

INTELIGENCIA, PERSONALIDAD Y RENDIMIENTO ACADEMICO: UN ANALISIS DE CORRELACION CANONICA

por ELVIRA REPETTO
Universidad Nacional de Educación a Distancia

Introducción

En la actualidad todo sistema educativo y todo educador se preocupa, de alguna manera, del análisis del éxito o fracaso de los alumnos escolarizados en los más variados centros educativos. Al problema del fracaso escolar se han dedicado numerosas investigaciones en los últimos cincuenta años, y a pesar de sus esfuerzos, aún son muchos los campos que quedan abiertos a investigaciones posteriores. Las repercusiones del fracaso escolar sobre la inadaptación individual y social, sobre la depresión del alumno y sobre su ajuste profesional futuro, inducen a muchos a cuestionarse la eficiencia de un sistema educativo en el que son tan numerosos los fracasos y el abandono académico. El tema alcanza los límites del paroxismo si la prensa recoge el suicidio de niños originado por los suspensos escolares.

La realidad del fracaso académico es evidente a cualquier profano y más aún al especialista en educación. El fracaso existe en nuestro país y en los de mayor desarrollo educativo. Recuérdese que hace poco —en marzo de este año— se hacían públicos los resultados del estudio iniciado en 1979 por la Dirección des Ecoles y el Servicio de Informática, de Gestión y de Estadísticas del Ministerio de Educación de Francia relativos a esta cuestión. De esta realidad hay que partir para planificar el análisis de sus causas y descubrir los posibles procedimientos educativos para corregirlo o evitarlo. Por mi parte, tengo planteadas una serie de investigaciones en esta línea. La que hoy presento es sólo un acercamiento al tema mediante el estudio de la relación

entre inteligencia general, aptitudes específicas y rasgos de la personalidad con el rendimiento académico de un grupo de alumnos de octavo de EGB de Madrid.

El trabajo lo estructuro en cuatro grandes apartados; en el primero hago la revisión de la literatura y formulo las definiciones operativas de los constructos inteligencia, personalidad y rendimiento académico; en el segundo planteo el diseño quasi-experimental, siguiendo la secuencia habitual de formulación de hipótesis, identificación de variables, extracción de la muestra y selección y aplicación de los instrumentos de exploración; en el tercero realizo el tratamiento estadístico y presento e interpreto los resultados; por último, expongo las conclusiones y limitaciones del estudio.

1. Revisión de la literatura y definición operativa de los constructos

1.1. Revisión de la literatura

El estudio de los factores condicionantes del rendimiento académico sigue diversos modelos, entre los que se destacan el psicológico, el sociológico y el ecléctico. He elegido el paradigma psicológico que es el de mayor tradición en el campo de la Orientación Educativa, si bien le asigno un sentido interactivo. El modelo pretende el análisis de las relaciones de las aptitudes intelectuales y de los rasgos de la personalidad con el rendimiento académico en las áreas fundamentales de 8.º de EGB. Por ello, la revisión de la literatura la limito a los estudios que siguen este modelo y que se centran en este nivel educativo.

La idea de que existe una relación importante entre rendimiento académico e inteligencia parece una hipótesis razonable aunque aún hoy existen discusiones respecto al grado de relación. Las primeras investigaciones se hicieron entre la inteligencia general y el rendimiento escolar indicado en la calificación asignada por los profesores. La primera dificultad surgió del concepto de inteligencia general como capacidad para el aprendizaje. En la actualidad se reconoce que esta definición de la inteligencia es deficiente e inadecuada por dos razones importantes. En primer lugar, no se puede considerar que la inteligencia sea una estructura unitaria; por el contrario, se compone de muchas unidades funcionales separadas o rasgos. La segunda razón primordial es el descubrimiento de que las correlaciones entre el CI y el rendimiento académico como resultado del aprendizaje suelen ser, en general, muy reducidas. Aún cuando nos asisten razones para creer que no es posible definir la inteligencia como la capacidad para aprender, esto no quiere

decir que se niegue la posibilidad de que pueda haber una relación entre ambas cosas.

Entre los primeros estudios realizados sobre la inteligencia general y el rendimiento académico expresado en el antiguo «Certificado escolar general» británico (GCE) se destacan los de Peel y Rutter (1951) y Emmett y Wilmot (1952). Ambos trabajos concluyen que las pruebas de inteligencia general son los mejores predictores del éxito en el GCE, especialmente en el área de lenguaje y matemáticas con unos coeficientes de correlación entre 0.44 y 0.51. En el mismo sentido están las conclusiones de las investigaciones de Schneider (1956) y Shinn (1956) [1] que emplean las aptitudes mentales V y R, obteniendo unas correlaciones similares.

Uno de los primeros intentos efectuados para proporcionar una integración teórica del aprendizaje y las aptitudes es el de Ferguson (1954-1956) [2]. En opinión de Ferguson, se considera que las aptitudes son atributos que alcanzan una estabilidad bruta o se hacen relativamente invariables en su nivel, en la edad adulta, mediante el proceso del aprendizaje. Así, se considera que las aptitudes representan la ejecución en límites crudos del aprendizaje, mientras que estos últimos están determinados por factores tanto biológicos como de experiencia. Desde este punto de vista, el ambiente psicológico humano ejerce una fuerte influencia sobre lo que se aprenderá y la edad en la que se logrará esto. Debido a la importancia del aprendizaje y al ambiente para determinar la naturaleza y el nivel de las aptitudes, se podrían predecir distintos modelos de aptitudes y perfiles desde el punto de vista transcultural. En opinión de Ferguson, el enlace crucial entre el aprendizaje y la aptitud implica transferencia. Esta última se define en términos de conceptos matemáticos como una función.

Lavin en su obra *The prediction of Academic Performance* (1965) [3] hace una revisión de diversos estudios predictivos del rendimiento en base a la inteligencia general y a las aptitudes en los niveles secundarios y de primaria. De entre sus conclusiones quisiera señalar las siguientes:

- En el área de la educación secundaria, halla unas correlaciones del orden de 0.4 y 0.8 si introduce la inteligencia general y el rendimiento global; pero si utilizan como predictores las aptitudes primarias alcanza una R entre 0.7 y 0.8.
- En el marco de la educación primaria encuentra una correlación entre la inteligencia general y el rendimiento de 0.6, relación que tiende a aumentar progresivamente al avanzar los cursos.

En España son numerosos los trabajos que inciden en la predicción del rendimiento escolar tomando como predictores las variables aptitu-

dinales. Así se encuentran los estudios de González Marcos (1969), Martín Barrientos (1970), Agueda Agueda (1971) y Crespo Vasco (1976) [4]. También se ha estudiado la correlación entre las pruebas verbales y no verbales de inteligencia con el rendimiento. Ramírez (1973) con 4.º, 5.º y 6.º de EGB halla una $r = 0.46$ entre las pruebas verbales y no verbales de inteligencia general, encontrando una correlación mayor entre las pruebas verbales y el rendimiento escolar [5].

Entre los estudios predictivos longitudinales merece subrayarse el de Rosengarten (1965) [6] que, al utilizar el CI como predictor y la media del rendimiento de tres años como criterio, encuentra una correlación entre 0.4 y 0.5. Si se utiliza el rendimiento anterior como predictor la influencia de los otros factores intelectuales se minimiza. En este sentido es acertada la postura de García y otros (1972) [7] acerca de la inadecuación del empleo del rendimiento anterior como predictor, a no ser que como Sánchez Jiménez (1968) y Pacheco y Caballero (1972), le asignen un valor de diagnóstico [8].

En síntesis, aunque las diferencias de rendimiento académico se correlacionan con la inteligencia general y las aptitudes intelectuales, su magnitud suele oscilar alrededor del 0.40 al 0.60. Por ello, hoy resulta simplista e insuficiente el estudio del rendimiento en función sólo de las variables aptitudinales. De aquí la necesidad de introducir los rasgos de la personalidad.

En la revisión que lleva a cabo Harris (1940) de los trabajos realizados entre 1930-1937, aparece la motivación como el factor más relacionado con el rendimiento escolar [9]. Las investigaciones de Gough (1953 y 1959) [10] ponen de manifiesto la asociación de la adaptación y de los rasgos medidos por el MMPI —después de eliminar la escala Ac— con el rendimiento. Ya Vernon, en [11] indica que dada la complejidad del rendimiento escolar requería estudiarlo en base a las aptitudes, el temperamento y las motivaciones además del hogar y el «clima» de la escuela.

Secadas [12], aplicando el Otus y el test de personalidad de Guilford, es el autor del primer trabajo que sobre la predicción del rendimiento se realiza en España con los predictores de la inteligencia y la personalidad. Considera que la inteligencia sólo explica el 35 % de la varianza del rendimiento y que la personalidad apenas la incrementa.

Lavin (1965) [13] a partir de 26 rasgos halla seis variables de la personalidad que tienen relación con el rendimiento: la madurez social, estabilidad emocional, motivación, eficiencia intelectual, rendimiento via conformidad y rendimiento via independencia. Utilizando el HSPQ como predictor y como criterio los resultados en tests de rendimiento y/o exámenes, Butcher y otros (1963) [14] realizan un estudio transcultural

con niños británicos y norteamericanos de 7.º de ambos sexos. De sus resultados merecen subrayarse, de una parte, que la inteligencia cristalizada de Cattell alcanza una r entre 0.45 y 0.62; de otra, que los factores de concienciadad (G 9) y autosuficiencia (Q 2) correlacionan significativamente.

Cattell y otros (1966) [15] aplican el HSPQ y el «Dynamic trattes» de motivación en una muestra de alumnos pertenecientes a 7.º y 8.º de zonas urbanas y rurales, y aunque obtienen una R de 0.80, concluyen que el 75 % de la varianza del rendimiento está asociada por igual a la inteligencia, los rasgos generales de la personalidad y la motivación. No obstante, en otro trabajo realizado tres años más tarde y utilizando como predictores el PMA y HSPQ y como criterio el test de rendimiento de Stanford, obtienen una $R = 0.79$, siendo de 0.47 si se excluye la inteligencia.

Teniendo como objetivo la predicción diferenciada por cursos y áreas en una muestra de EGB Rivas (1977) [16], utilizando 48 predictores de los que selecciona 9, obtiene una $R = 0.718$ para 6.º y de 0.870 para 7.º de EGB. Los factores intelectuales explican del 24 al 35 % de la varianza, mientras que los que denomina factores comportamentales (intereses, actitudes, métodos de estudio, etc.) explican sólo del 26 al 40 %, lo que viene a corroborar la importancia de las variables de la personalidad.

En cuanto a los resultados de dos investigaciones de Pelechano (1972 y 1977) [17] introduciendo la inteligencia, la motivación y la personalidad como predictores del rendimiento, son más adecuados los del segundo trabajo, ya que en el primero aparecen correlaciones nulas, incluso negativas, entre inteligencia y rendimiento. En ambos destacan las relaciones positivas y significativas entre la motivación y el rendimiento y las negativas entre neuroticismo y rendimiento.

Por último, quisiera indicar las conclusiones más importantes del estudio predictivo que sobre el rendimiento lleva a cabo Rodríguez (1982) [18] en base a los predictores de aptitudes intelectuales y rasgos de la personalidad tales como ansiedad, autoconcepto, potencial de rendimiento y eficiencia:

- a) Obtiene una diferencia significativa entre los grupos de rendimiento superior e inferior en las tres variables intelectuales al $nc = 0.01$.
- b) La ansiedad aparece como un factor asociado al rendimiento escolar inferior.
- c) Existen diferencias significativas en el autoconcepto de los alumnos que obtienen rendimiento alto y bajo.
- d) Las diferencias en eficiencia intelectual son significativas entre los sujetos de un rendimiento superior e inferior.

De la revisión de la literatura caben deducir los siguientes *supuestos*:

a) La relación entre rendimiento académico e inteligencia es una hipótesis razonable, pero existen discusiones respecto al grado de relación, oscilando entre 0.40 y 0.60.

b) Si se introduce el rendimiento anterior como predictor la influencia de las restantes variables se minimizan.

c) Los estudios sobre el rendimiento en base a factores intelectuales y de la personalidad presentan resultados concordantes sobre la influencia positiva de los rasgos de la motivación y el autoconcepto y la negativa del neuroticismo. Pero respecto a la relación de los otros rasgos generales de la personalidad con el rendimiento las conclusiones de las investigaciones son diversas y a veces contradictorias.

d) El tanto por ciento de la varianza explicada por las aptitudes y la personalidad depende del tipo y número de los predictores incluidos, de las intercorrelaciones que tengan y del orden en que se introducen en la ecuación de regresión.

