesarios nuevos estudios en este ámbito, quizá los más «urgentes» aquellos encaminados a la elaboración de baterías de rendimiento [2] y explorar ámbitos de variables alterables que faciliten el establecimiento de los mecanismos de corrección oportunos, llevando a los profesores a mejorar su quehacer profesional y, por tanto, la calidad de la formación intelectual universitaria.

Dirección de los autores: Javier Tourón Figueroa, Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Navarra, Pamplona. Francisco Javier Arrieta Gutiérrez, c/. Sancho el Fuerte, 69. Pamplona.

NOTAS

- [1] Este apartado forma parte de un estudio sobre la predicción del rendimiento académico de los alumnos de primer curso de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Navarra (cfr. Tourón, 1982, a y b).
- [2] En la actualidad ya se está realizando un proyecto de investigación en este Instituto, con el objeto de construir tales baterías, y explorar nuevos ámbitos de variables, tales como la «eficacia docente».

BIBLIOGRAFIA

- BANRETI-FUCHS, K. M. (1978): Attitudinal correlates of academic achievement in elementary school children, p. 48. *British Journal of Educational Psychology*.
- BLAI, B. Jr. (1980): Non-intellective predictors of academic success, *Scientia Pedagogica Experimentalis* XVII (2), pp. 149-156.

- BLOOM, B. S. (1980): New directions in educational research: Alterable variables, *Mesa Seminar* (Dept. of Education University of Chicago).
- DIXON, W. J. y BROWN, M. B. (1979): *BMDP, Biomedical computer programs* (Los Angeles. University of California Press).
- ESCUADERO ESCORZA, T. (1981): *Selectividad y rendimiento académico de los universitarios. Condicionantes psicológicos, sociológicos y educacionales* (Zaragoza. Instituto de Ciencias de la Educación).
- GARRET, H. E. (1966): *Estadística en psicología y educación* (Buenos Aires. Paidós).
- HUBERTY, C. J.; MOARAD, S. A. (1980): Estimation in multiple correlation/prediction, *Educational and psychological measurement* 40, pp. 101-112.
- JERNSTEDT, G. C. (1980): Commonality analysis: Partitioning variance for multivariate prediction, *Educational and Psychological measurement* 40, pp. 739-743.
- FOTHERINGHAM, J. G. y CREAL, D. (1980): Family socio-economic and Educational-Emotional characteristics as predictors of school achievement, *The Journal of Educational Research* 73, n. 6.
- KARPMAN, M. B. (1981): Stagewise multivariate linear regression using SPSS or BMDP, *Educational and Psychological measurement* 41, pp. 213-215.
- KERLINGER, F. N. (1975): *Investigación del comportamiento* (México, Interamericana).
- MAY, R. J. Jr.; DOUGLAS, G.; ALEXANDER y HOLCOM, Bill M.: The validity of seven easily obtainable economic and demographic predictors of achievement test performance, p. 37. *Educational and Psychological Measurement* 177.
- TOURON, J. (1982 a): La predicción del rendimiento de los alumnos universitarios: algunas implicaciones pedagógicas, *Educacao e Selecao*, n.º 6, pp. 49-62 (Sao Paulo, Brasil).
- TOURON, J. (1982 b): Aportación al conocimiento de los alumnos que acceden a la carrera de Ciencias Biológicas en la Universidad de Navarra. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Navarra. Pamplona.
- TOURON, J. (1983): The determination of Factors Related to Academic Achievement in the University: Implications for the Selection and Counselling of Students, *Higher Education*, 12 (4).
- TROUTMAN, J. G. (1978): Cognitive predictors of final grades in finite mathematics, *Educational and Psychological Measurement* 38, pp. 401-404.
- UGUROGLU, M. (1979): Motivation and Achievement: A quantitative synthesis, *American Educational Research Journal* 16, pp. 375-389.

SUMARIO: En el presente trabajo se describe un programa de ordenador denominado PAES010. Es una traducción a lenguaje PL-1 del método de selección de variables Wherry-Doolittle. Este método permite seleccionar —de un conjunto— aquellas variables que optimizan la ecuación de regresión, con las que se obtiene el coeficiente de regresión múltiple máximo; para ello, el programa, determina el orden de entrada de cada una de la ecuación, contemplando los fenómenos de solapamiento entre variables y la supresión de varianza inútil.

