

Posibilidad de integración de las teorías cognitivas y la psicometría moderna

Nuria Cortada de Kohan

Profesora Honoraria de la Universidad de Buenos Aires

Resumen

En el artículo se analizan dos orientaciones de la psicología científica actual: la psicología cognitiva y la psicometría. Se da una sucinta visión histórica de la psicología cognitiva que, usando metodologías que permiten estudiar comportamientos observables en condiciones experimentales bien controladas y haciendo uso frecuente de modelos y técnicas matemáticas sofisticados (análisis multivariados, modelos exponenciales, etc), avanza sobre el conductismo al interesarse por los procesos internos de la mente. Se señalan los importantes aportes de los pioneros en el campo de la lógica (Boole), la máquina de Turing, la computadora de von Neumann, la lógica binaria de Shannon, los programas de Simon y Newel, los modelos de McCulloch y Pitts, para lograr la metáfora de la mente como una computadora capaz de recibir información, manipular símbolos, registrar elementos y guardarlos en la memoria, recobrarlos, reconocerlos y organizar información (Neisser). Se describen sumariamente los aportes de las teorías cognitivas a la lingüística y para ejemplificar el pensamiento científico del cognitivismo, se describen los aportes de Kahneman y de Tversky sobre la incertidumbre y los problemas de decisión y sus múltiples consecuencias en el campo económico, médico, etc. También se destacan los progresos de la Psicometría a partir de los pioneros Binet y Spearman hasta la Teoría de la Respuesta al Ítem que permite una medición en los tests más confiable y estricta. Así se llega al núcleo de nuestra propuesta que es la necesidad y la posibilidad de integrar la psicometría con las teorías cognitivas. Aquí se analizan los aportes de Hunt, Sternberg, Carroll, etc. y se presentan los instrumentos en los que se estudian no solo los resultados o producto final, sino los procesos, con el de Kaufmann y Woodcock-Johnson y el de matemáticas de Real, Olea, etc. Además se señalan los trabajos de pioneros argentinos en este campo como Rimoldi, López Alonso, Roselli y Cortada que han tratado de estudiar los procesos intermedios en la solución de los problemas que representan los ítem.

Palabras clave: psicología cognitiva – psicometría – comportamiento – mente - modelos matemáticos.

Abstract

Two schools of contemporary scientific psychology are reviewed in this article: cognitive psychology and psychometrics. A brief historical overview of cognitive psychology is presented. This school makes use of methodologies which allow the observation of behavior in controlled experimental conditions and relies on sophisticated mathematical models and techniques (multivariate analysis, exponential models, etc). Cognitive psychology goes beyond behaviorism dealing with inner processes of the mind. The pioneer contributions of Boole in the logics field, the Turing machine, the von Neumann computer, Shannon's binary logic, Simon and Newell's programs, Mc Cullock and Pitts' model are described. These works have been important for setting the metaphor of the mind as a computer, capable of receiving inputs, storing, organizing, and retrieving information (Neisser). The contribution of cognitive theories to linguistics and Kahneman's and Tversky insights about decision making and its consequence in economical, medical and other fields. Progress in psychometrics from Binet and Spearman to the Item Response Theory that allowed for a more reliable and accurate measurement is emphasized. The core of our proposal is the integration of cognitive theories and psychometrics, taking hand of the contributions of Hunt, Sternberg, Carroll, and others. Tools like Kaufmann's, Woodcock-Johnson's and Real, Olea, that deal with processes rather than results are described. A final mention of the work of Argentine pioneers like Rimoldi, López Alonso, Roselli and Cortada is made, which have helped to the understanding of intermediate processes in problem solving.

Keywords: cognitive psychology – psychometrics – behaviour - mind - mathematical models.

Correspondencia para el autor: ncortada@psi.uba.ar

“...Ninguna investigación merece el nombre de ciencia,
si no pasa por la demostración matemática.”

Leonardo da Vinci, *Tratado de la Pintura VII*,
Buenos Aires, Espasa-Calpe.

1. Introducción

Seguramente el hombre desde su misma aparición en la tierra se interesó por conocerse a sí mismo y a sus semejantes. En este sentido, podemos decir que la psicología es tan antigua como el hombre mismo pues en realidad los ensayos para hilvanar sus conocimientos psicológicos puede decirse que comienzan con el famoso “γνωσι σε αυτον” (Conócete a ti mismo) inscripto en el frontispicio del templo del oráculo de Delfos de los antiguos griegos. Sócrates se interesa profundamente en el ser humano, pero el ser humano captado en una perspectiva esencialmente moral. Las nociones de justicia, verdad, virtud y felicidad expresan a su juicio la verdadera naturaleza del hombre. La concepción socrática del alma es inseparable de la filosofía de la sabiduría que engloba a todas las demás virtudes (piedad, justicia, templanza, etc.) y de una sabiduría que se puede enseñar a través de su famosa *mayéutica*; su “solo sé que nada sé” es simplemente un proceso didáctico. Platón tratará de demostrar que el alma es absolutamente incorpórea con destino sobrenatural. En el Fedón, Platón compara el alma con un carro con dos caballos conducido por un cochero. El cochero simboliza la razón, uno de los caballos la energía moral y el otro, el deseo. El alma está en el cuerpo como un piloto en su navío para conducirlo y dominarlo. La psicología de Aristóteles apuntará a criticar este idealismo platónico y a rehabilitar la sensación como fuente del conocimiento, estableciendo además casi todos los pasos de la lógica del pensamiento. Pero tanto en la Grecia Clásica (Platón y Aristóteles) como en el Medioevo (San Alberto y Santo Tomás), a pesar de haber formulado muchas ideas sobre el mundo psicológico, el hombre fue pensado siempre como el compuesto de alma y cuerpo desde la trascendencia y en el contexto ontológico de la metafísica y de la teología. Más que analizar cómo era el hombre, se hacían propuestas de cómo debía ser su moral (ética) o su forma de llegar al conocimiento (lógica). Pero en todos los clásicos encontramos una tendencia a la universalidad, una orientación hacia la totalidad de los objetos y una actitud intelectual, racional del pensamiento que convierte a su saber en *filosofía*. No existe una actitud dirigida específicamente al mundo psicológico. La concepción científica del psiquismo comenzará con la crisis epistemológica de esta visión metafísica en la Baja Edad Media y lo que iba a preocupar en este nuevo enfoque, no era ya responder a la pregunta estática y especulativa de “qué es el alma” sino a la más dinámica y funcional de “como actúa”. Así podemos leer en Luis Vives (1538): “No es cosa que nos importe demasiado saber que es el alma, aunque sí y en gran manera, cómo es y cuáles son sus operaciones”.