1.2. *Definición operativa de los constructos inteligencia, personalidad y rendimiento académico*

Sin extenderme en la fundamentación teórica de cada uno de estos constructos voy a ofrecer algunas concepciones respecto a la inteligencia, la personalidad y el rendimiento, para terminar con la definición operativa que se emplea en este estudio.

1.2.1. Definición del constructo inteligencia

Algunos autores se preguntan si a la luz de la evidencia de las investigaciones de las últimas décadas sería más correcto hablar de diferencias en las «inteligencias» que de diferenciación en la «inteligencia».

Lo cierto es que la inteligencia, considerada en singular o plural, es uno de los rasgos fundamentales del ser humano, tiene una importancia extraordinaria en la vida del hombre y está íntimamente unida a las preocupaciones educativas. En efecto, las diferencias de la inteligencia entre los educandos es una de las principales fuentes de variabilidad a la que deben adecuarse los tratamientos diferenciados de educación. De aquí se deriva la importancia del conocimiento de su estructura y de la realidad de su desigualdad entre los hombres.

¿Cómo nació el concepto de inteligencia? En principio hay que remontarse a Platón, que ya distingue entre actividades «intelecto-cognoscitivas» y «emocional-conativas», y a Aristóteles, quien contrasta la actividad concreta con la capacidad hipotética de la que depende, introduciendo así las llamadas «facultades». La acuñación de la palabra latina

«intelligentia» se debe a Cicerón que la tradujo del griego. Más tarde será Spencer en su *Principles of Psychology* (1870) el que ofrece una definición de inteligencia como «la facultad que permite a su poseedor ajustarse de un modo más eficaz a un medio complejo y siempre variable». La búsqueda de métodos empíricos para medirla la inicia Galton (1883) [19] con sus estudios sobre los hombres famosos y sus antepasados, y su defensa de los tests mentales. De este modo, llegamos al concepto que la psicología científica diferencial nos ofrece en sus comienzos a través de figuras tales como Binet, Terman, Boring, Bort y Spearman.

Lo lógico es empezar por la definición de inteligencia de Binet que fue el creador del primer test de inteligencia. Sin embargo, en ninguna parte de sus voluminosos escritos ofrece una definición de la inteligencia como tal. Para Binet la inteligencia es el resultado de todos los procesos mentales más altos en una compleja interacción. Terman sí ofrece una definición de inteligencia en su obra *The Measurement of intelligence*: «la capacidad para seguir al pensamiento abstracto». Boring es el primero que formula una definición operativa de inteligencia al decir que «es lo que miden los tests», dando así una orientación para la construcción de los tests», y para la medición de la inteligencia [20].

Posteriormente se han formulado una gran diversidad de definiciones de la inteligencia. Destacan entre ellas la de Wechsler, para quien la inteligencia es «el agregado o la capacidad global del individuo para actuar decididamente, pensar racionalmente y tratar eficientemente con su ambiente».

Ahora bien, para conocer la estructura de la inteligencia hay que acudir a las diversas interpretaciones que se han dado respecto a sus factores. La primera interpretación y la de mayor influencia ha sido sin duda la de Spearman, quien desde la publicación en 1904 de su artículo *General Intelligence Objectively Determined and Measured* [21] asume que los tests eran medidas de capacidades sobresalientes de los sujetos. Estas capacidades eran de dos tipos: primero, factores específicos («S») que se encuentran cada uno en un test, de aquí la irrelevancia para predecir cualquier otra variable; segundo, un factor general («g») que interviene en todos los tests y en todas las medidas del criterio, tales como el éxito en la escuela o en el trabajo. Por su parte, Eysenck compara la labor de Spearman con la de Dalton, el descubridor del átomo. Dalton fue el que dio origen a toda la química atómica moderna, aunque los detalles de sus conclusiones resultasen incorrectas. «No hay duda de que Spearman tenía una idea correcta, por mucho que podamos discutir en torno a los detalles de su sistema. El más que ningún otro autor estableció los fundamentos del estudio de la inteligencia como facultad mental general; se equivocó lo mismo que Dalton, al pensar que su concepción era «indestructible». El átomo ha sido divi-

dido, e igualmente lo ha sido «g», pero esto no altera un ápice la importancia del concepto del átomo, ni la del «g» [22].

La descomposición de este átomo la subraya Burt en 1949 [23] mediante su modelo jerárquico de la inteligencia. Distingue este psicólogo británico varios niveles distintos: un factor general, factores de grupo amplio, factores de grupo estrecho y finalmente factores específicos.

Sin embargo, en 1935 Thurstone en su *Primary mental ability* [24] recoge el estudio empírico de mayor amplitud realizado hasta entonces. Utiliza cincuenta y seis tests en total, los intercorrelaciona y a la matriz de correlaciones le aplica el análisis factorial. No descubre ningún factor «g», sino sólo «aptitudes primarias» semejantes a los factores grupales de Burt y de Spearman. Este estudio es el que los críticos de la inteligencia concebida como «capacidad cognitiva general» suelen citar, sin advertir las dos razones fundamentales por las que en sus resultados no aparece el factor g: primero, por el tipo de muestra utilizada: universitarios con poca variabilidad en la inteligencia; segundo, por su método de análisis con «estructura ortogonal simple» que establecería que todos los factores extraídos de la matriz de intercorrelaciones, tenían que ser independientes. Pero en 1941, Thurstone y su mujer publican su *Factorial studies of intelligence*, donde concluyen que la «g» de Spearman surgía de las intercorrelaciones de sus factores primarios [25]. Vernon, en 1950, desarrolla otro modelo de inteligencia con métodos analíticos próximos a la tradición de Spearman, y orienta todo más directamente a la práctica educativa [26].

En 1959 Guilford en su artículo *The three faces of intellect* presenta su concepción teórica de la estructura del intelecto (SI) más explicitada después en 1967 en su obra *The nature of human intelligence* [27]. Organiza la multiplicidad de los factores en tres dimensiones; el contenido, las operaciones y los productos. El modelo de estructura del intelecto (SI) es como un procesamiento de información.

Otra alternativa para descomponer el «átomo de la inteligencia» es en términos de inteligencia «fluida» y «cristalizada» como Cattell en 1963 denomina a sus dos elementos constituyentes [28]. Esta teoría, desarrollada más tarde por él mismo en su obra *Abilities: Their structure, growth and action* [29] y por Horn [30], tiene sus orígenes en la distinción que Thorndike formuló en 1927 entre «altitud» y «amplitud» del intelecto [31]. De esta suerte, la noción de inteligencia «fluida» (Gf) está basada en la ausencia de habilidades e información especialmente aprendidas y está ligada a los tests «libres» de cultura; mientras que la inteligencia «cristalizada» (gc) se relaciona en el desempeño cognoscitivo en donde los juicios acertados están consolidados, es decir, están «cristalizados», como resultado acumulativo del aprendizaje humano temprano.

En la investigación de la inteligencia de los últimos años se han incrementado los modelos cognitivos del proceso mental a los que es preciso aludir. En primer lugar voy a referirme a Piaget y a continuación a las teorías que se centran en el proceso de la información. Sabemos que Piaget [32] concebía el desarrollo de las funciones cognitivas a través de varias etapas: la sensorio-motriz, la pre-operacional, la de las operaciones concretas, y la de las operaciones formales. Para evaluar estas etapas ha elaborado numerosos tests. Vernon y Tuddenhan [33] han presentado altas correlaciones entre los ítems de los tests piagetianos y los del C.I. Es decir, ambos enfoques vienen a converger en un «g» similar.

Las teorías del proceso de la información, según muestra Sternberg en 1980 [34], coinciden en postular una unidad de análisis que opera sobre las representaciones internas de los objetos o símbolos. El componente puede transformar una entrada sensorial en una representación conceptual en otra, o en una salida motórica. Los enfoques cognitivos suelen clasificarse en cuatro grandes categorías: los correlatos cognitivos, los componentes cognitivos, el entrenamiento cognitivo y los contenidos cognitivos.

Las investigaciones sobre los *correlatos cognitivos* se han preocupado de la especificación de las aptitudes del proceso de información que discrimine a los sujetos con una inteligencia verbal alta o baja. Las investigaciones *de los componentes cognitivos* intentan analizar directamente el proceso implicado en la conducta intelectual, más que buscar correlatos conductuales en la misma. Entre los instrumentos que emplean destaca la simulación mediante la computadora, el análisis de protocolo y los modelos matemáticos. Entre los trabajos merecen subrayarse el metaanálisis del trabajo cognitivo experimental realizado por Carroll [35] con objeto de perfilar su sistema de clasificación. Para Sternberg [36] existen tres niveles de generalidad en los componentes: a) los componentes generales que se requieren para realizar todas las tareas de un tipo dado; b) componentes de clase que se requieren para hacer al menos dos tareas de un tipo, y el c) componentes específicos necesarios para ejecutar una sola tarea. Campione, Brown y Ferrara [37] describen el *entrenamiento cognitivo* detallando el análisis de las tareas empleando para elaborar programas (instructivos o de computadoras) que pueden usarse para enseñar a los educandos o a las computadoras a realizar mejor una tarea. Este enfoque nos ayuda a comprender los aspectos de las funciones cognitivas junto con su posibilidad de entrenar y mejorar el funcionamiento cognitivo del sujeto. Por último, el enfoque de los *contenidos cognitivos*, que aún no se ha aplicado al estudio de la inteligencia, aparece como prometedor, dado que compara las realizaciones de expertos y no expertos en la realización de tareas com-

plejas, tales como la solución de problemas físicos propuesta por Chi, Feltovich y Glaser [38], o la adquisición de la información de un aspecto determinado estudiado por Chiesi y otros [39].

Quisiera señalar que las alternativas de las teorías de la inteligencia factoriales y cognitivas no son mutuamente exclusivas, las teorías factoriales tienden a proporcionar un estudio estructural de la inteligencia, pero también contienen implicaciones para comprender el proceso de la información; los modelos cognitivos nos facilitan el proceso de la información, pero también presentan implicaciones para comprender la estructura intelectual. De esta suerte, Sternberg [40] y Carroll [41] entre otros, proponen que los factores pueden entenderse en término de los componentes. Como en los estudios correlacionales y predictivos deben emplearse las teorías factoriales, en este trabajo utilizo los constructos de inteligencia general y factores cognitivos.

De esta suerte, defino el constructo de *inteligencia general*: como la *aptitud del sujeto para el razonamiento lógico tal como lo mide el test no verbal de inteligencia lógica. En cuanto a la definición de los constructos de las aptitudes cognitivas factoriales la expreso diciendo que son los factores mentales primarios de razonamiento verbal, abstracto, numérico, espacial, mecánico, de atención y memoria medidos por los instrumentos que se utilizan.*

1.2.2. Definición del constructo personalidad

En el estudio de la incidencia de la personalidad en el rendimiento académico, la primera dificultad es la división entre los autores respecto de la definición del constructo personalidad.

La interdependencia que la conceptualización de la personalidad tiene con su *método de estudio*, se refleja en un cambio en la organización conceptual de los modelos de personalidad y de su función, paralelo al cambio de los métodos alejados de las «escuelas», en un intento teórico por describir el desarrollo, la organización y las funciones principales de las propiedades del hombre en interacción con el ambiente. Algunos métodos se han centrado en los sistemas diversos de control, desde la perspectiva genética y neurofisiológica a la del aprendizaje y de la interacción social; mientras que otros métodos intentan estudiar los modelos de los rasgos. Los resultados han llevado a una división informal, centrada, de una parte, en el proceso y la dinámica de la personalidad y, de otra, en las diferencias individuales y su estructura. Aunque algunos autores consideran que estas distinciones son difíciles de mantener, lo cierto es que existen dos enfoques distintos en el estudio de la personalidad: el del proceso, que considera la continua transición de la persona con el am-

biente y el de los rasgos, que define este proceso única y selectivamente para cada individuo.

Los tipos dominantes de conceptualización de la organización de la personalidad proceden: de las investigaciones neurofisiológicas; de los conceptos cibernéticos; de las teorías sobre la psicología del yo y del ego; del auto-concepto y el proceso del ego; de las concepciones sobre el control cognitivo; y de los sistemas de los rasgos de la personalidad.