Se ilustra la utilización del programa con el cálculo de una ecuación de predicción del rendimiento en Matemáticas en la Universidad. Partiendo de un total de 20 variables se seleccionan 8, que permiten alcanzar un R-múltiple de 0.7822, lo que supone una explicación del 61.18 % de la varianza del criterio. Se realizan así mismo una serie de consideraciones sobre la utilidad pedagógica de la predicción del rendimiento académico en la Universidad.

ANEXO

METODO DE SELECCION DE TEST WHERRY-DOOLITTLE PREDICCION DEL RENDIMIENTO: MATEMATICAS 1.º BIOLOGICAS MATRIZ DE CORRELACION

	COL. 0	COL. 1	COL. 2	COL. 3	COL. 4	COL. 5	COL. 6	COL. 7	COL. 8	COL. 9	COL. 10
Fila 0:	1.0000										
Fila 1:	0.6509	1.0000									
Fila 2:	0.5739	0.7820	1.0000								
Fila 3:	0.5522	0.7824	0.9418	1.0000							
Fila 4:	0.5454	0.7374	0.7789	0.7457	1.0000						
Fila 5:	0.5945	0.8776	0.8487	0.8564	-0.8519	1.0000					
Fila 6:	0.4392	0.6912	0.6367	0.6295	0.7386	0.7818	1.0000				
Fila 7:	0.5641	0.4627	0.4143	0.3932	0.3613	0.4048	0.3673	1.0000			
Fila 8:	0.3511	0.1936	-0.1961	0.2106	0.2087	0.1890	0.1126	0.5531	1.0000		
Fila 9:	0.4575	0.3653	0.3848	0.3670	0.3780	0.4082	0.4116	0.5704	0.4044	1.0000	
Fila 10:	0.4593	0.2844	0.3522	0.3504	0.4558	0.4269	0.4350	0.2885	0.3010	0.4432	1.0000
Fila 11:	0.2183	0.3250	0.3643	0.3667	0.3919	0.3728	0.4067	0.3004	0.1913	0.3557	0.3280
Fila 12:	0.2466	0.0568	0.1513	0.1251	0.0454	0.1054	0.1649	0.2859	0.2626	0.2415	0.1898
Fila 13:	0.3925	0.3578	0.3319	0.3627	0.2979	0.3642	0.3487	0.4584	0.3776	0.2944	0.1383
Fila 14:	0.2957	0.2949	0.2743	0.2923	0.3131	0.3760	0.3940	0.3669	0.3564	0.3988	0.2745
Fila 15:	0.2241	0.2142	0.1494	0.1788	0.2631	0.2213	0.1530	0.0094	0.0269	-0.0339	0.1090
Fila 16:	0.2740	0.0919	0.1857	0.1725	0.1487	0.1247	0.0403	0.1572	0.1294	0.3391	0.1838
Fila 17:	-0.2220	-0.3023	-0.2659	-0.2923	-0.2670	-0.2409	-0.2228	-0.3021	-0.1906	-0.0664	-0.0436
Fila 18:	-0.2154	-0.1339	-0.0967	-0.0858	-0.1579	-0.1380	-0.1229	-0.2103	-0.2053	-0.1365	-0.0914
Fila 19:	0.2287	0.1408	0.1152	0.0665	0.1072	0.0780	0.1295	0.2409	0.2905	0.1157	0.1067
Fila 20:	0.2224	0.0694	0.0750	0.0213	0.1095	0.0431	0.0516	0.1389	0.1966	0.1473	0.0142
	COL. 11	COL. 12	COL. 13	COL. 14	COL. 15	COL. 16	COL. 17	COL. 18	COL. 19	COL. 20	
Fila 11:	1.0000										
Fila 12:	0.2065	1.0000									
Fila 13:	0.2514	0.5201	1.0000								
Fila 14:	0.2433	0.5224	0.7862	1.0000							
Fila 15:	0.0944	-0.1702	0.0881	-0.0884	1.0000						
Fila 16:	0.1833	-0.0041	0.0567	0.0101	0.0687	1.0000					
Fila 17:	-0.1323	0.0015	-0.1187	-0.0667	-0.3983	0.0741	1.0000				
Fila 18:	-0.0787	-0.0725	-0.3085	-0.3045	-0.0898	-0.3055	-0.1276	1.0000			
Fila 19:	0.1577	0.2455	0.2696	0.2105	0.1849	0.0896	-0.1915	-0.0166	1.0000		
Fila 20:	0.0914	-0.0198	0.0846	0.0144	0.3195	0.2090	-0.2092	-0.0070	0.3314	1.0000	