Junto a la revalorización de la persona humana y su subjetividad en el Renacimiento tuvo lugar la reivindicación de la Naturaleza y del saber natural sobre la misma que dio origen a la moderna noción de ciencia, con características diferentes de la episteme esencialista griega y medieval. La psicología científica nace en el siglo XIX, con la creación del Laboratorio de Wundt en Leipzig en 1887 y define el comienzo de la psicología experimental con los trabajos de Herbart, Weber, Ebbinghaus, Fechner, aunque no todas las escuelas del siglo XX han seguido los procesos metodológicos de las ciencias naturales. Ha habido muchos enfoques en distintas direcciones.

En la primera mitad del siglo XX la psicología, especialmente en los EEUU, se aferró al conductismo que utilizó los métodos experimentales, sobre todo para estudios de sujeto único.

2. Dos orientaciones de la psicología científica actual

2.1. Los logros de la psicología cognitiva

Alrededor de 1950, en la segunda mitad del siglo XX surge con gran fuerza la Psicología cognitiva. Esto implica el estudio de la mente que era rechazado por los conductistas por inobservable. La Psicología cognitiva siempre trata de conocer en detalle los procesos mentales. Esto ha sido lo que la ha distinguido del conductismo. Aunque el conductismo representó una tendencia claramente dominante en la primera mitad del siglo XX, muchos psicólogos demostraban ciertas reservas. Por ejemplo, Tolman (1967) consideraba imposible explicar el aprendizaje de un animal únicamente por la memorización de una serie de acciones y creía que era necesario referirse a un “mapa cognitivo”, especie de plan mental que el animal utilizaba para guiar las acciones que eran necesarias para resolver el problema. Así, Tolman introduce el término de variables *intervinientes* para designar los procesos psicológicos internos, no observables y que permiten considerar que la respuesta no es solo una función de una situación estimulante sino también del organismo, es decir:

$$R = f(E,O).$$

Todas las diferentes críticas al conductismo extremo llevaron así al surgimiento (en los años 50 y 60) de lo que se suele llamar la *revolución cognitiva*. Aunque el movimiento cognitivista sigue estudiando el ser humano a través de comportamientos observables, a menudo, usa condiciones experimentales muy bien controladas y hace uso frecuente de los modelos y técnicas matemáticas sofisticadas, análisis multivariados, funciones exponenciales, etc. Es decir, tienen muy en cuenta en sus estudios la metodología científica.

Existen varias corrientes de pensamiento que han contribuido al surgimiento de la Psicología Cognitiva. Por ejemplo, los análisis del lenguaje realizados por pensadores tan diferentes como Noam Chomsky (1957), Jean Piaget (1926), Lev Vigotsky (1962) y Jerome Bruner (1983) pueden incluirse todos en el pensamiento cognitivista. Para Chomsky el lenguaje o cualquier otra capacidad cognitiva surge de una propiedad universal de los individuos que es innata. El niño con su conocimiento innato de los universales lingüísticos deriva a través del lenguaje hablado un sistema de reglas gramaticales de la lengua particular a la cual está expuesto. Chomsky, en 1957, provocó una revolución en la lingüística insistiendo en tres puntos fundamentales: a) las personas hablan porque tienen cierto conocimiento de su gramática; b) una teoría de la gramática de un lenguaje debe especificar de manera explícita las reglas, de modo que pueda determinarse el conjunto de oraciones que aquellas caracterizan sin necesidad de que el teórico use la intuición o la adivinación, y c) una teoría del lenguaje debe explicar la forma en que los niños adquieren la gramática de sus lenguas nativas. A pesar de que Chomsky ha modificado y ampliado su teoría siempre ha sostenido que la Lingüística es una rama de la Psicología Cognitiva.

La teoría de Piaget, como la de Chomsky, es organísmica, es decir, resalta la universalidad de la cognición y el contexto es considerado relativamente poco

importante. Su teoría del lenguaje está integrada en su teoría general del desarrollo cognitivo que es constructivista. Piaget, así como el lingüista suizo Saussure y el antropólogo Levi-Strauss, era estructuralista. Su preocupación por la epistemología le hizo estudiar el desarrollo mental de los niños con el fin de aclarar los fundamentos del conocimiento. A través de una serie de estudios informales con sus propias hijas llegó a la conclusión de que el pensamiento se desarrolla a partir de la *internalización* de las propias acciones y atraviesa durante la infancia una serie de etapas distintas cualitativamente. Estas corresponden a nuevas estructuras mentales.

Los puntos básicos de la teoría del lenguaje de Vigotsky son: que el habla tiene un origen social y que el lenguaje precede al pensamiento racional e influye en la naturaleza del mismo. Vigotsky propuso que las funciones superiores del hombre, lenguaje y pensamiento, se desarrollaban primero en la *interacción* del niño con otra persona y devendrían intrapersonales a medida que el niño fuera conciente de su significación.

Jerome Brunner, en cambio, sugirió que el niño aprende a *usar* el lenguaje, es decir acentuó el aspecto comunicativo del desarrollo del lenguaje más que su naturaleza estructural. Parte del aprendizaje de la comunicación implica aprender lo que las palabras y las frases significan.

También han tenido importancia para el surgimiento de la Psicología Cognitiva algunos aportes de la psicología de la Gestalt. Los psicólogos Wertheimer, Kohler, Koffka y Lewin se oponían al asociacionismo filosófico, que consideraba que la vida mental consistía solo en asociaciones de ideas, y determinaron la importancia de las relaciones estructurales de la percepción y defendieron la comprensión súbita de un problema o *insight* al captar la estructura subyacente.

La Psicología Cognitiva se define en general “como una ciencia objetiva de la mente concebida como un sistema de conocimiento” (Rivière,1991). Se habla a veces de Psicología Cognitiva en un sentido restricto, que se apoya en la metáfora mente-computadora, es decir, que utiliza los conceptos y procesos relacionados con las computadoras. Los antecedentes científicos de la Psicología Cognitiva (o ciencia cognitiva como muchos dicen actualmente) hay que buscarlos en los grandes avances tecnológicos producidos al terminar la Segunda Guerra Mundial. Estos avances tienen varios pioneros, por ejemplo, el análisis matemático de la lógica publicado en 1854 por el irlandés George Boole (1815-1854), que es la utilización de un sistema binario para representar cantidades lógicas, como por ejemplo: *verdadero-falso* por los dígitos 1 y 0. Esto ha sido la base del diseño de los circuitos digitales y de las técnicas de programación de las computadoras. Por otro lado, el matemático inglés Alan Turing (1912-1954) que propuso una máquina llamada *Máquina de Turing*, capaz de computar cualquier función calculable, fuente de lo que ha sido el desarrollo de la inteligencia artificial. Por su parte, Shannon (1918-2001) del MIT introdujo la lógica binaria en el diseño de los circuitos eléctricos. Los conceptos de Shannon sobre la posibilidad de cuantificar la información en función de la reducción de la incertidumbre, que se puede establecer en bits, han sido usados por Broadbent (1916-2002) y otros para establecer ordenación entre los estímulos al percibirlos. Norman Wiener (1894-1964), también matemático del MIT, introduce la palabra *cibernética* y con ella la importancia de la información y su relación con el feedback o retroalimentación. Al mismo tiempo, surge en 1943 el modelo de McCulloch y Pitts (un fisiólogo y un matemático respectivamente) que utilizaron la analogía con el funcionamiento de las neuronas. El sistema nervioso se podía entender en un nivel abstracto como sistema de cómputo. A partir de 1947, surge la idea de la posibilidad de creación de las primeras computadoras como la famosa ENAC de Princeton construida por Von Neumann (1903-1957).