Apenas puedo aquí ni siquiera hacer una breve referencia a las diversas aportaciones procedentes de estos enfoques. La *corriente neurofisiológica* converge en situar la organización de la personalidad en el cerebro. Los trabajos de la psicología soviética interpretados en 1963 por Diamond y sus colaboradores y por Klein y otros [42], asumen que la individualidad depende de la naturaleza de la actividad neural y debe estudiarse en este marco de referencia. En cuanto a la influencia de los *conceptos cibernéticos* han aparecido en los esfuerzos por representar las funciones conductuales en términos del proceso de la información. Presenta cierta afinidad con la corriente neurofisiológica y con las formulaciones del control cognitivo. Entre los autores más representativos cabe citar a Borko con su obra *Computer Applications in Behavioral* [43].

Por último, quisiera tratar con más detalle *la teoría de los rasgos* por las aportaciones que ofrece para el conocimiento de las diferencias de la personalidad. Ya antes de la II Guerra Mundial se empezaron a utilizar unos cuestionarios que ponían de manifiesto los rasgos de las personas. De todas suertes, entre esa forma elemental de investigación y los trabajos sofisticados con el empleo de métodos multivariados realizados, desde los años 55 hasta ahora, por Guilford, Cattell y Eysenck, existen grandes diferencias. Estos autores, empleando la estadística multivariable y en base a muestras grandes de sujetos, han combinado importantes estrategias de investigación, en la elaboración de los cuestionarios y de los tests objetivos, logrando universos de conducta muy bien definidos.

En 1966 Mischel [44] inició el debate entre la teoría de los rasgos versus las situaciones como determinantes de la conducta, alcanzando a decir que: «el concepto de los rasgos de la personalidad como disposiciones generales es insostenible». La observación de que las correlaciones entre los rasgos, medidos por los tests objetivos, y los comportamientos raramente exceden de una $r = .30$, se tomó como apoyo de este enfoque.

Cattell define el rasgo diciendo que lo concibe como «tendencia a reaccionar, relativamente permanente y amplia» (1972) Buss y Poley (1979) [45] entienden el rasgo como: «una disposición relativamente amplia y estable para comportarse de ciertos modos que se transfieren en forma relativa de unas situaciones a otras, o sea, que un rasgo se puede manifestar en una gran variedad de situaciones».

Una buena forma de contrastar lo que es un rasgo consiste en analizar sus características más significativas. En primer lugar, se considera que los rasgos son disposiciones o tendencias más o menos generales, lo cual explicaría la uniformidad conductual del sujeto y las diferencias inter-individuales. En segundo lugar, todo rasgo supone la existencia de una dimensión (continuo) sobre la cual pueden distribuirse normalmente los individuos. De aquí que en cada dimensión o rasgo cada sujeto exhibirá una puntuación determinada. Por otra parte, los rasgos son atribuidos a cualidades subyacentes inferidos a partir de la conducta, por lo que son observables directamente; de forma semejante, las puntuaciones de un sujeto en un cuestionario de rasgos son sólo signos del rasgo en cuestión. Finalmente, la personalidad la constituyen unos rasgos temperamentales (o generales) que son rasgos estilísticos en el sentido de que se refieren al ritmo, forma, persistencia, etc., y abarca gran variedad de respuestas específicas, y rasgos dinámicos tal como las motivaciones, intereses o actitudes.

Sin que pueda detenerme ahora en esta cuestión, quisiera destacar la delimitación de los rasgos de la personalidad realizada por Hirschberg (1978). Rechazando todo enfoque simplista, señala que si hubiera una correlación perfecta entre los rasgos y los comportamientos, sería una tautología explicar un comportamiento diciendo que está causado por un rasgo. Como indica Runyan (1981) [46]. La conducta es el resultado de diferentes rasgos y a su vez un rasgo puede expresarse en muchos comportamientos. No obstante, es preciso decir que las discusiones sobre el tópico rasgo-situación como determinante del comportamiento no está aún terminado según puede verse en las obras de autores recientes tales como Lamiel y otros (1980), Gara y Rosemberg (1981) [47].

En este trabajo el constructo de *personalidad se define como el conjunto de los rasgos relativamente estables y dinámicos que se manifiestan en diversos comportamientos y que se evalúan mediante el test CAPPA.*

1.2.3. Definición del constructo rendimiento académico

En su sentido etimológico rendimiento procede del latín «rendere», que significa vencer, sujetos, someter una cosa al dominio de uno, dar fruto o utilidad a una cosa. Es decir, rendimiento es la productividad que algo nos proporciona. Pone en relación la utilidad de algo con el esfuerzo realizado. En esta línea están las palabras de García Hoz (1970) [48] al decir que el problema del rendimiento escolar se resolverá científicamente cuando se halle la relación existente entre el trabajo realizado por el maestro y los alumnos, de un lado, y la educación, o sea, la perfección intelectual y moral logradas por éstos, de otro.

Secadas (1952) [49] proporciona un concepto de rendimiento en base a sus condicionantes intelectuales y temperamentales al decir que «está determinado no sólo por la dinamicidad del esfuerzo individual, o sea, de la aplicación, sino también por los elementos con que el sujeto se haya dotado». Para Just (1971) [50] el rendimiento es una manifestación de cierta disposición intelectual, de carácter y corporal, que resulta bajo determinadas condiciones de la evolución. Según Hills (1970) [51] el rendimiento debe tener en cuenta el esfuerzo que el alumno ha realizado en su trabajo escolar.

Siguiendo a Terwilliger (1951) [52] existen cuatro marcos de referencia para determinar el rendimiento de los alumnos; respecto a un criterio, al progreso realizado por el sujeto en un curso escolar, con referencia a los otros alumnos y respecto a su propia capacidad. Voy a exponer básicamente cada una de estas concepciones.

El rendimiento académico referido a *un criterio* es el resultado de averiguar la situación de cada alumno respecto a campos de conducta bien definidos y establecidos previamente. La concepción del éxito académico fundamentada en la *promoción al grado correlativo* de acuerdo con el calendario escolar conlleva la definición del fracaso como atraso respecto al conjunto de compañeros que obtienen el grado correspondiente a su edad cronológica. Es la definición más común que está implícita en los planes de estudio y en los sistemas educativos de la mayoría de los países. Los cuestionarios, incluso a veces los programas, emanan de una autoridad central, y especifican para cada nivel educativo los contenidos que deben aprender los alumnos. Se asume que si el alumno trabaja y el profesor enseña los contenidos serán aprendidos por los alumnos en cada curso escolar y así podrán ser promocionados cada curso al grado educativo correlativo. Según esta concepción el fracaso reside en el hecho de que el alumno no ha logrado dominar el trabajo correspondiente al curso escolar y, por tanto, ha de repetirlo de tal modo que quedará atrasado respecto a sus compañeros de la misma edad cronológica.

Por último, si se interpreta el rendimiento en relación con *la propia capacidad del sujeto* tenemos el conocido concepto de rendimiento satisfactorio o insatisfactorio.

Después de la revisión de las diversas acepciones del rendimiento escolar considero necesario formular la *definición operativa* que se utiliza en este estudio. Estimo que en el ámbito de las instituciones escolares las calificaciones asignadas por el profesor constituyen el criterio «legal» del rendimiento del alumno. No voy a entrar en la cuestión de si esa «nota» responde al adecuado proceso de aprendizaje del escolar. Sí hay que tener en cuenta que, como Geinsiger y Rabinowitz (1979) [53] muestran los profesores difieren en la asignación de las calificaciones y estas

diferencias son estables. La consistencia parece que obedece al marco de referencia elegido por el profesor. Según Geinsiger (1980) [54] los profesores que usan la referencia en la norma asignan calificaciones inferiores, mientras que los que califican de acuerdo al potencial del alumno dan mayores notas. Además de existir diferencias grandes entre los profesores, Goldman (1974) [55] afirma que hay una diferencia consistente en el promedio de las calificaciones según las escuelas.

En esta investigación formulo *la definición operativa de rendimiento diciendo que reside en las calificaciones que de acuerdo con la legislación vigente, han otorgado los profesores a los alumnos de EGB seleccionados.*

Apoyada en la revisión realizada de la literatura y en la formulación de las definiciones operativas de los constructos inteligencia, personalidad y rendimiento académico, tal como se utiliza en este estudio, paso a plantear el diseño quasi-experimental que empleo en la investigación.

2. Planteamiento del diseño quasi-experimental

A continuación voy a exponer los aspectos fundamentales que se consideran en todo diseño. Me refiero a los objetivos de la investigación, la formulación de las hipótesis, la identificación de las variables, la naturaleza de la muestra, y los instrumentos de exploración empleados. El análisis de los datos y la expresión e interpretación de los resultados los expongo en el siguiente apartado.

2.1. Objetivo

El *objetivo* reside en averiguar el grado de relación entre el rendimiento escolar, la inteligencia y la personalidad tal como se entienden en este trabajo.

2.2. Hipótesis

— *Hipótesis de investigación:* averiguar si existe relación entre el rendimiento académico, los factores aptitudinales y los rasgos de la personalidad entre los alumnos de 8.º de EGB.

— *Hipótesis de nulidad:* no existe una relación significativa entre el rendimiento escolar, las aptitudes intelectuales y los rasgos de la personalidad en los alumnos de 8.º de EGB.

2.3. Identificación de variables

Como el diseño es quasi-experimental de tipo correlacional no puede establecerse relación de causa-efecto.

2.3.1. Las variables inteligencia y personalidad

En la *inteligencia* distingo las siguientes variables:

- *Inteligencia general* no verbal: aptitud para el razonamiento libre de influjos culturales evaluado por IG.
- *Comprensión verbal*: capacidad para comprender ideas expresadas en palabras, medida por el PMA.
- *Factor analítico de cálculo* como capacidad para manejar números y resolver problemas de acuerdo con el test de Razonamiento analítico.
- *Razonamiento abstracto*: capacidad para obtener deducciones de nuevos fenómenos; señala la posibilidad de adentrarse en las matemáticas según lo mide el APT.
- *Razonamiento mecánico* o comprensión mecánica evaluado por el Test de Mecánica de Yela.
- *Concepción espacial*: entendida como capacidad para imaginar y concebir objetos en dos o en tres dimensiones medida por el PMA.
- *Atención*: entendida como proceso de focalización perceptiva evaluada por el BG-3.
- *Memoria*: entendida como capacidad para evocar información previamente aprendida medida por el Test MAI.

Los rasgos de la personalidad:

Se estudian los rasgos proporcionados por el test CAPP que mide los siguientes:

- *Resonancia*: tendencia a la persistencia, la preocupación, el rencor y la previsión.
- *Emotividad*: capacidad para la impresionabilidad, el miedo, la excitabilidad y la angustia.
- *Reflexión*: preferencia por la concentración, teorización, ensoñación y pensatividad.
- *Dominio*: capacidad de imposición, tolerancia, combatividad y superioridad.
- *Sociabilidad*: agrado por la simpatía, cordialidad, relación social y cooperatividad.
- *Actividad*: tendencia a la iniciativa, rapidez, diligencia y energía.
- *Control voluntario*: capacidad para el control, la fuerza de voluntad, la pensatividad y responsabilidad.

El autor realiza un análisis factorial y agrupa bajo tres factores todos los rasgos. Así en la *introversión* se aúnan los rasgos de resonancia, reflexión y emotividad, compartiendo los rasgos de dominio y sociabilidad

en sentido negativo. La *extroversión* es el factor formado por la sociabilidad y actividad. La *fuerza del ego* está integrada por la defensividad y control voluntario.

2.3.2. La variable *rendimiento académico*

Como es sabido, la normativa vigente sobre la evaluación de los alumnos en el ciclo superior de EGB establece que «será continua y que su promoción se efectuará curso a curso de acuerdo con su rendimiento valorado objetivamente» («BOE» 22-XI-82). Las calificaciones se distribuyen en las seis categorías de muy deficiente, insuficiente, suficiente, bien, notable y sobresaliente. Para cada área de conocimientos estas notas se promedian con el fin de obtener la evaluación global por curso en la que se establecen cinco categorías desde el sobresaliente a la evaluación negativa.

Pero según Soler [56] y el Informe de los Servicios Técnicos de EGB [57], la evaluación global sufre una fuerte desviación originada por las áreas de Educación Física, Educación Artística y Enseñanza Religiosa, que por su contenido específico siguen modelos de calificación diferentes. A esto obedece el que haya prescindido de las citadas asignaturas. De este modo, he tenido en cuenta las calificaciones de las materias que considero fundamentales en 8.º de EGB: Lengua Española, Idioma moderno, Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales.