METODO DE SELECCION DE TEST WHERRY-DOOLITTLE
 PREDICCION DEL RENDIMIENTO: MATEMATICAS 1.º BIOLOGICAS

TABLA DE VALORES V

	COL. 1	COL. 2	COL. 3	COL. 4	COL. 5	COL. 6	COL. 7	COL. 8	COL. 9	COL. 10	COL. 11
Fila 1:	—0.6509	—0.5739	—0.5522	—0.5454	—0.5945	—0.4892	—0.5641	—0.3511	—0.4575	—0.4593	—0.2188
Fila 2:	0.0000	—0.0649	—0.0429	—0.0654	—0.0233	—0.0393	—0.2629	—0.2251	—0.2197	—0.2742	—0.0073
Fila 3:	0.0000	—0.0473	—0.0325	—0.0587	—0.0237	—0.0234	0.0000	—0.0700	—0.0854	—0.2217	0.0429
Fila 4:	0.0000	—0.0175	—0.0021	0.0017	0.0206	0.0338	0.0000	—0.0317	—0.0207	0.0000	0.0943
Fila 5:	0.0000	—0.0149	—0.0072	0.0113	0.0188	0.0344	0.0000	—0.0128	—0.0093	0.0000	0.1025
Fila 6:	0.0000	—0.0045	0.0031	0.0148	0.0212	0.0263	0.0000	—0.0133	0.0145	0.0000	0.1136
Fila 7:	0.0000	—0.0134	—0.0071	0.0027	0.0148	0.0085	0.0000	—0.0130	0.0036	0.0000	0.0000
Fila 8:	0.0000	—0.0034	—0.0005	—0.0035	0.0184	0.0165	0.0000	—0.0009	0.0117	0.0000	0.0000
Fila 9:	0.0000	—0.0048	0.0017	0.0020	0.0210	0.0164	0.0000	—0.0008	0.0027	0.0000	0.0000
	COL. 12	COL. 13	COL. 14	COL. 15	COL. 16	COL. 17	COL. 18	COL. 19	COL. 20		
Fila 1:	—0.2466	—0.3925	—0.2957	—0.2241	—0.2740	0.2220	0.2154	—0.2287	—0.2224		
Fila 2:	—0.2096	—0.1596	—0.1037	—0.0847	—0.2142	0.0252	0.1282	—0.1371	—0.1772		
Fila 3:	—0.1228	—0.0616	—0.0267	—0.1147	—0.1758	—0.0290	0.0786	—0.0783	—0.1415		
Fila 4:	—0.0924	—0.0671	0.0095	—0.0982	—0.1422	—0.0104	0.0727	—0.0704	—0.1482		
Fila 5:	—0.1007	—0.0642	0.0045	—0.0500	—0.1133	—0.0352	0.0760	—0.0252	0.0000		
Fila 6:	—0.1075	—0.0666	—0.0037	—0.0512	0.0000	—0.0171	0.0424	—0.0267	0.0000		
Fila 7:	—0.1242	—0.9786	—0.0147	—0.0526	0.0000	—0.0135	0.0390	—0.0345	0.0000		
Fila 8:	0.0000	—0.0224	0.0413	—0.0734	0.0000	—0.0042	0.0345	—0.0084	0.0000		
Fila 9:	0.0000	—0.0129	0.0357	0.0000	0.0000	—0.0306	0.0262	0.0011	0.0000		