La posibilidad de analizar la mente como un sistema de computación fue la idea clara que posibilita el traspaso de estas teorías a la Psicología. El ser humano así como las computadoras, recibe información, manipula símbolos, registra elementos en la memoria y los puede recobrar, reconoce formas, es decir, *organiza la información* (Neisser, 1976). Este es el enfoque del procesamiento de información. Se concibe a la actividad de la mente como una secuencia en etapas. Desde este momento desaparece el dualismo mente-cerebro. De ahora en adelante, la mente será para el cerebro como el programa (*software*) para la computadora (*hardware*).

Todos estos adelantos cristalizan cuando a mediados de la década del cincuenta Newell y Simon (1972) diseñan una programa que podía probar teoremas lógicos de una manera similar a la humana. Casi en la misma época, Jerome Brunner (1956) desarrolla teorías sobre las estrategias utilizadas por las personas cuando aprenden nuevos conceptos y finalmente en 1960, George Miller y Brunner crean en Harvard el Centro para Estudios Cognitivos.

Es una tarea imposible en un artículo analizar con detalle las realizaciones de la ciencia cognitiva en toda su amplitud. Los cognitivistas se han dedicado a estudiar sobre todo los problemas relacionados con lo que usualmente se llaman *procesos básicos*, como la percepción, la memoria, el aprendizaje y también cuestiones muy complejas como la resolución de problemas, la comprensión verbal, la creatividad o las estrategias de la metacognición.

Presentaremos, sólo a modo de ejemplo, los problemas que estudia Daniel Kahneman (Kahneman y Tversky, 1984) que fue ganador del premio Nobel. Kahneman desde hace tiempo trabaja en el estudio de la *toma de decisiones*, problema que es compartido por muchas disciplinas, como la matemática, la economía, las ciencias políticas, la sociología y la psicología. Toda decisión implica un *riesgo*. Los análisis de la decisión distinguen entre elecciones riesgosas (por ejemplo, cuando jugamos un juego de azar) y elecciones sin riesgo (por ejemplo, cuando aceptamos pagar un precio por un bien o un servicio). El enfoque psicológico sobre la toma de decisión surge ya desde un ensayo de Daniel Bernouilli publicado en 1738 en el que explicaba porqué la gente evita el riesgo y porqué el rechazo al riesgo disminuye con el aumento de la riqueza. Por ejemplo, si pedimos a las personas que elijan entre la opción de jugar en una apuesta (con una probabilidad de 0.85 de ganar) o recibir sin jugar 800\$, la gran mayoría de las personas prefieren recibir 800\$ sin jugar. La esperanza matemática en este caso nos da $0,85 \times 1000 + 0,15 \times 0 = 850$ \$ que es mayor que los 800 sin apostar. Este preferencia es un ejemplo del *rechazo al riesgo* (*risk aversion*). Por otro lado, el rechazo de una ganancia segura a favor de una apuesta con esperanza muy baja o igual, se llama *búsqueda de riesgo*. El estudio de las elecciones riesgosas se fundamenta para Kahneman en la teoría llamada *prospectiva* (*prospect theory*). Las mediciones empíricas demuestran que el valor subjetivo es una función cóncava del tamaño de las ganancias y convexa en el dominio de las pérdidas. Cuando se colocan juntas dan una función en S, con mayor pendiente en las pérdidas, lo que supone un rechazo a las pérdidas (*loss aversion*). Esto significa que una pérdida de X \$ se rechaza más de lo que atrae una ganancia de los mismos X \$. Esta suposición del rechazo al riesgo ha tenido importancia central en la teoría económica. En el dominio de las ganancias la gente presenta rechazo por el riesgo, mientras que en el dominio de las pérdidas las personas presentan atracción hacia el riesgo.

Kahneman trabajó mucho con Tversky, fallecido en 1996. Juntos demostraron empíricamente que las predicciones intuitivas y los juicios de probabilidad no siguen los principios estadísticos ni las leyes demostradas de la probabilidad y documentaron sesgos y discrepancias sistemáticas entre las normas del razonamiento probabilístico y

la manera como la gente razona sobre frecuencias y verosimilitud. Estas teorías tienen gran importancia práctica en la realidad. Por ejemplo, en problemas de salud pública, se demuestra el efecto sobre el mercado de un cambio en las expresiones “vidas salvadas” o “vidas perdidas” que inducían a un cambio en la preferencia entre rechazo del riesgo a búsqueda del riesgo. Así, la opción de cirugía para un tratamiento es relativamente menos atractiva cuando las estadísticas del resultado son presentadas en términos de mortalidad en vez de hacerlo en términos de supervivencia.

Khaneman también trabajó en la teoría del *apoyo* (*support theory*) que distingue formalmente entre los hechos del mundo y la manera como se representan formalmente (Tversky y Kahneman, 1983). En esta teoría, la probabilidad no se asigna a los hechos como en el modelo normativo común sino a las descripciones de los hechos llamadas hipótesis. Los juicios de probabilidad según esta teoría, se basan en el apoyo, es decir, la fuerza de la evidencia. La teoría del apoyo distingue entre lo que se llama las *disjunciones explícitas* o *implícitas*. Una disjunción explícita es aquella hipótesis que pone una lista de sus componentes individuales por ejemplo: “un choque de auto debido al estado de la autopista o a la impericia del conductor o a una avería en los frenos”, mientras que una disjunción implícita señala solo “un choque de autos”. Generalmente aumenta el apoyo y por lo tanto su verosimilitud percibida. Como resultado, distintas descripciones del mismo hecho dan lugar a diferentes juicios de valor.