Dada la poca relevancia de la calificación muy deficiente me parece adecuado que constituya un bloque con la de insuficiente. De este modo, las categorías expresadas numéricamente son como sigue:

Muy deficiente o Insuficiente	3
Suficiente	5
Bien	6
Notable	7
Sobresaliente	9

Para incrementar la uniformidad de las calificaciones del rendimiento académico se extrae la muestra de un mismo sistema escolar que utiliza la evaluación con referencia a criterios similares.

2.4. *Características de la muestra*

La realidad me ha obligado a utilizar una muestra extraída de cinco centros de enseñanza seleccionados en razón de los criterios intencionales siguientes:

- a) Privados.
- b) Masculino.

c) Ubicados en zonas urbana-residencial, urbana-media y periférica de Madrid.

d) La actividad docente la realizan de acuerdo con los objetivos generales y específicos previamente establecidos.

e) La evaluación es continua y con referencia a criterios.

Después de eliminar algunos protocolos por las irregularidades encontradas, la muestra del estudio la forman 495 chicos de 8.º de EGB con un rango de edad de 13-14 años extraídos del modo siguiente:

Colegio 1: n = 103

Colegio 2: n = 35

Colegio 3: n = 165

Colegio 4: n = 111

Colegio 5: n = 81

N total = 495

2.5. Instrumentos de exploración

Se emplean los siguientes instrumentos [58].

— *Test de Inteligencia Lógica* del Instituto Pontificio San Pío X. Mide el factor «g» o inteligencia general libre de influencias culturales. Consta de 50 ejercicios a base de dibujos. La fiabilidad es de 0.90 y la validez entre 0.60 y 0.80.

— *PMA. De aptitudes mentales primarias de Thurstone* y adaptado por TEA. La subprueba del razonamiento verbal tiene una fiabilidad de 0.91, y una validez de 0.48, la fiabilidad y la validez del factor espacial asciende a 0.73 y 0.47.

— *Factor analítico de cálculo. De Ayuda Morales*. Cuenta con baremos españoles y su mayor utilidad reside en el diagnóstico para las matemáticas de alumnos de 7.º y 8.º de EGB y de los primeros cursos de Bachillerato. Su técnica se basa en la prueba de Razonamiento analítico del laboratorio de L'Ecole d'Arts et Metiers de Bruselles.

— *APT-Test de Pronóstico Académico*. De Bennet, adaptado por TEA. Se utiliza para obtener el razonamiento abstracto. La fiabilidad y la validez de esta prueba es de 0.87 y 0.48.

— *Test de Mecánica de Yela* es un instrumento para la orientación de los alumnos hacia tareas que requieren la comprensión mecánica. La fiabilidad y la validez asciende a 0.81 y entre 0.39-0.54.

— *B. G. 3-Test de figuras iguales*. Distribuido por Mepsa. Forma parte de la batería típica del profesor Bonnardel en su nivel II. Se ob-

tiene la nota CPM de rapidez perceptiva y mental. Especialmente relacionado con los trabajos de oficina.

— *MAI - Test de Memoria auditiva inmediata*. De Cordero Pando y distribuido por TEA. Proporciona la memoria lógica numérica y asociativa que presentan una validez de 0.61, 0.33 y 0.34.

— *CAPPA - S forma A. Cuestionario analítico psicopedagógico de la personalidad de Amurrio*, de J. A. Martín distribuido por Cospa. Está formado por siete subtests que miden siete rasgos de la personalidad, más un último subtest que nos proporciona la comprobación de los resultados de los anteriores. La fiabilidad asciende a 0.90 en todos los rasgos, excepto en una defensividad que es de 0.88. La validez con un criterio externo alcanza los siguientes valores en los diversos subtests:

Emotividad	0.604
Actividad	0.573
Resonancia	0.566
Dominio	0.466
Reflexión	0.530
Sociabilidad	0.616
Control voluntario	0.626

3. Tratamiento estadístico y expresión e interpretación de los resultados

3.1. Análisis de correlación canónica

Como el objetivo de la investigación es averiguar si existe relación entre los rasgos cognitivos y de la personalidad con el rendimiento escolar explicitado en las cinco áreas fundamentales de octavo de EGB, estimo que el análisis más adecuado es el de la correlación canónica. La utilización de esta técnica nos va a proporcionar la información sobre: a) la naturaleza de las relaciones o los modelos de interdependencia que unen los dos conjuntos de variables; b) el número de las relaciones entre los dos conjuntos que son estadísticamente significativas; c) la medida en que la varianza de un conjunto de variables está condicionada es redundante con el otro conjunto.

La matriz de correlaciones R se divide en cuatro submatrices: R_{xx} contiene las correlaciones entre las variables del conjunto X ; R_{yy} las correlaciones entre las variables del conjunto Y ; por otra parte, R_{xy} y R_{yx} son las correlaciones de cada una de las variables de un conjunto con cada una de las variables del otro conjunto. Por la propiedad de la simetría de la matriz de correlaciones se advierte que R_{xy} equivale a la traspuesta de R_{yx} , y viceversa. De esta suerte, se tienen dos tipos

de información dentro de R: el modelo de interdependencias dentro de cada uno de los conjuntos y el modelo de las correlaciones a través de los dos conjuntos. La matriz de correlación R se estructura

$$R = \begin{pmatrix} R_{xx} & R_{xy} \\ R_{yx} & R_{yy} \end{pmatrix}$$
 Asumiendo que la matriz R_{xy} (o R_{yx}) contiene algunos coeficientes que no sean equivalentes a ceros, el problema reside en determinar el modelo de las correlaciones entre los dos conjuntos de variables.

Este análisis se lleva a cabo sustituyendo las variables originales de los conjuntos X e Y por pares de combinaciones lineales de las variables originales. Como se sabe la combinación lineal de las variables es la suma ponderada de las variables. Si tenemos un conjunto de variables Z ($Z_1, Z_2, Z_3 \dots Z_n$) la combinación lineal de estas Z tendrá la forma de $Z = b_1 Z_1 + b_2 Z_2 + \dots + b_n Z_n$, es decir, $Z = \sum_{i=1}^n b_i Z_i$ siendo $b_1 \dots b_n$ las constantes.

En el análisis de correlación canónica se forman combinaciones lineales de las variables X y de las variables Y. Del número infinito de combinaciones lineales posibles para cada conjunto, se eligen aquellos coeficientes que al utilizarlos en la combinación lineal del conjunto de variables X nos proporcionen la máxima correlación con la combinación lineal del conjunto de las variables Y. De este modo, si definimos x e y por: $x = \sum b_{xi} X_i$; $y = \sum b_{yi} Y_i$.

El análisis de correlación canónica selecciona estos valores para los b_{xi} y los b_{yi} de tal modo que se maximice el valor de r_{xy} . Así podemos decir que x representa la combinación del conjunto de variables X que tiene la mayor correlación con cualquier combinación del conjunto de variables Y; del mismo modo y es la combinación de las variables Y que correlacionan al máximo con cualquier combinación de X. Del infinito proceso de las combinaciones lineales de estos conjuntos de variables buscamos ese par que proporcione la máxima correlación entre ellas. El coeficiente de correlación entre x e y se denomina correlación canónica R_c .

El siguiente paso es encontrar otro par de combinaciones lineales que tenga la segunda correlación mayor y que sea ortogonal con el primer par. Supongamos que x_1, y_1 , son los primeros pares de combinaciones lineales o variables canónicas y x_2, y_2 los segundos. Estas dos segundas combinaciones lineales serán los dos segundos pares de variables canónicas y así sucesivamente. Las condiciones son las siguientes:

$$x_i = b_{x_1 i} X_1 + b_{x_2 i} X_2 + \dots + b_{x_p i} X_p$$

$$y_i = b_{y_1 i} Y_1 + b_{y_2 i} Y_2 + \dots + b_{y_p i} Y_p$$

siendo: — la meda (\bar{x}_i) = media (\bar{y}_i) = 0 para todos los i

— la desviación típica (S_{x_i}) = desviación típica (S_{y_i}) = 1.0

- $r_{x_i, x_j} = r_{y_i, y_j} = r_{x_i, y_i} = 0$ si $i \neq j$
- r_{x_i, y_i} = correlación máxima de todos los posibles conjuntos de variables canónicas con las condiciones de ortogonalidad.

Los valores propios y los auto-vectores se calculan a partir de $R_{xy} R_{yy}^{-1} R_{yx} \beta = \lambda R_{xx} \beta$, donde los valores propios $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \dots > \lambda_m > 0$; y «m» son los rangos efectivos más pequeños de los dos conjuntos de variables. Los correspondientes vectores propios son β_1, \dots, β_m . Los valores propios y autovectores se resuelven en tres etapas. De la ecuación anterior se deriva la siguiente $R_{xx}^{-1/2} R_{xy} R_{yy}^{-1/2} R_{yx} R_{xx}^{-1/2} \beta = \lambda \beta$ $R_{xx}^{-1/2}$ se obtiene mediante el método del pivote paso a paso de tal forma que no se pivotan aquellas variables cuyas correlaciones múltiples cuadráticas con las variables previamente pivotadas exceden de 1 — la tolerancia. Las filas y las columnas de las variables no pivotadas se sustituyen por ceros. Los valores propios se obtienen a través de la tridagonalización de la matriz siguiendo el método de Reinsch [59]. Los vectores propios se calculan mediante la matriz tridagonalizada.

Las correlaciones canónicas, son las raíces de los vectores propios λ . Es decir, $R_{c_i} = \sqrt{\lambda_i}$, siendo $i = 1, \dots, m$; los coeficientes de las variables canónicas para el conjunto de las variables X son los vectores propios β de tal modo que $\beta_x = (\beta_{1x} \dots \beta_{mx})$; los coeficientes de las variables Y se calculan dividiendo los vectores propios por sus correspondientes correlaciones canónicas y multiplicándolo por $R_{yy}^{-1/2} R_{yx}$: $\beta_y = R_{yy}^{-1/2} R_{yx} (\beta_x / R_{c_1}, \dots, \beta_m / R_{c_m})$. Las puntuaciones de las variables canónicas para cada caso se obtienen multiplicando las puntuaciones típicas de las variables originales por los coeficientes tipificados de las variables

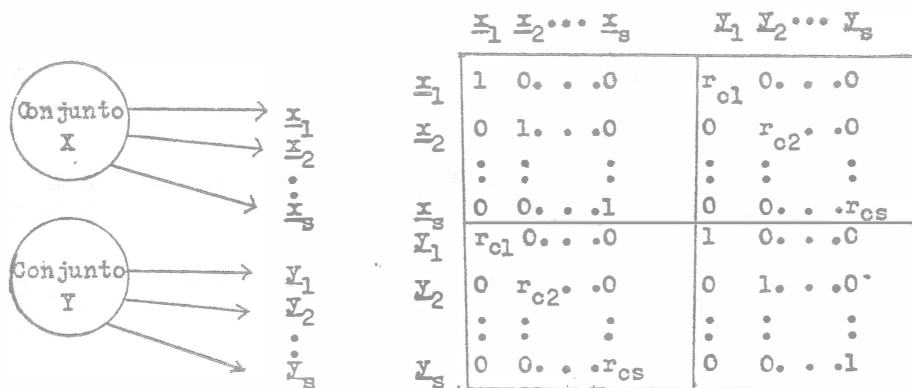
$$\text{canónicas} \begin{pmatrix} V_x \\ V_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_x \\ \beta_y \end{pmatrix} Z$$

Debemos asegurarnos de que los coeficientes están tipificados para que al aplicarlos a las puntuaciones X de X e Y se obtengan variables canónicas tipificadas como media cero y desviación típica de uno.

Supongamos que hemos extraído todas las relaciones estadísticamente significativas de los pares de variables canónicas de los conjuntos X e Y. Lo que hemos hecho es reemplazar la matriz de correlación con que se inicia el programa por la matriz asociada de las intercorrelaciones entre las variables canónicas, tal como se muestra en el diagrama de la figura 1.

Si s es el mínimo de (p, q) como indica Morrison [60] «toda la correlación entre los conjuntos de las variables originales se habrá canalizado en las s correlaciones canónicas». Cualquier tipo de asociación que exista entre los dos conjuntos de variables, según aparece en los

FIGURA 1.—Diagrama esquemático del análisis canónico



elementos no ceros de los cuadráticos de R , habrá sido recogida por los s pares de variables canónicas y sus interdependencias.