METODO DE SELECCION DE TEST WHERRY-DOOLITTLE
 PREDICCION DEL RENDIMIENTO: MATEMATICAS 1.º BIOLOGICAS
 TABLA DE VALORES Z

	COL. 1	COL. 2	COL. 3	COL. 4	COL. 5	COL. 6	COL. 7	COL. 8	COL. 9	COL. 10	COL. 11
Fila 1:	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Fila 2:	0.0000	0.3885	0.3879	0.4562	0.2298	0.5222	0.7859	0.9625	0.8666	0.9191	0.8944
Fila 3:	0.0000	0.3850	0.3866	0.4557	0.2298	0.5194	0.0000	0.6891	0.6616	0.8878	0.8657
Fila 4:	0.0000	0.3689	0.3699	0.3897	0.1943	0.4603	0.0000	0.6626	0.5859	0.0000	0.8181
Fila 5:	0.0000	0.3686	0.3688	0.3857	0.1941	0.4603	0.0000	0.6467	0.5801	0.0000	0.8151
Fila 6:	0.0000	0.3608	0.3613	0.3848	0.1937	0.4556	0.0000	0.6467	0.5395	0.0000	0.8063
Fila 7:	0.0000	0.3558	0.3548	0.3756	0.1912	0.4359	0.0000	0.6467	0.5321	0.0000	0.0000
Fila 8:	0.0000	0.3502	0.3524	0.3734	0.1904	0.4322	0.0000	0.6385	0.5284	0.0000	0.0000
Fila 9:	0.0000	0.3500	0.3516	0.3688	0.1895	0.4322	0.0000	0.6385	0.5162	0.0000	0.0000
	COL. 12	COL. 13	COL. 14	COL. 15	COL. 16	COL. 17	COL. 18	COL. 19	COL. 20		
Fila 1:	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000		
Fila 2:	0.9968	0.8720	0.9130	0.9541	0.9916	0.9086	0.9821	0.9802	0.9952		
Fila 3:	0.9110	0.7629	0.8455	0.9439	0.9748	0.8751	0.9541	0.9409	0.9807		
Fila 4:	0.8943	0.7623	0.8219	0.9390	0.9544	0.8688	0.9534	0.9397	0.9799		
Fila 5:	0.8912	0.7619	0.8208	0.8352	0.9171	0.8414	0.9530	0.8487	0.0000		
Fila 6:	0.8879	0.7615	0.8160	0.8351	0.0000	0.8181	0.8722	0.8485	0.0000		
Fila 7:	0.8704	0.7525	0.8084	0.8350	0.0000	0.8173	0.8715	0.8447	0.0000		
Fila 8:	0.0000	0.5747	0.6316	0.8106	0.0000	0.8124	0.8703	0.8062	0.0000		
Fila 9:	0.0000	0.5611	0.6270	0.0000	0.0000	0.7076	0.8599	0.7926	0.0000		

METODO DE SELECCION DE TEST WHERRY-DOOLITTLE
 PREDICCION DEL RENDIMIENTO: MATEMATICAS 1.º BIOLOGICAS

TABLA DE VALORES A

	COL. 0	COL. 1	COL. 2	COL. 3	COL. 4	COL. 5	COL. 6	COL. 7	COL. 8	COL. 9	COL. 10
Fila 1:	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Fila 2:	-0.5641	0.4627	0.4143	0.3932	0.3613	0.4048	0.3673	1.0000	0.5531	0.5704	0.2885
Fila 3:	-0.4593	0.2844	0.3522	0.3504	0.4558	0.4269	0.4350	0.2885	0.3010	0.4432	1.0000
Fila 4:	-0.2224	0.0694	0.0750	0.0213	0.1095	0.0431	0.0516	0.1389	0.1966	0.1473	0.0142
Fila 5:	-0.2740	0.0919	0.1857	0.1715	0.1487	0.1247	0.0403	0.1572	0.1294	0.3391	0.1838
Fila 6:	-0.2188	0.3250	0.3643	0.3667	0.3919	0.3728	0.4067	0.3004	0.1913	0.3557	0.3280
Fila 7:	-0.2466	0.0568	0.1513	0.1251	0.0454	0.1054	0.1649	0.2859	0.2626	0.2415	0.1898
Fila 8:	-0.2241	0.2141	0.1494	0.1788	0.2631	0.2213	0.1530	0.0094	0.0269	-0.0339	0.1090
	COL. 11	COL. 12	COL. 13	COL. 14	COL. 15	COL. 16	COL. 17	COL. 18	COL. 19	COL. 20	
Fila 1:	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Fila 2:	0.3004	0.2859	0.4584	0.3669	0.0094	0.1572	-0.3021	-0.2103	0.2409	0.1389	
Fila 3:	0.3280	0.1898	0.1383	0.2745	0.1090	0.1838	-0.0436	-0.0914	0.1067	0.0142	
Fila 4:	0.0914	-0.0198	0.0846	0.0144	0.3195	0.2090	-0.2092	-0.0070	0.3314	1.0000	
Fila 5:	0.1833	-0.0041	0.0567	0.0101	0.0687	1.0000	0.0741	-0.3055	0.0896	0.2090	
Fila 6:	1.0000	0.2065	0.2514	0.2433	0.0944	0.1833	-0.1323	-0.0787	0.1577	0.0914	
Fila 7:	0.2065	1.0000	0.5201	0.5224	-0.1702	-0.0041	0.0015	-0.0725	0.2455	-0.0198	
Fila 8:	0.0944	-0.1702	0.0881	-0.0884	1.0000	0.0687	-0.3983	-0.0898	0.1849	0.3195	