2. 2. Los logros de la Teoría de los Tests

Hace casi cien años nacieron dos grandes programas de investigación específicos en la psicología diferencial que, partiendo del trasfondo común de la psicología experimental alemana, resultan sin embargo diversos en su concepción. Uno fue el programa nacido de la influencia de Galton (1822-1911) en Inglaterra y Estados Unidos y otro, el de Alfred Binet (1857-1911) en Francia. Galton (1988) defendió un esquema científico-tecnológico hereditarista que partía de un determinismo biológico de la inteligencia que, andando el tiempo, daría origen a una importante tecnología para poder llegar a la optimización de los recursos humanos. En cambio, Binet originaba un pensamiento de tipo ambientalista que daría lugar a un programa para mejorar las capacidades mediante la educación. Sin embargo, ambos puntos de vista propiciaron el desarrollo de los tests para lograr el conocimiento, clasificación y distribución de los talentos humanos utilizando básicamente los mismos instrumentos de medición psicológica. Las teorías psicométricas han contribuido en gran parte a la matematización de la psicología, iniciada y propiciada por los grandes teóricos como Spearman, Thurstone, Guildford, Catell, Gulliksen, Cronbach, Lord, entre otros.

Hasta ahora, la mayoría de los avances en la construcción de los instrumentos se ha logrado empleando los progresos de la teoría estadística a través del uso de ANOVA, del análisis de los ítem con los índices de dificultad y discriminación, de los ajustes de las escalas, de la normalización de los datos, de las correlaciones biserials, de índices más poderosos de confiabilidad y de la obtención de la validez de los constructos, merced al análisis factorial, etc. Todo esto ha traído grandes avances y se puede considerar hoy que hay tres teorías que resumen en este momento los avances de la Psicometría.

1. Por un lado, la más desarrollada es la *Teoría Clásica de los Tests* iniciada por Spearman (1903) que es un modelo de regresión lineal con dos variables cuyo supuesto fundamental es que el puntaje X de una persona en un test es la suma del puntaje verdadero de la aptitud de esta persona más un error:

$$X = V + e$$

Esta es una teoría muy conocida, a partir de la cual han sido construidos la gran mayoría de los tests que se emplean usualmente y que son conocidos por todos los psicólogos.

2. El segundo modelo, surgido en los años '60 para complementar el primero, se debe a Cronbach y otros (1972). Es el llamado de la *Teoría de la Generalizabilidad* que, a través del uso específico del análisis de varianza, hace posible descubrir las distintas fuentes de error que se presentan en los puntajes mediante los conceptos de *faceta*. Este término, acuñado por Cronbach, designa cada una de las características de una situación de medición que puede modificarse de una ocasión a otra y que puede hacer variar los resultados obtenidos (por ejemplo: los ítems del test, la forma de codificar las respuestas, las situaciones de examen, etc.). El diseño de una faceta tendría cuatro fuentes de variación o error. Por ejemplo, en un test de matemáticas, la primer fuente sería la diferencia en el rendimiento de los alumnos, objeto de la medición y que se llama la *varianza verdadera*; la segunda fuente de error sería la misma dificultad de los ítems; la tercera, la interacción de las diferencias de las personas con los ítems y la cuarta, las fuentes de error no identificados o aleatorios. Estos distintos orígenes del error se discriminan con el uso de ANOVA. Los diseños de una sola faceta son los más simples y a menudo se incluyen más facetas.

3. El tercer modelo y más reciente es el de la *Teoría de la Respuesta al Ítem (TRI)* también llamado del *Rasgo latente*. Es un modelo probabilístico que permite conocer la información proporcionada por cada ítem y así crear tests individualizados, es decir, a medida. Es un modelo complejo que se ha popularizado como modelo de Rasch (1980) -aunque específicamente el modelo de Rasch solo determina el parámetro de la dificultad del ítem- pero existe también el modelo de dos parámetros, que tienen en cuenta la discriminación o pendiente de la curva y el de tres parámetros, que tiene en cuenta además el factor azar en la respuesta a ítems de alternativas múltiples (Cortada de Kohan, 1999). La diferencia principal entre el modelo clásico y los de rasgo latente (Lord, 1980) es que la relación entre el puntaje observado y el rasgo o aptitud de la teoría clásica es de tipo lineal mientras que en los diversos modelos de la TRI las relaciones son funciones de tipo exponencial, principalmente logísticos del tipo:

$$P_i(\theta) = c + (1 - c) \frac{e^{Da(\theta-b)}}{1 + e^{Da(\theta-b)}}$$

Es interesante que esta teoría (Thissen, 1993) puede aplicarse a preguntas o ítems que presentan formatos muy diversos dentro del mismo instrumento de medición y que los tests no deben ser necesariamente largos como era conveniente en la teoría clásica.

3. Necesidad de integración de las teorías cognitivas y la psicometría

El principal objetivo de este artículo es mostrar la integración que recién ahora se está produciendo entre la Psicología Cognitiva y la Psicometría gracias a los nuevos aportes de quienes han trabajado en la teoría de la medición. Es muy interesante observar el camino siempre ascendente de la teoría estadística de los tests a partir de los primeros trabajos científicos de Spearman (1903), Thorndike (1919), Guildford (1954), Gulliksen (1950), Rasch (1960), Lord y Novick (1968), para citar solo algunos. Por ejemplo, Gulliksen señalaba que el problema central de los tests era la relación que se

establece entre la aptitud verdadera, real de una persona y el puntaje observado en un test y decía (1961, p.101):

...” Los psicólogos se colocan esencialmente en la posición de los habitantes de la caverna que señalaba Platón en el Libro IV de la República, pues conocen los niveles de aptitud por los puntajes de los tests que son solamente como las sombras proyectadas en las paredes de la caverna”..

Y recordemos que una misma sombra puede representar diferentes figuras tridimensionales de la realidad. Siguiendo con la analogía de Platón, es como deducir la forma de un objeto por la sombra que proyecta. Nuestra inferencia depende en gran parte de nuestro concepto de lo que esperamos percibir, sobre la base de la imagen imperfecta que poseemos. Actualmente, sin embargo, por lo avances de la Psicología Cognitiva es posible identificar algunas de las estrategias de los componentes del proceso que se necesita para resolver los ítems de un test de aptitud. Por ejemplo, se considera que son partes separables del proceso, la codificación de los estímulos, la comparación de rasgos, la inducción de reglas, la aplicación de normas y la justificación de las respuestas. Además se ha demostrado empíricamente que una parte significativa de la variancia de las diferencias individuales que se presenta en los tests de aptitud surge de la adaptación estratégica que hacen los sujetos del proceso de información durante la realización del test y no solo por las diferencias de los componentes de la habilidad.

En efecto, muchos creen por todo lo expuesto, que la psicometría enfrenta una grave crisis. El problema está en que el punto de vista implícito sobre las aptitudes humanas en la teoría de los tests (tanto en la psicometría clásica como en la TRI) resulta a veces incompatible con los puntos de vista que surgen en la Psicología Cognitiva. Se aprende no solamente acumulando nuevos hechos y habilidades sino reconfigurando las estructuras de conocimiento, buscando procedimientos automáticos y recortando información para reducir el peso de la memoria y desarrollando estrategias y modelos que muestren cuándo y dónde son importantes los hechos y las destrezas (Mislevy,1993).