3.2. Expresión e interpretación de resultados

Se utiliza el programa «condescriptive» del SPSS [61] que transforma los datos obtenidos en puntuaciones típicas «z». Después, la aplicación del programa BMD6M [62] a los datos tipificados del rendimiento académico X y de los rasgos cognitivos y de la personalidad Y nos ofrece en primer lugar, los datos descriptivos de la media, la desviación típica, los coeficientes de variación, el valor más pequeño, la puntuación típica más pequeña, el valor mayor, la asimetría y la curtosis, según se muestra en la tabla 1.

A continuación se halla la matriz de las correlaciones entre cada variable y las restantes, y las correlaciones múltiples cuadráticas de cada variable con las del conjunto al que pertenece que se presentan en la tabla 2, 3 y 4, respectivamente.

Es fácil observar que las correlaciones en las áreas fundamentales de rendimiento académico oscilan alrededor de 0.80, excepto con el área de sociales que son sobre 0.50. Respecto a las correlaciones entre el rendimiento y las aptitudes intelectuales resultan más bajas que las existentes con los rasgos de la personalidad, especialmente con la reflexión y el control voluntario. Destaca la emotividad por sus correlaciones negativas con el área de sociales, la inteligencia general y la aptitud mecánica.

También se advierte aquí cómo las R^2 son más elevadas entre las áreas de rendimiento —más bajas en sociales— que entre las aptitudes intelectuales y los rasgos de personalidad, siendo más elevadas en la

TABLA 1.—Estadísticos descriptivos de las puntuaciones transformadas

VARIABLE	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION	VALOR MAS PEQUEÑO	VALOR MAYOR	PUNTUACION STANDARD MENOR	PUNTUACION STANDARD MAYOR	ASIMETRIA	KURTOSIS
16 LENG.	—0.0000	1.00000	—	—2.13049	11.61169	—2.14	11.61	3.25	35.24
17 ING.	—0.00000	1.00000	—	—2.00217	11. 431	—2.00	11.19	2.91	30.21
18 MATE.	.000000	1.00000	—	—1.43619	11.32579	—0.4	11.33	3.12	31.5
19 NATUR.	.000000	1.00000	—	—1.09772	11.16479	—1.10	11.16	2.96	29.69
20 SOCI.	.000000	1.00000	—	—2.96320	1.73418	—2.96	1.73	.17	—32
1 INTG.	.000000	1.00000	—	—2.973 6	2.04469	—2.97	2.04	—58	.22
2 RVER.	.000000	1.00000	—	—2.69517	2.34573	—2.90	2.35	—32	—40
3 ANUM.	.000000	1.00000	—	—2.65389	4.1 453	—2.65	4.18	—16	.14
4 RABS.	.000000	1.00000	—	—1.85302	3.03937	—1.85	3.04	.21	—93
5 RMEC.	.000000	1.00000	—	—3.70025	7.34 78	—3.70	7.34	.18	5.42
6 RESP.	.000000	1.00000	—	—2.5 309	3.45359	—2.56	3.45	—08	—46
7 ATEN.	.000000	1.00000	—	—2.44479	10.32597	—2.44	10.33	2.46	22.21
8 MEMO.	.000000	1.00000	561333.870118	—4.46503	5.67124	—4.47	5.67	.02	2.08
9 EMO.	.000000	1.00000	—	—2.29344	18.36914	—2.29	18.37	12.50	227.81
10 ACTV.	.000000	1.00000	—	—1.92213	19.73150	—1.93	19.73	15.62	304.42
11 REFLEX.	.000000	1.00000	—	—1.37117	20.50871	—1.37	20.51	17.45	355.20
12 DEFENS.	.000000	1.00000	—	—1.33445	19.27362	—1.33	19.27	14.51	276.51
13 DES.	.000000	1.00000	—	—1.08376	20.41475	—1.0	20.41	17.22	348.68
14 SOCI.	.000000	1.00000	—	—2.43527	20.62898	—2.44	20.63	1 70	363.72
15 COVOI.	.000000	1.00000	—	—2.40426	20.058 2	—2.40	20.06	16.28	3 4.88

TABLA 2.—Matriz de correlaciones

	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	
LENG.	16	1.000												
ING.	17	.820	1.000											
MATE.	18	.857	.794	1.000										
NATU.	19	.842	.798	.917	1.000									
SOCI.	20	.581	.545	.522	.539	1.000								
INTG.	1	.262	.245	.292	.245	.218	1.000							
RVER.	2	.345	.341	.309	.424	.312	.194	1.000						
ANUM.	3	.333	.388	.381	.345	.242	.535	.239	1.000					
RABS.	4	.347	.287	.370	.363	.231	.512	.240	.455	1.000				
RMEC.	5	.046	.074	.072	.064	.126	.332	.157	.185	.250	1.000			
RESP.	6	.167	.204	.190	.205	.134	.37	.219	.356	.37	.251	1.000		
ATEN.	7	.373	.372	.409	.377	.112	.232	.264	.307	.218	.027	.331	1.000	
MEMO.	8	.374	.366	.356	.352	.297	.146	.287	.213	.280	.078	.149	.190	1.000
EMO.	9	.479	.46	.464	.75	—0.1	—0.025	.059	.156	.104	—0.137	.107	.364	.2
REFLEX.	11	.481	.472	.482	.475	—0.072	—0.008	.094	.197	.129	.131	.162	.459	.226
DEFENS.	12	.470	.481	.451	.463	—0.065	.008	.081	.191	.149	.103	.164	.416	.251
RES.	13	.541	.523	.526	.523	.004	.054	.132	.222	.167	—0.104	.152	.437	.254
SOCI.	14	.493	.471	.473	.454	—0.104	—0.027	.068	.174	.120	—0.157	.162	.425	.272
C. VOL.	15	.672	.550	.559	.553	.046	.02	.132						
		EMO	ACTV	REFLEX	DEFENS	RES	SOCI	CCVOL						
		9	10	11	12	13	14	15						
EMO.	9	1.000												
ACTV.	10	.706	1.000											
REFLEX.	11	.871	.862	1.000										
DEFENS.	12	.809	.843	.906	1.000									
RES.	13	.836	.871	.911	.859	1.000								
SOCI.	14	.759	.876	.867	.819	.851	1.000							
C. VOL.	15	.739	.906	.843	.790	.880	.861	1.000						

TABLA 1.—*Correlaciones múltiples cuadráticas de cada variable del primer conjunto X con las restantes variables de ese conjunto X*

NUMERO	NOMBRE	R ²
16	LENG.	.80220
17	ING.	.71927
18	MATE.	.86721*
19	NATU.	.82872*
20	SOCI.	.35577*

TABLA 4.—*Correlaciones múltiples cuadráticas de cada variable del segundo conjunto Y con las restantes variables de ese conjunto Y*

NUMERO	NOMBRE	R ²
1	INTE.	.45537
2	AVER.	.18738
3	ANUM.	.38364
4	RABS.	.36330
5	RMEC.	.18833
6	RESP.	.26493
7	ATEN.	.32879
8	MEMO.	.21199
9	EMO.	.78103
10	ACTV.	.87618*
11	RES.	.91559*
12	DOM.	.84229
13	REFLEX.	.88703*
14	SOCR.	.89292*
15	CNOL.	.89292*

resonancia (0.91559), el control voluntario (0.89292) y la reflexión (0.88703).

Después de averiguar los coeficientes tipificados de las variables canónicas y de las variables tipificadas para cada conjunto de variables, se resuelven las puntuaciones de las variables canónicas tipificadas de las que ilustramos sólo las seis primeras y las ocho últimas, aplicando la correspondiente prueba de consistencia.

Como es sabido, las puntuaciones de las variables canónicas para cada caso se obtienen multiplicando la puntuación típica de las variables originales por los coeficientes tipificados de las variables canónicas. A continuación se hallan los valores propios y las correlaciones canónicas entre inteligencia y personalidad con los rendimientos académicos.

TABLA 5.—Coeficientes tipificados de las variables canónicas y las variables tipificadas del primer conjunto X.

Coeficientes tipificados de las variables canónicas

		CNVRF 1	CNVRF 2	CNVRF3 3	CNVRF4 4	CNVRFE 5
LENG.	16	.595074+000	-.274030+000	-.736258+000	.648708+000	.191400+001
ING.	17	.35 436+000	-.801702-001	.208390+000	.131067+001	-.129266+001
MATE.	18	.204330+000	-.254115-001	.263293+002	-.730946+000	.147567+000
NATUR.	19	.149265+000	.168827+000	-.216173+001	-.125185+001	-.887235+000
SOCL.	20	-.556983+000	.110539+001	.119681+000	.442002-001	.619698-001

Coeficientes tipificados de las variables tipificadas

		CNVRF1 1	CNVRF2 2	CNVRF3 3	CNVRF4 4	CNVRF5 5
LENG.	16	.5 5	-.274	-.736	.649	1.914
ING.	17	.351	-.080	.208	1.311	-1.2 3
MATE.	18	. 04	-.025	2.633	-.731	.148
NATU.	19	.149	.169	-2.162	-1.2 2	-.887
SOCL.	20	-.557	1.1 5	.120	.044	.062

* CNVRF = variables canónicas del primer conjunto X

TABLA 6.—*Coefficientes tipificados de las variables canónicas y las variables tipificadas del segundo conjunto Y.*

Coefficientes tipificados de las variables canónicas

		CNVRS1	CNVRS2	CNVRS3	CNVRS4	CNVRS5
		1	2	3	4	5
INTG.	1	.11553+000	-.354309-001	.502374+000	.203689-001	.346643+000
RVER.	2	.155864+000	.278973+000	-.294763+000	.325468+000	.834172-001
ANUM.	3	.149737+000	.187435+000	.202619+000	.590017+000	-.372720-001
RABS.	4	.125965+000	.141784+000	-.183572+000	-.840113+000	.430005+000
RMEC.	5	.351622-001	-.223221-001	.908932-001	.125774+000	-.297088+000
RESP.	6	-.125696+000	.944221-001	-.320953+000	-.361650-001	-.718282+000
ATEN.	7	.602252-001	.557855-001	.418006+000	-.238950+000	-.790971-001
MEMO.	8	.245551-001	.408621+000	.925995-001	.198236+000	-.182230-001
EMO.	9	.261898+000	.230376+000	-.649907+000	.104470+000	-.155910+000
ACTV.	10	.831817-001	.997566-002	.760723+000	-.102555+001	-.493463+000
REFLEX.	11	-.120212+000	-.500530+000	.136592+001	-.609191+000	-.128086+001
DEFENS.	12	.307400-001	-.683733-001	-.136574+001	-.833814-001	.727319+000
RES.	13	.201918-001	.734859-001	-.149814+000	.533684+000	-.537330-001
SOCI.	14	.265 71+000	-.130336+001	.371101+000	.114363+001	.886671+000
COVOL.	15	.371151+000	.101264+001	-.732332+000	-.497675-001	.294638+000

Coefficientes tipificadas de las variables tipificadas

		CNVRS1	CNVRS2	CNVRS3	CNVRS4	CNVRS5
		1	2	3	4	5
INTG.	1	.116	-.035	.502	.020	.347
RVER.	2	.156	.279	-.295	.325	.083
ANUM.	3	.150	.187	.203	.590	-.037
RABS.	4	.126	.142	-.184	-.840	.430
RMFC.	5	.035	-.022	.091	.126	-.207
RESP.	6	-.126	.094	-.321	-.036	-.718
ATEN.	7	.0 0	.056	.418	-.239	-.079
ACTV.	10	.083	.010	.761	-.1026	-.493
FEFLEX.	11	-.120	-.501	1.366	-.609	-1.281
DEFENS.	12	.031	-.068	-1.366	-.083	.727
RES.	13	.020	.073	-.150	.534	-.054
SOCI.	14	.266	-1.303	.391	1.144	.887
CCVOI.	15	.371	1.013	-.732	-.050	.2 5