METODO DE SELECCION DE TEST WHERRY-DOOLITTLE
 PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO: MATEMATICAS 1.º BIOLOGICAS

TABLA DE VALORES B

	COL. 0	COL. 1	COL. 2	COL. 3	COL. 4	COL. 5	COL. 6	COL. 7	COL. 8	COL. 9	COL. 10
Fila 1:	—0.6509	1.0000	0.7820	0.7824	0.7374	0.8776	0.6912	0.4627	0.1936	0.3653	0.2844
Fila 2:	—0.2629	0.0000	0.0525	0.0312	0.0201	—0.0013	0.0475	0.7859	0.4635	0.4014	0.1569
Fila 3:	—0.2217	0.0000	0.1193	0.1217	0.2421	0.1776	0.2289	0.0000	0.1534	0.2592	0.8878
Fila 4:	—0.1482	0.0000	0.0172	—0.0336	0.0629	—0.0123	0.0041	0.0000	0.1248	0.0753	0.0000
Fila 5:	—0.1133	0.0000	0.0847	0.0831	0.0290	0.0197	—0.0857	0.0000	—0.0037	0.1929	0.0000
Fila 6:	0.1136	0.0000	0.0633	0.0720	0.0860	0.0455	0.1262	0.0000	—0.0022	0.0773	0.0000
Fila 7:	—0.1242	0.0000	0.0699	0.0461	—0.0437	0.0254	0.0563	0.0000	0.0846	0.0570	0.0000
Fila 8:	—0.0734	0.0000	—0.0147	0.0244	0.0609	0.0279	—0.0008	0.0000	0.0005	—0.0993	0.0000
	COL. 11	COL. 12	COL. 13	COL. 14	COL. 15	COL. 16	COL. 17	COL. 18	COL. 19	COL. 20	
Fila 1:	0.3250	0.0568	0.3578	0.2949	0.2142	0.0919	—0.3023	—0.1339	0.1408	0.0694	
Fila 2:	0.1500	0.2596	0.2928	0.2304	—0.0897	0.1147	—0.1622	—0.1483	0.1758	0.1068	
Fila 3:	0.2056	0.1218	—0.0219	0.1446	0.0660	0.1348	0.0748	—0.0237	0.0316	—0.0269	
Fila 4:	0.0547	—0.0553	0.0193	—0.0330	0.3188	0.1911	—0.1639	0.0217	0.2987	0.9799	
Fila 5:	0.0897	—0.0549	—0.0194	—0.0661	—0.0101	0.9171	0.1462	—0.2722	—0.0120	0.0000	
Fila 6:	0.8063	0.1187	0.0851	0.0783	0.0098	0.0000	—0.0255	0.0240	0.0556	0.0000	
Fila 7:	0.0000	0.8704	0.3934	0.3923	—0.1458	0.0000	0.0653	—0.0312	0.1831	0.0000	
Fila 8:	0.0000	0.0000	0.1409	—0.0612	0.8106	0.0000	—2.2914	—0.0919	0.1051	0.0000	