Uno de los autores que ha trabajado más en el desarrollo de los modelos basados en la teoría moderna de los tests pero que permiten la incorporación de las variables del proceso cognitivo es Susan Embretson (1993). En los trabajos de esta autora el impacto de las variables del proceso cognitivo sobre las propiedades del test están cuantificadas. La teoría cognitiva tiene allí un papel central porque los diversos índices proporcionan información que puede usarse para el diseño del tests. Esta autora ha trabajado sobre todo en los conocidos tests de aptitud espacial, como el DAT y otros.

La utilidad de una teoría científica depende de los hechos que explica y de los descubrimientos que inspira. La psicología recibió un gran impacto con las teorías de Newell y Simon (1972) y de Miller (1967) importadas del ámbito de la computación. El problema central que la teoría computacional planteó a la Psicología era descubrir la forma de las *representaciones mentales*, es decir, las inscripciones simbólicas utilizadas por la mente y los procesos que las autorizan. La investigación llevada a cabo en el ámbito de la Psicología Cognitiva ha intentado triangular las representaciones internas de la mente midiendo los informes de los sujetos en los tiempos de reacción y en los errores en que incurrían cuando recuerdan, resuelven problemas, reconocen objetos y generalizan a partir de la experiencia (Pinker, 2001). Así es como sabemos que nuestra mente contiene representaciones específicas para los conceptos, es decir, las entradas abstractas de las palabras y no para las figuras que forman las palabras al ser escritas (Pinker,1994). La Psicología Cognitiva estudia el modo en que las personas representan

y procesan mentalmente la información. Sus dominios son la percepción, el aprendizaje, la memoria, la resolución de problemas y la toma de decisiones y aunque los psicólogos cognitivos tienden a subrayar la importancia de la variación de los estímulos y los psicólogos diferenciales y los psicómetras ponen el acento en la importancia de la variación individual, en ambos casos se están estudiando comportamientos similares. Si los marcos de referencia convergen, la práctica de los tests mentales puede resultar favorecida. Los procedimientos de los tests psicométricos deberían ser complementados con los enfoques de los componentes de los procesos de información, de las representaciones mentales y de las estrategias que la gente ya usa, analizadas por los cognitivistas.

Los cognitivistas han dado mucha importancia a lo que llaman la *metacognición*, esto es, la conciencia y el control de los propios procesos de pensamiento. Así los procesos metacognitivos comprenden las formas en que los estudiantes supervisan la comprensión de sus lecturas, planifican como estudiar cada tema y relacionan la nueva información adquirida con sus conocimientos previos. Como parte final, existe lo que se ha dado en llamar el *pensamiento afectivo* tales como la motivación y la ansiedad que contribuyen en gran parte al logro académico. Las nuevas investigaciones demuestran que las *atribuciones* que hacen los estudiantes en cuanto al aprendizaje influyen sobre sus expectativas, sus intereses y persistencia al estudiar y aprender. Por ejemplo, si los estudiantes atribuyen su éxito en la escuela a su esfuerzo, suelen procurar seguir aprendiendo aunque algunas veces fracasen. En cambio si atribuyen su éxito a factores fuera de su control, como la suerte o la herencia es difícil que persistan, aun cuando hayan tenido algunos éxitos. Es decir, lo que los alumnos aprenden de sus maestros depende del acervo cultural, de los alumnos, de sus adecuadas estrategias de aprendizaje, de sus de sus procesos metacognitivos y de sus atribuciones en cuanto al aprendizaje (Wittrock,1990).

Debemos mencionar como fundamentales los aportes de Hunt (1980) sobre los estudios de las capacidades verbales en relación con los procesos cognitivos de acceso al léxico, considerado un trabajo pionero en esta línea. Este autor puso de manifiesto que los sujetos con la más alta capacidad verbal en los tests psicométricos, acceden más rápidamente a los códigos de la *memoria a largo plazo (MLP)* para poder establecer los juicios de identidad nominal que los sujetos con poca capacidad verbal. Esto se logra experimentalmente en las mediciones del tiempo de reacción, tal como el tiempo de *decisión* para juzgar si dos letras escritas con grafías distintas, por ejemplo (A) mayúscula y (a) minúscula son iguales o diferentes. Más tarde, Sternberg (1981,1987) analizó las capacidades de razonamiento tratando de estudiar la inteligencia según un *análisis componencial*. Para este autor, en lugar de ser los factores, como para los factorialistas, el *componente* sería el proceso elemental de información que opera sobre las representaciones internas de los objetos o símbolos. Según la actuación de los componentes y sus distintas clases. Sternberg propone una teoría triárquica de la inteligencia que se caracteriza por estimar velocidad de ejecución de los componentes suponiendo que el tiempo que se tarda en resolver un ítem es la suma requerida para ejecutar cada uno de los componentes. La diferencia fundamental entre la teoría de Sternberg y los factorialistas es que lo que organiza el sistema de pensamiento para los factorialistas son las *aptitudes* y para Sternberg, las *tareas*. El factor G de Spearman estaría representado por lo que Sternberg llama los *metacomponentes*, que son procesos de orden elevado que se usan para planificar cómo resolver un problema.

Más adelante, Carroll (1976,1993) realizó una extensa labor para explicar la naturaleza de los factores en términos de procesos cognitivos. El trabajo de Carroll es muy complejo y ha usado el modelo de la memoria distributiva de Hunt (1971) que

señala la existencia de tres tipos de memoria: a corto, medio y largo plazo, por las que pasa la información y se transforma y se graba o desaparece, si es necesario. Además Carroll (1993) usó la teoría de Neisser (1967) y de Newell (1973) que suponen un proceso ejecutivo que controla todo el flujo de información estableciendo codificaciones. Finalmente, según este autor, se establece un *programa* o sistema de producción de cualquier tarea cognitiva que comprende operaciones y estrategias. Carroll ha estudiado especialmente lo que denomina *aptitud lingüística* que es la aptitud para el aprendizaje de una segunda lengua aparte de la materna. Lo que ha hecho, a través de su teoría, es un análisis de los componentes de los procesos que conforman los distintos factores que nos permiten describir las diferencias cualitativas de la inteligencia entre las personas.

4. Modelos matemáticos que integran la Teoría de la Respuesta al Ítem y las Teorías Cognitivas

Hace ya algún tiempo que se han producido acercamiento definidos entre la Psicología Cognitiva y la Psicometría. Han surgido modelos psicométricos que incorporan los diferentes componentes de los procesos cognitivos en la resolución de un problema que se llaman *modelos componenciales* (Van der Linden y Hambleton, 1997; Prieto y Delgado, 1999). Se trata de lo que se ha llamado evaluación inteligente. Se presentan tareas que son comunes al mundo real. Por ejemplo, para un ítem se presenta el siguiente problema:

“En un viaje en automóvil de 600 km., Juan hizo un promedio de 45 Km por hora los primeros 285 km. y 50 km por hora el resto del viaje. Si comenzó el viaje a las 7hs. de la mañana, ¿a qué hora terminó el viaje (con exactitud en horas y minutos)?”