CNVRS = variables canónicas del segundo conjunto Y

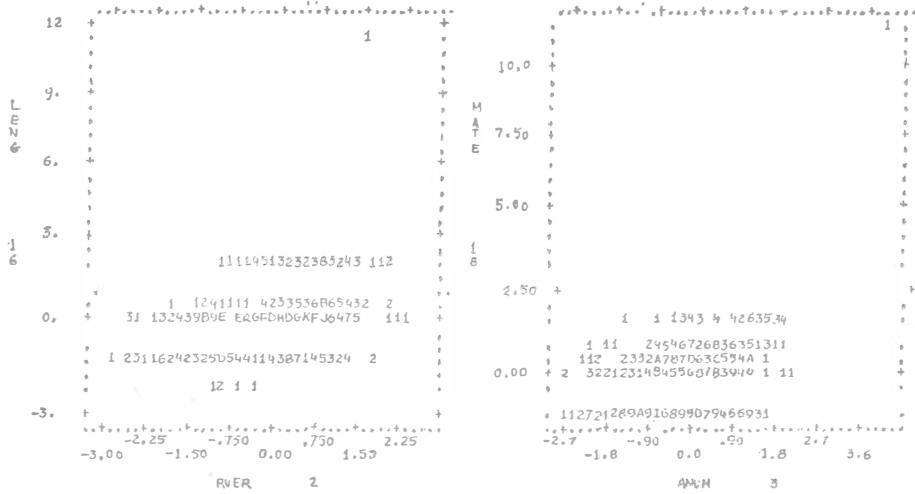
Tabla 7.—Puntuaciones de las variables canónicas para cada caso

No.	PESO DE CNVRS5	CNVRF1	CNVRF2	CNVRF3	CNVRF4	CNVRF5	CNVRS1	CNVRS2	CNVRS3	
1	1.0000 .0114	.0854	— .6290	.1547	— .0935	— .1019	.1103	— .5070	— 1.0947	
2	1.0000 — .0877	— .0996	.515	2.3563	— .4035	1.0130	— .1943	— .2242	— 1.2649	
3	1.0000 .0764	.3602	— .1829	.0647	1.4327	— .3350	.856	.2058	.7460	
4	1.0010 — .3836	1.1903	1.5619	.3133	.0128	— .0229	.8621	1.8806	1.5507	
5	1.0000	.4538	— .1946	1.2702	1.0981	— .2674	.4511	.1817	— .42 5	
:	— .1870	:	:	:	:	:	:	:	:	
486	1.0000 .3733	— .8010	— .4995	.4040	1.0981	— 1.2450	.0865	— 1.2548	.1140	— 2.1739
487	1.0000 — 1.3245	.5666	— .6371	.5680	1962	— 1.6138	.1358	.51	— .8991	.8807
488	1.0000 — 1.0042	.2454	— .6656	.2485	.5029	— .6901	.6530	.7031	2.0 12	— .7574
489	1.0000 — .6866	— .5571	— .6863	— .4834	.5 00	1.7454	— .2133	— .2702	.0338	— .02 0
490	1.0000 .5410	— 1.2112	.6118	— .3429	.5719	1.8182	.0050	.0235	— .0200	.8415
491	1.0000 1.2 28	— 1.1211	— .4266	.2144	— .0 48	— .0686	— .36	— .6537	.0094	— 1.6508
492	1.0000 — .5358	— .4670	— 1.7247	.0738	— .1467	— .1413	— .8264	— 2.1158	1.4377	.1330
493	1.0000 — 1.3 63	.4507	.4896	— 2.1775	.6290	— .1975	.6153	2.2132	— .0898	— .5087
494	1.0000 .9166	— 1.1211	— .4266	.2 44	— .0948	— .0686	— .2940	— .2236	.4940	— .7070

TABLA 8.—Valores propios y correlaciones canónicas de la inteligencia y la personalidad con los rendimientos académicos

Valores propios (λ_i)	Correl. canónicas (R_{ci})
0.62609	0.79126*
0.27362	0.52309*
0.06484	0.25464*
0.05452	0.23350*
0.02553	0.15979

Se ilustran los datos con la *representación gráfica* de algunos pares de variables canónicas del primer y segundo conjunto.



También pueden hallarse las correlaciones canónicas de la inteligencia y la personalidad con el rendimiento académico por separado. De esta suerte obtenemos los resultados que se muestran en las tablas 9 y 10.

TABLA 9.—Valores propios y correlaciones canónicas de las aptitudes intelectuales y los rendimientos académicos

Valores propios (λ_i)	Correl. canónicas (R_{ci})
.36743	.60616
.07991	.28268
.03464	.18612
.02538	.15931
.01196	.10934

TABLA 10.—Valores propios y correlaciones canónicas entre los rasgos de la personalidad y los rendimientos académicos

Valores propios (λ_i)	Correl. canónicas (R_{ci})
.55491	.74492
.12794	.35769
.03404	.18451
.01599	.12646
.00399	.06316

Obsérvese que la 1.^a correlación canónica entre la personalidad y los rendimientos académicos en esta muestra de sujetos es más elevada (.74492) que entre las aptitudes intelectuales y los citados rendimientos escolares (.60616), mientras que si se emplean ambos rasgos asciende a .79126.

Para la *interpretación de los resultados* conviene *comprender las variables canónicas*, averiguar la *significatividad de las correlaciones canónicas* y conocer si existe *redundancia* entre los compuestos lineales de X e Y.

Para *comprender las variables canónicas* puede observarse la matriz de los coeficientes β_x , β_y de las variables canónicas X e Y. Estos coeficientes nos indican la contribución de las variables originales a los compuestos lineales o variables canónicas. Pero esta interpretación puede ser errónea debido a las intercorrelaciones entre las variables. Como es sabido, si dos variables se relacionan estrechamente con una tercera, al hacer una de las dos su contribución al conjunto, la otra no tiene apenas contribución única que hacer. De esta suerte, el coeficiente de la primera variable puede ser muy elevado, mientras que el de la segunda puede ser próximo a cero. Es cierto que estos coeficientes nos dicen algo acerca de las variables canónicas, pero pienso con Cooley y Lohnes y con Darlington y otros [63] que es más correcto en vez de utilizar la matriz de los coeficientes, emplear las correlaciones de las variables originales con la variable canónica. Es el mismo enfoque que se usa en el análisis factorial descriptivo cuando se describe la naturaleza de los factores en términos de los conglomerados de variables que se asocian con el factor. El uso de este enfoque para la interpretación sustantiva reconoce que el compuesto es una manifestación de una noción abstracta acerca de la naturaleza del fenómeno que no puede captarse directamente, sino indirectamente a través de algo que se relacione con él.

A la matriz de correlaciones de las variables originales de un conjunto dado con las variables canónicas de ese conjunto, Cooley y Lohnes [64] le denominan *matriz de la estructura canónica*, simbolizada por S_x o S_y . Si se representan las matrices de los coeficientes mediante β_x , β_y para el conjunto X e Y, las matrices de las variables canónicas por X e Y, y si las variables originales están tipificadas, postmultiplicando las matrices de los datos tipificados por las matrices de los pesos, se obtienen las matrices de las variables canónicas. Es decir,

$$X = X\beta_x; Y = Y\beta_y.$$

Por tanto, se puede obtener la matriz de la estructura canónica pre-multiplicando las matrices de los coeficientes por la matriz apropiada de las correlaciones de dentro de los conjuntos. O sea,

$$S_x = R_{xy} \beta_x; S_y = R_{yy} \beta_y; \text{ así se obtiene la matriz de la tabla 11.}$$

TABLA 11.—Matriz de la estructura canónica

		CNVR51	CNVR52	CNVR53	CNVR54	CNVR55
		1	2	3	4	5
INTG.	1	.274	.351	.483	-.087	.141
RVER.	2	.332	.515	-.130	.224	-.025
ANUM.	3	.454	.343	.328	.245	-.020
RACS.	4	.390	.367	.087	-.488	.259
RMEC.	5	.009	.247	.182	-.005	-.270
RESP.	6	.210	.220	-.230	-.057	-.554
ATEN.	7	.544	.085	.309	-.155	-.206
MEMO.	8	.393	.473	.048	.144	.008
EMO.	9	.792	-.236	-.249	-.048	-.255
ACTV.	10	.884	-.205	-.028	-.154	-.157
REFLEX.	11	.836	-.347	-.088	-.085	-.278
DEFENS.	12	.799	-.324	-.296	-.120	-.120
RES.	13	.871	-.212	-.139	-.010	-.162
SOCL.	14	.861	-.426	-.053	.066	-.029
CCVOL.	15	.894	-.137	-.115	-.013	-.079
PORCENTAJE DE LA TRAZA		40.55531	10.32948	4.951	3.06172	
		CNVRF1	CNVRF2	CNVRF3	CNVRF4	CNVRF5
		1	2	3	4	5
LENG.	16	.861	.422	-.058	.070	.269
ING.	17	.817	.412	.036	.288	-.279
MATE.	18	.840	.408	.248	-.259	-.020
NATUS.	19	.817	.447	-.137	-.307	-.139
SOCL.	20	.167	.980	.015	.079	.067
PORCENTAJE DE LA TRAZA		56.19576	33.49002	1.70316	5.1083	

El problema de la *significación* en el análisis canónico se relaciona con el problema del número exacto de enlaces independientes que hay entre los dos conjuntos de variables. Esto equivale a preguntarse acerca del número de variables que han de ser controladas para reducir la matriz de correlación entre los compuestos, R_{xy} , a una matriz cero. Como los datos de los rasgos medidos tienen errores o componentes aleatorios además de las puntuaciones verdaderas, se toma el número total de las soluciones que es el número (p, q) para reducir la «muestra» R_{xy} a cero. Existen diversos tests para determinar el número de soluciones significativas. Aquí aplico la prueba de Barlett [65] a cada una de las correlaciones canónicas obtenidas sucesivamente. El test requiere el cálculo del estadístico V mediante la fórmula $V = \sum_{i=1}^q (1 - r_{c_i}^2) = (1 - r_{c_1}^2) \dots (1 - r_{c_q}^2)$ siendo (p, q) . La prueba muestra que bajo la hipótesis de nulidad de que estos compuestos no se relacionen linealmente, una fracción de V se distribuye como X^2 . El estadístico $X^2 = -[N - 0.5(p + q + 1)] \ln V$, donde N es el número de casos y \ln denota el logaritmo natural de la fracción. El número necesario de variables

canónicas es el mayor número de valores propios con tal que los restantes valores propios no sean significativos. El test de Barlett se muestra en la tabla 11.

TABLA 12.—*Prueba de Barlett*

Valores propios	X ²	G.L	P
0	700.78	75	0.0000
1	226.13	56	0.0000
2	71.88	39	0.0010
3	39.53	24	0.0240
4	12.48	11	0.3287

Como trabajamos al nivel de confianza de 0.05, el test de Barlett nos indica que el número necesario de variables canónicas para expresar la dependencia entre los dos conjuntos de variables son cuatro. Como estas variables se obtienen las cuatro correlaciones canónicas independientes que son significativas.

Habiendo identificado el número de dependencias significativas entre los conjuntos y teniendo la información de la matriz de la estructura canónica de estas variables, aún queda otro problema crucial para la interpretación de los resultados. Me refiero a la determinación de cuánta «varianza» de los dos conjuntos es común, es decir, cuánta «varianza» del conjunto de las variables X puede ser explicada por el conjunto de las variables Y. Marco la palabra varianza entre comillas, para que se entienda que la noción de la varianza de un compuesto lineal no es equivalente a la «media de la suma de las desviaciones cuadráticas», como en las variables simples. Lo que pretendo es contar con una medida funcional equivalente a los coeficientes de la correlación múltiple al cuadrado, R^2 . Sería de desear contar con una medida que nos diera no sólo las soluciones K del compuesto entero, sino también cada una de las soluciones por separado. Es decir, lo que se pretende averiguar es cuánta «varianza» de los dos compuestos se incluye en el primer par de variables canónicas, comparada con los dos segundos, y así sucesivamente. Esta información es de mayor interés que la significación estadística de cada solución. En definitiva se trata de aplicar un análisis que nos proporciona el grado de redundancia que se da entre las variables canónicas. Para analizar las redundancias entre los compuestos lineales X e Y, sigo el modelo creado por Stewart y Love [66] y ampliamente discutido por Cooley y Lohnes [67]. El desarrollo de lo que estos autores llaman *medida de redundancia* se deriva del hecho de que la matriz de estructura canónica, es decir, la matriz de las correlaciones de las variables originales con las canónicas, es una matriz de las satu-

raciones (loading) de los factores. No es la misma matriz que la obtenida con el análisis de componentes principales, pero contiene las correlaciones de las variables con las combinaciones lineales ortogonales de estas variables. La cantidad de la «varianza» total o del porcentaje total de la traza en el compuesto explicado por un factor es dada por la suma cuadrática de las saturaciones de las variables en ese factor dividido por el número de variables contenidas en ese factor. Es decir,

$$V_{xi} = \frac{\sum_{j=1}^p S_{ij}^2}{p}; \quad V_{yi} = \frac{\sum_{j=1}^q S_{ij}^2}{q}$$
 siendo S = elemento de la matriz de la estructura del conjunto X o Y.

$$V_{x1} = \frac{(0.867)^2 + (0.817)^2 + \dots + (0.167)^2}{5} = 0.5619576; \quad V_{y1} = \frac{(0.274)^2 + (0.332)^2 + \dots + (0.899)^2}{15} = 0.4055531$$

$$V_{x2} = 0.3349002; \quad V_{y2} = 0.1032948; \quad V_{x3} = 0.0170316; \quad V_{y3} = 0.04951; \quad V_{x4} = 0.051083; \quad V_{y4} = 0.0306172.$$

De este modo contamos con los porcentajes de la traza total que expresan cada factor. Estos porcentajes identifican la proporción de la «varianza» de un conjunto asociada a cada solución. Es decir, las variables de los conjuntos X e Y, en la primera solución toman el 56.19567 % y el 40.55531 % de la traza total de sus respectivos conjuntos de variables X e Y. Los porcentajes de la traza se muestran en la tabla 10.