METODO DE SELECCION DE TEST WHERRY-DOOLITTLE
 PREDICCION DEL RENDIMIENTO: MATEMATICAS 1.º BIOLOGICAS

TABLA DE VALORES C

	COL. 0	COL. 1	COL. 2	COL. 3	COL. 4	COL. 5	COL. 6	COL. 7	COL. 8	COL. 9	COL. 10
Fila 1:	0.6509	-1.0000	-0.7820	-0.7824	-0.7374	-0.8776	-0.6912	-0.4627	-0.1936	-0.3653	-0.2844
Fila 2:	0.3346	0.0000	-0.0668	-0.0397	-0.0256	0.0016	-0.0604	-1.0000	-0.5898	-0.5107	-0.1997
Fila 3:	0.2497	0.0000	-0.1344	-0.1370	-0.2727	-0.2000	-0.2579	0.0000	-0.1728	-0.2919	-1.0000
Fila 4:	0.1513	0.0000	-0.0176	0.0342	-0.0642	0.0125	-0.0042	0.0000	-0.1274	-0.0768	0.0000
Fila 5:	0.1235	0.0000	-0.0924	-0.0906	-0.0316	-0.0214	0.0716	0.0000	0.0040	-0.2104	0.0000
Fila 6:	-0.1409	0.0000	-0.0785	-0.0893	-0.1067	-0.0564	-0.1565	0.0000	0.0028	-0.0958	0.0000
Fila 7:	0.1427	0.0000	-0.0803	-0.0530	0.0502	-0.0292	-0.0646	0.0000	-0.0972	-0.0655	0.0000
Fila 8:	0.0906	0.0000	0.0181	-0.0301	-0.0752	-0.0344	0.0010	0.0000	-0.0006	0.1226	0.0000
	COL. 11	COL. 12	COL. 13	COL. 14	COL. 15	COL. 16	COL. 17	COL. 18	COL. 19	COL. 20	
Fila 1:	-0.3250	-0.0568	-0.3578	-0.2949	-0.2142	-0.0919	0.3023	0.1339	-0.1408	-0.0694	
Fila 2:	-0.1909	-0.3303	-0.3726	-0.2932	0.1141	-0.1459	0.2064	0.1888	-0.2236	-0.1359	
Fila 3:	-0.2316	-0.1372	0.0247	-0.1629	-0.0743	-0.1518	-0.0842	0.0267	-0.0356	0.0303	
Fila 4:	-0.0558	0.0565	-0.0197	0.0337	-0.3254	-0.1950	0.1673	-0.0222	-0.3048	-1.0000	
Fila 5:	-0.0978	0.0599	0.0211	0.0721	0.0110	-1.0000	-0.1594	0.2968	0.0131	0.0000	
Fila 6:	-1.0000	-0.1472	-0.1056	-0.0971	-0.0122	0.0000	0.0317	-0.0298	-0.0689	0.0000	
Fila 7:	0.0000	-1.0000	-0.4520	-0.4507	0.1675	0.0000	-0.0750	0.0359	-0.2103	0.0000	
Fila 8:	0.0000	0.0000	-0.1294	0.0755	-1.0000	0.0000	0.3595	0.1134	-0.1297	0.0000	

METODO DE SELECCION DE TEST WHERRY-DOOLITTLE

PREDICCION DEL RENDIMIENTO: MATEMATICAS 1.º BIOLOGICAS

I	R MÚLTIPLE	VARIABLE SELECCIONADA
1	0.6509	1
2	0.7112	7
3	0.7460	10
4	0.7579	20
5	0.7641	16
6	0.7718	11
7	0.7808	12
8	0.7822	15
9	0.7806	

METODO DE SELECCION DE TEST WHERRY-DOOLITTLE

PREDICCION DEL RENDIMIENTO: MATEMATICAS 1.º BIOLOGICAS

COEFICIENTES DE REGRESION

Beta (1) = 0.4757

Beta (7) = 0.2394

Beta (10) = 0.2401

Beta (20) = 0.1106

Beta (16) = 0.1501

Beta (11) = 0.1653

Beta (12) = 0.1579

Beta (15) = 0.0906