En este caso el sujeto debe:

1. Hallar el tiempo que tarda Juan en la primera parte del viaje.
2. Hallar qué distancia le quedo en la 2ª parte.
3. Hallar el tiempo de la 2ª parte.
4. Sumar los tiempos de las 2 partes.
5. Añadir el tiempo total del viaje a la hora de partida.

Básicamente un modelo componencial requiere: a) un análisis de las operaciones mentales (componentes cognitivos) que intervienen en la resolución de los ítem y b) un modelo matemático que estime la probabilidad de acertar el ítem teniendo en cuenta sus propiedades estructurales y el nivel de conocimiento del sujeto. Determinar las propiedades estructurales de los ítems significa, por lo tanto, delimitar el tipo, la cantidad y el orden de los procesos intervinientes, lo cual permitirá si es necesario estudiar en donde ha cometido errores el participante.

Los problemas pueden ser de muy distintos tipos. Por ejemplo, McDermond (1984) proponía el siguiente ítem de física. Presentaba el dibujo de un péndulo y preguntaba cuál sería la trayectoria que seguiría el peso si la cuerda se rompía a mitad de camino. Las trayectorias solían ser cuatro. La única correcta era en la que se veía el conocimiento del resultado de la interacción de las dos leyes la de inercia y la de gravedad, al estar dibujada una parábola.

Existen varios modelos componenciales conocidos por las siglas LLTM, Modelo Lineal Logístico de los Rasgos Latentes (*Linear Logistic Trait Model*) de Fischer

(1997), el MLTL, Modelo de los Rasgos Latentes Multicomponentes (*Multicomponent Latent Trait Model*) de Whitely (1980) y el GLTM, Modelo General de los Rasgos Latentes de Embretson (1984). De estos modelos, el más utilizado es el primero según el cual la dificultad final del ítem es el resultado de la suma de las dificultades de los componentes implicados. El modelo LLTM de Fischer descompone mediante una combinación lineal la dificultad del modelo de Rasch b en una serie de componentes de dificultad η que se ejecutan f veces, más una constante c de escalamiento. Formalmente sería:

$$b = \sum_{i=1}^j f \eta_i + c$$

Si se delimitan en forma correcta los componentes se presentará una relación elevada entre los parámetros b estimados por el modelo de Rasch y los b^* pronosticados por el modelo LLTM (Real, Olea et al., 1999). También hay un procedimiento denominado GAI que es la Generación Automática de Items, que permite crear ítems automáticamente mediante determinados algoritmos (Bejar, 1993; Embretson, 1997). Lógicamente, para estos estudios hay que contar con programas especiales como RASCAL (1989) y el LPCM.Win.(1997).

5. Tests psicométricos comercializados que ya usan muchos de los hallazgos de las teorías cognitivas

Existen ya algunos tests como los de Kaufman para conocimientos (Kaufman y Kaufman, 1985) que informan al examinado sobre los errores que comete. En este test las escalas de procesos mentales se derivan de la teoría sobre el proceso neurofisiológico de la especialización cerebral de Sperry y la investigación neurológica de Luria (1961). Las escalas enfocan el proceso usado para resolver un problema diferenciado del proceso secuencial lineal y analítico propio del hemisferio cerebral izquierdo (en los diestros) del procesamiento simultáneo, holístico y gestáltico que corresponde al derecho. Así, atendiendo a *cómo* se realiza la solución del problema se pueden realizar intervenciones clínicas terapéuticas para mejorar el aprendizaje si fuera necesario.

También conviene hacer referencia a un test interesante en este sentido como el de Woodcock-Johnson cuya versión en castellano es Woodcock-Muñoz (1996) que se basa en el procesamiento intelectual de Horn (1966) llamada *Teoría Gf-Gc*. *Gf* es la *inteligencia fluida* y es la aptitud para resolver problemas nuevos que no dependen de la educación y la cultura del examinado y *Gc* es la *inteligencia cristalizada* que implica conocimiento y aptitudes de una persona relacionados con su nivel educativo y el medio cultural en que vive. La teoría de Horn, inspirado por Cattell (1971), pasó de las dos inteligencias a una teoría de las *inteligencias* pues el funcionamiento intelectual sería un estructura similar a la Vía Láctea. No se sabe cuántas inteligencias hay pero, a través del análisis factorial, podemos establecer constelaciones, diferenciando aptitudes amplias y aptitudes específicas. Hasta ahora se habrían determinado: Memoria a corto plazo (*Gsm*), Aptitud cuantitativa (*GQ*), Procesamiento verbal (*Gv*), Procesamiento auditivo (*Ga*), Almacenamiento o recuperación asociativa (*Gir*), Razonamiento fluido (*Gf*), Velocidad de procesamiento (*Gs*) y tiempo de decisión (*Gt*).

6. Investigaciones realizadas en la Argentina que intentan la integración de los descubrimientos cognitivos a la evaluación.

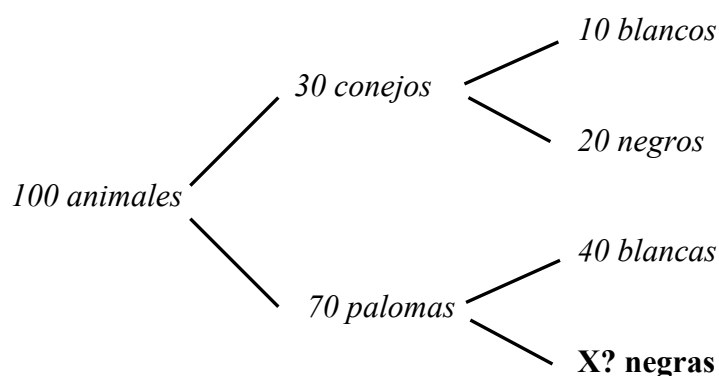
Uno de los pioneros en la Argentina que trabajó sobre la necesidad de estudiar *cómo* se logra la resolución de un problema y no conformarse solamente con un producto final, sino tratar de analizar los pasos del proceso ha sido Horacio Rimoldi (1984,1991). Este investigador considera que saber hacer una pregunta es fundamental para poder solucionar un problema. En este sentido comenzó construyendo una serie de problemas para los que presentaba posibles preguntas, que formuladas en un cierto orden, llevaban a la solución del problema. Por ejemplo, sea el problema siguiente:

“En un corral hay 100 animales (conejos y palomas). Los conejos son de dos clases, blancos o negros y las palomas también son blancas o negras. Se quiere saber cuantas palomas negras hay.”