La cuestión que queremos contestar en el análisis canónico es cuánta «varianza» de un conjunto contenida en una variable puede ser explicada por la variable del otro conjunto. Como la correlación canónica es la correlación convencional de Pearson entre una variable de un conjunto y la variable del otro conjunto, su cuadro representa la porción de la varianza de una variable que se solapa con la otra. Combinando estas dos nociones encontramos que la parte de la varianza de un conjunto que puede explicarse mediante la variable canónica de otro conjunto es igual al producto de la correlación canónica cuadrática y la porción de la varianza del conjunto contenida en esa variable. Nos preguntamos cuánta varianza de la variable del conjunto X es aplicada por la variable «iésima» del conjunto Y (r_{ci}^2) y qué proporción de la traza de la variable del conjunto X (V_{xi}) se contiene en la variable del conjunto Y. La multiplicación de los dos términos nos dice qué proporción de la traza de X es explicada por la variable del conjunto Y, y, por tanto, cuánta redundancia en el conjunto X es dada por la variable del conjunto Y. Es decir, la *redundancia* del conjunto X dada por la solución «iésima» vendrá expresada por $r d_{xi} = V_{xi} r_{ci}^2$; para el conjunto Y será, $r d_{yi} = V_{yi} r_{ci}^2$. El coeficiente de redundancia no es simétrico y por tanto la parte de la traza del conjunto X explicada por una variable particular del conjunto Y no es igual a la parte de la traza de Y explicada por la variable del conjunto X. En la tabla 12 se presentan los coeficientes de redundancia.

TABLA 13.—*Coficiente de redundancia*

SOLUCION	CONJUNTO DEPENDIENTE X		%
1	0.3518360		
2	0.0916353	0.4434713	44.34713
3	0.0011043	0.4445756	44.45756
4	0.0002785	0.4473606	44.73606
5	0.0008835		

Como puede observarse, hemos sumado los coeficientes de redundancia a través de las diversas soluciones como una medida de la parte de la traza total del conjunto X explicado por las diversas soluciones. Como las variables son ortogonales pueden sumarse acumulativamente las soluciones y determinar cuántas soluciones deben retenerse para consideraciones futuras.

4. Conclusiones y limitaciones del estudio

Puede afirmarse que la investigación ha logrado el *objetivo* que se proponía: averiguar el grado de relación entre el conjunto de las variables X, el rendimiento en las áreas fundamentales de EGB considerado de modo global, y las variables Y, los rasgos cognitivos y de la personalidad enfocados como un conjunto. Asimismo hay que decir que se ha rechazado la *hipótesis de nulidad* ya que las cuatro primeras correlaciones canónicas halladas entre el rendimiento escolar —expresado en las evaluaciones de los profesores de un sistema escolar español referidas a criterios similares— y los rasgos cognitivos y de la personalidad —evaluados por los instrumentos empleados— son significativas al 0.05.

Las conclusiones básicas del estudio pueden explicitarse del modo siguiente:

1. De las correlaciones múltiples cuadráticas entre las variables de cada uno de los conjuntos entre sí puede deducirse:

a) Las R^2 son más elevadas entre las áreas del rendimiento académico que entre las aptitudes intelectuales y los rasgos de la personalidad.

b) La proporción de la varianza explicada en los rendimientos académicos más elevada es la debida a las matemáticas (.86721), siguiéndole las ciencias naturales (.82872) y la lengua (.80220); por el contrario es muy baja la explicada por el rendimiento en ciencias sociales.

c) La proporción de la varianza explicada dentro de las aptitudes intelectuales y los rasgos de la personalidad es superior la ofrecida por

los rasgos de la personalidad de la resonancia (.91559), el control voluntario (.89292) y la reflexión (.88703).

2. *De la matriz de la estructura canónica cabe deducir:*

a) El primer factor canónico X_1 que atrae el 56.19576 % de la traza total de X , presenta sus mayores saturaciones en Lengua, Matemáticas, Inglés y Naturales (0.861, 0.840, 0.817, 0.817) siendo inferior al de Sociales (0.167).

b) El primer factor canónico Y_1 que toma el 40.55531 % de la traza total de Y , presenta sus mayores saturaciones en los rasgos de la personalidad (0.894-0.792) que en los cognitivos (0.544-0.274).

3. *Respecto a las correlaciones canónicas puede concluirse:*

a) Las cuatro primeras correlaciones canónicas entre el rendimiento escolar y los factores intelectuales y de la personalidad tomados globalmente son significativos al 0.05, según lo corrobora la prueba de Barlett.

b) La primera correlación canónica que asciende a $R = 0.79126$ es congruente con los resultados obtenidos por otros estudios como los de Cattell [68] y Rivas [69] que ofrecen una $R = 0.790$ y $R = 0.718$ respectivamente en niveles educativos semejantes.

c) La primera correlación canónica entre los factores intelectuales y los rendimientos asciende a .60616, siendo inferior a la que existe entre los rasgos de la personalidad y los rendimientos escolares que se eleva a .74492.

4. *En cuanto al análisis de redundancia cabe derivar:*

a) Los factores intelectuales y de la personalidad —según los instrumentos utilizados— de la primera variable canónica Y_1 explica el 35'18 % de la «varianza» del rendimiento global X_1 .

b) Si se suman los dos primeros coeficientes de redundancia —dado que sus R_c son significativas— el 44'34 de la «varianza» de los dos primeros factores canónicos del rendimiento escolar quedan explicados por los dos primeros factores canónicos cognitivos y de la personalidad.

Ahora habría que aludir a algunas de las limitaciones del presente estudio. Primero, existe el problema de la selección de las variables que podría haberse realizado mediante el método paso a paso, con objeto de haber introducido en el programa sólo aquellas variables que supusieran una contribución específica al estudio del rendimiento escolar. Otra cuestión es si se debía haber realizado una ortogonalización preliminar —mediante el análisis de los componentes principales por ejemplo— de cada uno de los dos conjuntos originales de datos antes de

hacer el análisis de correlación canónica. Sin duda que con este sistema se hubieran eliminado las diferencias entre los coeficientes de las variables canónicas y de la matriz de la estructura canónica, puesto que si las variables originales son ortogonales las dos matrices serían idénticas. Pero he preferido no hacer esta ortogonalización previa por la dificultad que supone la interpretación de unas variables canónicas que son compuestos lineales de compuestos. También se advierte el inconveniente de *los errores de las medidas* obtenidas. El desarrollo clásico del modelo de la correlación canónica, que es el que se ha seguido aquí, asume que no se dan tales errores, pero como investigadores pedagógicos hemos de preocuparnos por reducir el efecto de los datos no fiables. Algunos autores como Meredith [70] y Darlington y otros [71] indican diversos enfoques para resolver este problema. Otras alternativas a seguir son las presentadas por Hall [72] acerca de la *rotación de las variables canónicas*, o las que proponen Cooley y Lohnes [73] sobre la correlación canónica parcial en que ambas variables X e Y se regresan en otra variable Z, siendo los *residuales* de estas regresiones los que se introducen en al correlación canónica.

Por último, no quisiera dejar de indicar que el presente trabajo debe valorarse no sólo por la importancia del tema del rendimiento y del fracaso escolar, sino también por la novedad metodológica derivada de la aplicación del análisis de correlación canónica a una investigación pedagógica española. Estimo conveniente enfocarlo en el marco de una serie planificada de investigaciones sobre los condicionantes del rendimiento académico y, que al ser el primero, ha presentado un carácter más generalizado, para en sucesivas etapas ir acotando las variables independientes que de un modo más directo le condicionan.

Dirección de la autora: Elvira Repetto, Departamento de Pedagogía Experimental y Orientación, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Educación a Distancia, 28040 Madrid.

NOTAS

- [1] SCHNEIDER, E. (1968) The relationship between the Thurstone Primary Mental Abilities and the Iowa test of Educational Development, en CATELL, R. B. y OTROS, *The prediction of Achievement and Creativity* (New York, Bobbs-Merrill). SHINNE, E. O. (1956) Interest and Intelligence as related to Achievement in Tenth Grade, California, p. 231 *Educational Research*, 7.
- [2] FERGUSON, G. A. (1954) On learning and human ability, p. 342 *Canadian Journal of Psychology*.
- [3] LAVIN, D. E. (1965) *The Prediction of Academic Performance* (Russell Sage Foundation, Nueva York).

- [4] GONZÁLEZ MARCOS, O. (1969) *Correlación entre factores mentales y rendimiento escolar* (Madrid, Universidad Complutense). MARTÍN BARRIENTOS, C. (1970) *Nuevo estudio sobre correlaciones entre factores mentales y rendimiento escolar* (Madrid, Universidad Complutense). AGUEDA AGUEDA, S. (1971) *Predicción del rendimiento escolar* (Madrid, Universidad Complutense). CRESPO VASCO, J. (1976) La orientación escolar en 8.º de EGB, *Vida Escolar*, 183-184, pp. 47-51. Análisis factorial de las aptitudes mentales y su valor pronóstico del rendimiento escolar al final de la primera etapa de EGB, *II Congreso Nacional de Pedagogía*, Madrid.
- [5] RAMÍREZ, M. (1974) Pruebas verbales y no verbales de la inteligencia, su correspondencia y su relación con el rendimiento, *Revista de Ciencias de la Educación*, 80.
- [6] ROSENGARTEN, W. (1965) *The relationship of Otis IQ to Academic Success in Roslyn High School*, en KORNRICH, M. *Underachievement* (Springfield, Ch. Thomas).
- [7] GARCÍA y OTROS (1972) El método predictivo en Orientación Escolar (*Tesis de Licenciatura*, inédita, Universidad de Barcelona).
- [8] SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J. (1957) Medidas del rendimiento escolar, *Revista de Psicología General y Aplicada*, 13-14, pp. 213-220. PACHECO y CABALLERO (1972) *Diagnóstico del rendimiento escolar a través de las pruebas pedagógicas* (Madrid, INAPP).
- [9] HARRIS, D. (1940) Factors affecting college grades: A review of the literature, 1930-1937, *Psychological Bulletin*, 37, pp. 125-166.
- [10] GIUGH, H. G. (1959) Factors relating to the Academic Achievement of High-School Students, *Journal Educational Psychology*, 40, pp. 65-78. GIUGH, H. G. (1953) What determines the academic achievement of high-school students, *Journal of Educational Research*, 46, pp. 321-331.
- [11] VERNON, P. E. (1950) *The Structure of Human Abilities* (New York, Wiley).
- [12] SECADAS, F. (1952) Factores de personalidad y rendimiento escolar, *Revista Española de Pedagogía*, 37. SECADAS, F. (1962) Perfiles de aptitud para los estudios superiores, *Revista Española de Pedagogía*, 78.
- [13] LAVIN, D. E. (1965) *The Prediction of Academic Performance* (o.c.).
- [14] BUTCHER, H. J. y OTROS (1963) Personality Factors and School Achievement. A comparison of British and American Children, *British Journal of Educational Psychology*, 33, pp. 276-285.
- [15] CATTELL, R. B. y OTROS (1966) What can personality and motivation source trait measurements and to the prediction of school achievement, *British Journal of Education Psychology*, 36, pp. 280-295.
- [16] RIVAS, F. (1977) Orientación y predicción escolar, *Vida Escolar*, 191-192, pp. 67-72.
- [17] PELECHANO, V. (1972) Personalidad, motivación y rendimiento académico, *Revista de Psicología General y Aplicada*, pp. 114-115, 69-86. PELECHANO, V. (1977) *Personalidad, inteligencia y rendimiento académico en BUP* (ICE de La Laguna).
- [18] RODRÍGUEZ, S. (1982) *Factores del rendimiento escolar* (Barcelona, Oikos-Tau).
- [19] GALTON, F. (1983) *Inquiries into the human faculty and its development* (London, Macmillan).
- [20] BINET, A. y SIMON, J. (1905) Méthodes nouvelles pour le diagnostic du niveau intellectuel des anormaux, *Année Psychologique*, II, pp. 191-277. TERMAN, L. M. (1916) *The Measurement of intelligence* (New York, Houghton). BORING, E. G. (1923) Intelligence as the tests test it, *New Republica*, 35, pp. 35-37. BURT, C. (1949) The structure of the mind: A review of the results of factor analysis, *British Journal of Educational Psychology*, 19, pp. 100-111. SPEARMAN, Ch. E. (1904) General Intelligence Objectively Determined and Measured, *American Journal of Psychology*, 15, pp. 201-293.