Para averiguarlo se daban una serie de tarjetas con preguntas posibles y en la parte de atrás de la tarjeta estaban las respuestas. El sujeto solo podía conocer las respuestas después de haber elegido la pregunta. Las preguntas y respuestas eran las siguientes:

<u>Preguntas</u>	<u>Respuestas</u>
1. ¿Cuántos conejos hay en el corral?	30
2. ¿Cuántos conejos y palomas hay?	100
3. ¿Cuántos conejos negros hay en el corral?	20
4. ¿Cuántas palomas hay?	70
5. ¿Cuántos conejos blancos hay?	10
6. ¿Hay más conejos que palomas?	No
7. ¿Cuántas palomas blancas hay?	40
8. ¿Hay más palomas que conejos?	Sí

Este problema se puede simbolizar con un árbol lógico como el siguiente:



Este problema se resuelve de inmediato si se eligen las preguntas 1 (ó 4) y 7 que son las únicas que proporcionan información, las demás o son redundantes o no sirven para la solución. Cada problema podía evaluarse en bits según la teoría de la información (Attneave, 1959) y estaba calculado el puntaje máximo para cada problema. Además, los problemas podían ser mucho más complicados según las ramas que se hacen en el

árbol lógico (Cortada de Kohan, 1997). Rimoldi ha usado también este procedimiento de las preguntas con diversas modificaciones para evaluar la aptitud de los estudiantes de medicina para llegar a un diagnóstico clínico y los resultados son encomiables.

Otro ensayo interesante ha sido el de López Alonso (1981) al construir un “*Test de Coherencia del Razonamiento*” (TCR). Se trata de un procedimiento original. Consta de una primera parte que consiste en cuatro preguntas que delimitan en términos de porcentaje la extensión de cuatro atributos o conjuntos. En la segunda parte, el participante adjudicará a dichos atributos presentados por pares la relación “*tiene que ser*”, “*puede ser*” o “*no puede ser*”. Según los errores que el sujeto cometa, se evalúan las aptitudes lógicas para establecer las estimaciones probables y la adecuación a los principios de identidad y no contradicción. El test tiene varias formas y ha sido aplicado a diferentes muestras de sujetos adultos, niños y pacientes psiquiátricos. La corrección del test se hace con unas tablas *ex profeso* que representan las relaciones entre dos atributos en términos de la teoría de los conjuntos utilizando los diagramas de Venn. Por este motivo, el test es evaluado sobre principios lógicos y probabilísticos, considerando las relaciones de inclusión, exclusión identidad y no contradicción con respecto a las premisas fijadas por el mismo participante. El test para niños ha demostrado una elevada correlación con los tests de aptitud verbal.

Resulta también muy interesante el trabajo de Roselli (1999) que compara los resultados de la resolución de problemas formulados en tres lenguajes o modos de representación distintos: gráficos, matemático y verbal. Se usaron como participantes tres muestras de alumnos de primer año del ciclo secundario de una escuela pública. El objetivo era analizar el efecto de la variabilidad representacional en relación con la misma estructura lógica obtenida de los modelos de 6 ítems gráficos del test de Raven, forma General. Los resultados demostraron una correlación moderada entre los tres lenguajes. Aparentemente, el más difícil fue el verbal. Su mayor dificultad residiría en el efecto distractor que el contenido empírico de tipo social ejercería sobre el aspecto puramente lógico del problema.

Actualmente, casi todos los investigadores que trabajan en investigación con instrumentos psicométricos tienen en cuenta los puntos de vista de las teorías cognitivas. Por ejemplo, Richaud de Minzi (2002) que ha trabajado en stress y en relaciones interpersonales de los niños siempre señala “la aceptación de los postulados de la perspectiva cognitivista”.

En un trabajo para la tipificación de la forma Avanzada del Test de Raven para la Argentina (Cortada de Kohan y Gentile, 1997) se realizó un análisis de los errores que cometían los examinados y dividimos estos según hubieran cometido un error *leve* (olvidando solo una variable del problema) o bien hubieran cometido errores más *groseros* (olvidando tener en cuenta varias variables y dando respuestas totalmente equivocadas o azarosas). La relación entre tipo de errores y puntajes obtenidos resultó muy elevada. Los alumnos del 27% más elevados de la muestra (300 sujetos) cometían no solo menos errores sino que los errores cometidos eran casi todos de tipo leve.

Todos estos trabajos han demostrado que existe un interés muy importante entre nuestros investigadores por relacionar los nuevos saberes de la teoría cognitiva con las posibilidades de obtener evaluaciones centradas, no en el mero resultado final o producto, sino en el proceso de resolución de los problemas que constituyen los ítems de un test. Pero como hemos visto, solo recientemente, al contar con programas adecuados como BILOG, RASCAL, entre otros, se puede establecer un vínculo definido entre Psicometría y Teoría Cognitiva lo que creemos será un gran avance para ambos puntos de vista.

Referencias bibliográficas

- Assessment System Corporation. (1989). RASCAL. *Rasch item calibration program*. St.Paul, MN.
- Attneave, F. (1959). *Applications of Information Theory to Psychology*. Nueva York: Holt, Rinehart & Winston.
- Bejar, I. I. (1993). A Generative approach to psychological and educational measurement. En N. Frederiksen, J. Mislevy e I. Bejar (Eds.), *Test Theory for a new generation of tests*. NuevaYork: Lawrence Erlbaum Associates.
- Binet, A. (1911). Nouvelles recherches sur la mesure du niveau intellectuel chez les enfants d'école. *L'Année Psychologique*, 17, 145-201.
- Boole, G. (1854). *An investigation of the laws of thought*. Londres: MacMillan.
- Broadvent, D.Z. (1958). *Perception and Communication*. Londres: Pergamon Press.
- Bruner, J.S. (1983). *Child's talk. Learning to use language*. NuevaYork: Norton.
- Cattell, R.B. (1971). *Abilities. Their structure, growth and action*. Boston: Houghton and Mifflin.
- Carroll, J.B. (1976). Psychometric tests as cognitive tasks. En E. Resnik (Eds.), *The nature of intelligence*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Carroll, J.B. (1993). *Human cognitive abilities. A survey of factor analytic studies*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Chomsky, N. (1972). *Language and mind*. Nueva York: Harcourt & Brace.
- Cortada de Kohan, N. (1997). Logros en educación primaria y su relación con inteligencia general y con los procesos de pensamiento en la resolución de problemas. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 29 (1) , 65-80.
- Cortada de Kohan, N. (1998). La teoría de la respuesta al ítem y su aplicación al Test verbal "Buenos Aires". *Interdisciplinaria*, 15, 1-2.
- Cortada de Kohan, N. (1999). *Teorías psicométricas y construcción de tests*. Buenos Aires: El Lugar.
- Cortada de Kohan, N. (2000). *Técnicas psicológicas de evaluación y exploración*. México: Trillas.
- Cortada de Kohan, N. y Gentile, S. (1997). El Test de las Matrices de Raven (Forma Avanzada) en jóvenes de 17 años. *Interdisciplinaria*, 14 (1-2), 107-122.
- Cronbach, L. J. (1957). The two disciplines of scientific psychology. *American Psychologist* 12, 671-684.
- Cronbach, L.J. (1975). Five decades of public controversies over mental testing. *American Psychologist*, 30, 1-14.
- Cronbach, L.J.; Gleser, G.; Nanda H. y Rajaratman, J. (1972). *The dependability of behavioral measurements*. Nueva York: John Wiley.
- Embretson, S. E. (1997). Multicomponent Response models. En W.J. Van der Linden y R.K. Hambleton (Eds.) *Handbook of Modern Item Response Theory*. Nueva York: Springer.
- Fischer, G.H. (1973). The linear logist test model as an instrument in educational research. *Acta Psychologica*, 37, 359-374.