- [21] SPEARMAN, Ch. E. (1904), o.c.
- [22] EYSENK, H. J. (1981) *La desigualdad del hombre* (Madrid, Alianza Editorial).
- [23] BURT, C. (1949) The estructure of the mind: A review of the results of factor analysis, *British Journal of Educational Psychology*, 19, pp. 100-111.
- [24] THRUSTONE, L. L. (1938) *Primary mental ability* (Chicago, Univ. Chicago Press).
- [25] THRUSTONE, L. L. y TURSTONE, T. G. (1941) Factorial studies of intelligence, *Psychometric Monographs*, 2, p. 16.
- [26] VERNON, P. E. (1950) *The Structure of Human Abilities* (New York, Wiley).
- [27] GUILFORD, J. P. (1967) The three faces of intellect, *American Psychologist*, 14, 1959, 469-479, y *The nature of human intelligence* (New York, McGraw-Hill).
- [28] CATTELL, R. B. (1963) Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment, *Journal Educational Psychology*, 54, pp. 1-22.
- [29] CATTELL, R. B. (1971) *Abilities: Their Structure, Growth, and Action* (Boston, Houghton Mifflin).
- [30] HORN, J. L. (1968) Organization of abilities and the development of intelligence, *Psychological Review*, 75, pp. 242-259.
- [31] THORNDIKE, E. L. (1927) The measurement of intelligence (Columbia University).
- [32] PIAGET, J. (1960) *The Psychology of Intelligence* (Totowa, N. J., Littlefield, Adams).
- [33] VERNON, P. E. (1960) *Intelligence and attainment tests* (London, University of London Press). TUDDENHAM, R. D. (1970) A «Piagetian» test of cognitive development, en W. B. DOCKRELL (ed.), *On intelligence* (Toronto, Ontario Institute for Studies in Education), pp. 49-70.
- [34] STENBERG, R. J. (1981) Sketch of a componential subtheory of human intelligence, *Behavioral and Brain Sciencies*, 3, pp. 573-614.
- [35] CARROLL, J. B. (1981) Ability and task difficulty in cognitive psychology, *Educational Researcher*, 70, pp. 11-21.
- [36] STERNBERG, R. J. (1981) The nature of intelligence, *New York University Education Quarterly*, 12: 3, pp. 10-17.
- [37] CAMPIONE, J. C.; BROWN, A. L. y FERRARA, F. Research with slow learning children: Implications for the concept of intelligence. STERNBERG (ed.), *Handbook of Human Intelligence* (New York, Cambridge University Press).
- [38] CHI, M. T. H.; FELTOVICH, P. J. y GLASER, R. (1981) Categorización and representation of physics knowledge by experts and novices, *Cognitive Sciences*, 5, pp. 121-152.
- [39] CHIESI, H. L. y OTROS (1979) Acquisition of domain related information in relation to high and low domain knowledge, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, pp. 257-273.
- [40] STENBERG, R. J. (1977) *Intelligence, Information Processing, and Analogical Reasoning: The Componential Analysis of Human Abilities* (Hillsdale, N. J., Lawrence Erlbaum Associates).
- [41] CARROLL, J. B. (1976) Psychometric tests as cognitive tasks: A new «structure of intellect», en L. B. RESNICK (Ed.), *The Nature of Intelligence* (Hillsdale, N. J., Lawrence Erlbaum Associates).
- [42] DIAMOND, S. y OTROS (1963) *Inhibition and Choice* (New York, Harper). KLEIN, G. S. y OTROS (1967) *Personality*, en FARNSWOTH, P. y OTROS, *Annual Review of Psychology*, 18, pp. 467-542.
- [43] BORKO, H. (1962) (Ed.) *Computer Applications in the Behavioral Sciences*, p. 633 (New York, Prentice-Hall).
- [44] MISCHEL, W. (1968) *Personality and Assesment* (New York, Wiley).
- [45] CATTELL, R. B. (1972) *El análisis científico de la personalidad* (Barcelona, Fontanella). BUSS, A. R. y POLEY, W. (1979) *Diferencias individuales. Rasgos y factores* (México, El Manual Moderno).

- [46] HIRSCHBERG, N. (1978) A correct treatment of traits, p. 174, en *Personality: A New Look at Metatheories* (New York, Wiley-Haslsted). RUNYAN, W. M. (1981) Why did Van Kogh cut off his ear? The problem of alternative explanations in psychology, *Journal of Personality and Social Psychology*, 40, pp. 1.070-1.077.
- [47] LAMIEL, J. F. y OTROS (1980) On the relationship between conceptual schemes and behavior reports: A closer look, *Journal of Personality*. GARA, M. A. y ROSENBERG, S. (1981) Linguistic factors in implicit personality theory, *Journal of Personality and Social Psychology*, 41, pp. 540-457.
- [48] GARCÍA HOZ, V. y OTROS (1970) *Diccionario de Pedagogía* (Barcelona, Ed. Labor).
- [49] SECADAS, F. (1952) Factores de personalidad y rendimiento escolar, *Revista Española de Pedagogía*, 37.
- [50] JUST, citado por HASEMAN, K. (1971) Problemas psicológicos de la valoración del rendimiento escolar, p. 4, *Revista de Psicología General y Aplicada*, 108-109.
- [51] HILLS, J. R. (1976) *Measurement and Evaluation in the Classroom* (Colombus, Ohio, Merrill).
- [52] TERWILLIGER, J. S. (1971) *Assigning Grades to Students* (Glenview, Scott, Foresman).
- [53] GEINSINGER, K. F. y RABINOWITZ, W. (1979) Grading attitudes and practices among college faculty members, en H. DAHL, A. LYSNE y P. RAND, *A Spotlight on Educational Problems* (New York, Columbia University Press).
- [54] GEINSINGER, K. F. (1980) Who are giving all those A's?, *Journal of Teacher Education*, 31, pp. 11-15.
- [55] GOLDMAN, R. D. y OTROS (1974) Grading practices in different major field (*American Educational Research Journal*, 11, pp. 343-357).
- [56] SOLER, E. (1975) La evaluación en los centros de EGB, *Vida Escolar*, 174, pp. 21-35.
- [57] SITE (1976) Programa de Evaluación de la calidad de la enseñanza, *Vida Escolar*, 177-178, pp. 12-58.
- [58] TIL-*Test de inteligencia lógica* (Salamanca, Bruño. Instituto Pontificio S. Pío X. Adaptación española de la realizada por el Instituto Saint-Georges de la Universidad de Montreal, Canadá). PMA-*Aptitudes mentales primarias* (1979) (Madrid, T.E.A., Ediciones S. A. Elaborado por F. Secadas a partir de los trabajos de L. L. Thurstone y Th. G. Thurstone). Test de razonamiento analítico (1963), en PÉREZ DOTZ, *Introducción a la Psicología escolar aplicada* (Barcelona, Laboratorio de Psicología Escolar, Instituto Municipal de Educación del Ayuntamiento de Barcelona. Elaborado por Ayuda Morales). APT-*Test de Pronóstico Académico* (1962) (Madrid, TEA Ediciones S. A., elaborado por BENETT y OTROS, New York, The Psychological Corporation). TM-*Test de mecánica* (1969) (Madrid, TEA Ediciones, S. A. Elaborado por M. Yela a partir de las pruebas de comprensión mecánica de L. L. Thrustone y G. K. Bennett). B.G.-3-*Test de las figuras idénticas* (1970) (Madrid, MEPSA. Adaptado por Murga a partir del «Test de figures identiques» de R. Bonnasdel, Paris, E.A.P.). MAI-*Memoria auditiva inmediata* (1965) (Madrid, TEA Ediciones, S. A. Elaborado por A. Cordero Pando a partir de la escala clínica de Memoria de D. Wechsler: *Wechsler Memory Scale Manual*, New York, The Psychological Corporation), CAPP-*Cuestionario Analítico Psicográfico de la Personalidad de Amurrio*, 2.ª ed. (Madrid, COSPA. Elaborado por J. A. Martín y otros).
- [59] REINSCH, C. H. (1973) *Algoritm 464, Eigenvalues of a real symmetrix tridiagonal matrix* (Communications of ACM 16, 689).
- [60] MORRISON, D. F. (1967) *Multivariate Statistical Methodo* (New York, MacGraw-Hill).
- [61] SPSS-*Statistical Package for the Social Sciencies* (1975), New York, MacGraw-Hill).
- [62] SPEARMAN, Ch. E. (1904), o.c.

- [63] COOLEY, W. W. y LOHONES, P. R. (1971), o.c. DARLINGTON, R. B. y OTROS (1973) Canonical variate analysis and related techniques, *Review of Educational Research* 43, pp. 433-454.
- [64] COOLEY, W. W. y LOHONES, P. R. (1971), o.c.
- [65] BARTLETT, M. S. (1948) Internal and external factor analysis, *British Journal of Psychology, Statistical Sect. 1*, pp. 73-81.
- [66] STEWARTA y LOVE, D. (1968) A general canonical correlation index, *Bulletin Psychological*, pp. 160-163.
- [67] COOLEY, W. W. y LOHONES, P. R. (1971), o.c.
- [68] CATTELL, R. B. (1966), o.c.
- [69] RIVAS, F. (1977) Orientación y predicción escolar, *Vida Escolar*, 191-192, pp. 67-72.
- [70] MEREDITH, W. Canonical correlations with fallible data *Psychometrika*, 29, pp. 55-56.
- [71] DARLINGTON, R. B. y OTROS (1973), o.c.
- [72] HALL, C. A. Rotation of canonical variates in multivariate analysis of variance, *Journal of Experimental Education*, 38, pp. 31-38.
- [73] COOLEY, W. W. y LOHONES, P. R. (1971), o.c.

SUMARIO: La autora trata de esclarecer las relaciones existentes entre las aptitudes intelectuales y los rasgos de la personalidad con el rendimiento académico. Esta relación encuentra su fundamento en la necesaria conexión entre los factores cognitivos y de la personalidad con el quehacer escolar, y, por tanto, con la evaluación del mismo. El trabajo se estructura en cuatro grandes apartados: en el primero se hace la revisión de la literatura y se formulan las definiciones operativas de los constructos inteligencia, personalidad y rendimiento académico; en el segundo se plantea el diseño quasi-experimental, siguiendo la secuencia habitual de formulación de hipótesis, identificación de variables, extracción de la muestra y selección y aplicación de los instrumentos de exploración; en el tercero se justifica la elección de la correlación canónica como el tratamiento estadístico adecuado para el contraste de las hipótesis planteadas y se aplica el programa BMDP6 a los datos tipificados con el programa «codescriptive» del SPSS, presentándose e interpretándose los resultados; por último, se exponen las conclusiones y limitaciones del estudio. El presente trabajo debe valorarse no sólo por la importancia actual del tema del rendimiento y el fracaso escolar en octavo de EGB, sino por la novedad metodológica derivada de la aplicación del análisis de la correlación canónica a una investigación pedagógica española.

Descriptores: Intellectual aptitudes, Traits of personality, School achievement, Canonical correlation.