- Gardner, W. (1988). The contribution of information theory to Psychology. En W.Hirst (Ed.), *The making of cognitive science. Essays in honor of George Miller*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Glaser, R. (1981). The future of testing. *American Psychologist*, 36, 923-936.
- Guilford, J.P. (1954). *Psychometric Methods*. Nueva York: McGraw Hill.
- Gulliksen, H. (1950). *Theory of mental Tests*. Nueva York: John Wiley.
- Gulliksen, H. (1961). Measurement of learning and mental abilities. *Psychometrika*, 26, 93-107.
- Horn, J.L. (1966). Refinement of the theory of fluid and crystallized intelligence. *Journal of Educational Psychology*, 57, 253-270.
- Hunt, E.B. (1971). What kind of computer is man? *Cognitive Psychology*, 2, 57-98.
- Hunt, E.B. (1980). Intelligence as an information processing concept. *British Journal of Psychology*, 71, 449-474.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1984). Choices, values and frames. *American Psychologist*, 39, 341-350.
- Kaufman, A.S y Kaufman, N. L. (1985). *Kaufman Tests of Educational achievement. Comprehensive Manual*. Circle Pine, MN: American Guidance Service.
- Lazarus, R.S. y Folkman, J. (1984). *Stress appraisal and coping*. Nueva York: Springer.
- López Alonso, A. (1981). Test de Coherencia. *Publicación N° 65 de CIIPME*, Conicet, Buenos Aires.
- Lord, F.M. (1980). *Applications of item response theory to practical testing problems*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lord, F.M. y Novick, E. (1968). *Statistical Theories of mental tests scores*. Reading: Assison Westley.
- McCullock, M. y Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas inmanenbt in nervous activities. *Bull. of Math. Biophysics*, 5, 115-155.
- McDermott, L.C. (1954). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*, 37, 1-10.
- Miller, G. (1962/85). *Introducción a la psicología*. Madrid: Alianza.
- Mislevy, R. J. (1993). Formulations of a new test theory. En N.Frederiksen, R. Mislevy y I.Bejar (Eds.), *Test Theory for a new generations of Tests*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Neiser, V. (1976). *Cognition and reality. Principles and implication of cohnnitive psychology*. Nueva York: Freeman.
- Newell, A. y Simon, H.A. (1972). *Human Problem solving*. Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Piaget, J. (1926). *The Language and Thought of the child*. Londres: Routledge
- Pinker, S. (1994). *The language instinct*. Nueva York: Harper Collins
- Prieto, G. y Delgado, A. (1999). Medición cognitiva de las aptitudes. En J.Olea, V. Ponsoda y G Prieto (Eds.), *Tests informatizados. Fundamentos y aplicaciones*. Madrid: Pirámide.
- Rasch, G. (1980). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests (Reprint)*. Chicago: Chicago University Press.
- Real, E.; Olea, J.; Ponsoda, V.; Revuelta, J. y Abad, F. (1999). Análisis de las dificultades de un test de matemáticas mediante un modelo componencial. *Psicología*, 20, 121-134.

- Richaud de Minzi, M.C. (2002). Inventario acerca de la percepción que tienen los niños y niñas de las relaciones con sus padres y madres: versión para 4 a 6 años. *Revista Interamericana de Psicología*, 36 (1-2), 149-165.
- Rivière, A. (1991). *Objetos con mente*. Madrid: Alianza.
- Rimoldi, H. (1991). Solución de Problemas. Problemas que trae un problema. En J. Mayor y J. Pinillos (Eds.), *Tratado de Psicología General Vol 5*. Madrid: Alhambra Longmans.
- Roselli, N. (1999). Identidad lógica y rariabilidad representacional en tarea de resolución de problemas. *Interdisciplinaria*, 16 (1), 75-97.
- Shannon, S. y Weaver, W. (1981) *Teoría matemática de la comunicación*. Madrid: Forja.
- Spearman, C. (1904). General intelligence objectively determined and measured. *American Journal of Psychology* 18, 161-169.
- Sternberg, R.J. (1981). Testing and cognitive psychology. *American Psychologist*, 36.
- Sternberg, R.J. (1987). *La inteligencia humana*. Barcelona: Paidós.
- Thissen, D. (1993). Repeating rules no longer apply to psychological measurement. En J. Frederiksen (Ed.), *Test theory for a new generation of tests*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Thorndike, E.L. (1919). *An Introduction to the theory of mental and social measurements*. Nueva York: Columbia University Press.
- Tolman, E.C. (1967). *Purposive Behavior in Animals and Men*. Nueva York: Appleton Century Crofts.
- Turing, A. (1950). Computing machinery and intelligence En A. Anderson (Ed.), *Controversia sobre mentes y máquinas*. Barcelona: Tusquets.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1983). Extensional versus Intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgement. *Psychological Review*, 90 (4) .
- Van der Linden, W.J. y Hambleton R.K. (1997). *Handbook of modern Item Response Theory*. Nueva York: Springer.
- Vigotsky, L. (1962). *Thought and Language*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Vives, J.L. (1538/1947). *De Anima et Viota. Obras Completas I-II*. Madrid: Aguilar.
- Von Neumann J. (1955). *The computer and the brain*. New Haven: Yale University Press.
- Wiener, N. (1948/1985). *Cibernética*. Barcelona: Tusquets.
- Wittrock, M.C. (1990). Generative processes of comprehension. *Educational Psychology*, 24, 345-376.
- Wittrock, M.C. y Baker, L.L. (1985). *Testing and cognition*. Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Woodcock-Muñoz. (1996). *Bateria R Pruebas de habilidad cognitiva y de aprovechamiento*. Itaka: Riverside Publ.