

Cualidades psicométricas de una prueba de competencia imaginativa

María Virginia Rapetti e Hilda Difabio de Anglat

Resumen: Se estudia la validez de constructo y la confiabilidad, la potencialidad discriminativa y el nivel de dificultad de los ítems de un instrumento diseñado para medir la habilidad para imaginar y realizar movimientos mentales de figuras. La prueba se aplicó a 118 alumnos de 14 años de edad en promedio.

Palabras clave: Imaginación, test, validez, confiabilidad, adolescencia.

Abstract: The psychometric properties of an instrument designed to measure the ability to imagine and to perform mental movements of figures are studied. The test has been applied to 118 students of an average age of 14.

Keywords: Validity, reliability, test, imagination, adolescence.

En este trabajo se estudia la validez y confiabilidad de un instrumento diseñado con el objetivo de evaluar la habilidad para imaginar y realizar movimientos mentales de figuras. Nos interesamos en esta habilidad porque es especialmente necesaria para resolver problemas geométricos y, por tanto, su ejercicio es importante en el proceso de aprendizaje de la matemática.

Sin embargo, esta habilidad no es privativa del área matemática. En el aprendizaje de las ciencias, Vosniadou y otros (2001) señalan que las representaciones mentales que los niños usan cuando tratan de comprender la información nueva parece ejercer influencia sobre los procesos de adquisición del conocimiento. Los autores utilizan el constructo de “modelo mental” para describir dichas representaciones individuales del mundo físico, se refieren a una representación analógica y generativa que puede manipularse mentalmente para dar explicaciones causales del fenómeno. Se supone que la mayoría de los modelos mentales son creados para tratar con las demandas de situaciones específicas.

En el área de la educación física, Overly *et al.* (1998) afirman que en los programas de entrenamiento de muchos atletas se incorporan las imágenes menta-

Fecha de recepción: diciembre de 2001.

les. Investigaciones sobre su efectividad han demostrado su poder para mejorar el desempeño motriz. El efecto de las imágenes en el conocimiento, en un nivel general, se refiere al uso de estrategias anticipatorias globales, tales como imaginar todos los posibles ángulos de retorno de la pelota después de un saque. Del mismo modo, los maestros de danza las integran en varios aspectos del entrenamiento de los bailarines. A menudo, utilizan imágenes metafóricas indirectas para obtener respuestas cualitativas importantes (por ejemplo: “cruce el salón como si estuviera moviéndose a través del agua”, para obtener un movimiento suave y sostenido).

Paivio (1985) ha desarrollado una perspectiva teórica para el estudio de las imágenes mentales y del movimiento. Se dice que las imágenes mentales tienen un rol motivacional y cognoscitivo en la mediación de la conducta. Estos roles operan tanto en un nivel general como en uno específico.

El efecto de las imágenes en la motivación, en un nivel general, se refiere al grado de aprestamiento psicológico y a la emoción; por ejemplo, las imágenes mentales se usan para reducir la ansiedad en la preparación para una tarea. En un nivel específico, se refiere a respuestas orientadas hacia una meta puntual, como ganar una competencia.

Antonietti y Colombo (1996-1997) investigaron la ocurrencia espontánea de imágenes mentales en la vida ordinaria. Observaron que su uso es afectado por el tipo de estudio (los sujetos de disciplinas científicas puntuaron más alto que los que pertenecen a disciplinas socioeconómicas o humanísticas) y varía según el sexo: los varones informaron un uso más frecuente de la visualización que las mujeres, sobre todo cuando las imágenes se construyen intencionalmente (por ejemplo, para comprender cómo trabaja algo, para hacer evaluaciones y tomar decisiones o para planificar); lo contrario ocurre cuando las imágenes se educen espontáneamente por estímulos o se incluyen en el ensueño y la fantasía.

Por otra parte, los datos convergen sugiriendo que las imágenes autónomas y de fantasía se distinguen de las imágenes implicadas en el razonamiento dirigido. Como los datos han mostrado que esta última clase de imágenes ocurre con rara frecuencia, se puede suponer que el sujeto no puede aprovecharse deliberadamente de la construcción de imágenes mentales para facilitar los procesos cognoscitivos. Más precisamente, el individuo parece considerar poco la posibilidad de emplear imágenes mentales para procesar información abstracta o verbal y para producir más visualizaciones articuladas. Esto refleja su conocimiento metacognitivo del uso de las imágenes; en efecto, cree que las imágenes son útiles sobre todo para tratar con elementos que son originariamente visuales

o espaciales, pero no con aquellos que deben recodificarse en un formato visoespacial. Así, a fin de inducir un uso de la visualización más eficiente e intencional, debe enseñársele al sujeto a crear imágenes mentales, aun cuando no tienda a hacerlo espontáneamente.

Piaget (1978, pp. 295-296), al referirse a las operaciones lógico-matemáticas, sostiene que éstas “proceden de las acciones más generales que podemos ejercer sobre los objetos [...] los actos de reunir o disociar, de ordenar o cambiar de orden, etc. consisten inicialmente en movimientos reales efectuados materialmente o imaginados en el pensamiento [...]”; la curva del desarrollo de los entes matemáticos sigue una dirección “originada en la coordinación de las acciones que el sujeto ejerce sobre el objeto y se aleja cada vez más de este objeto inmediato, pero sigue conservando el poder de reunirse con él y lo reencuentra en realidad en todos los niveles de profundidad o extensión a los que puede conducir su análisis físico”.

Esta particular función “constructiva” de la imaginación ha sido tematizada por la filosofía realista, tanto clásica como contemporánea. Tomás de Aquino (I,q.84 a.7) al referirse a la abstracción dice: “Todos pueden experimentar en sí mismos que, cuando se quiere entender algo, se forman ciertas imágenes a modo de ejemplares, en los que podemos contemplar, por así decirlo, lo que nos proponemos entender.” Y agrega más adelante: “Por consiguiente, para que el entendimiento entienda en acto su objeto propio, es necesario que recurra a las imágenes de la fantasía, a fin de descubrir la naturaleza universal existiendo en un objeto singular.” Este texto se ubica en el contexto de la discusión sobre el origen del conocimiento intelectual y el rol de la sensibilidad en él. Aquí podríamos encontrar en el texto un elemento importante de lo que queremos decir cuando hablamos de la representación como “mediador” cognitivo: dicha mediación no se limitaría al momento de constitución de los conceptos geométricos, sino que se extendería al momento del “uso” de dichos conceptos.

Antonietti (1990), en una experiencia donde a la libre elaboración de imágenes mentales le sigue la resolución de un problema, observa que dicha elaboración produce una flexibilidad general de la estructura cognoscitiva ligada al problema. Confirma la función heurística que tiene la elaboración de tipo espacial-figurativa en la solución, haciendo a la situación problemática más disponible a la reestructuración.

DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

Nuestro interés se centra en evaluar la habilidad para realizar transformaciones mentales, no en distinguir entre “visualizadores” (los que poseen un estilo cognoscitivo por el que tienden a usar la imagen visual en la realización de una tarea intelectual) o “verbalizadores” (los que recurren habitualmente a una estrategia verbal). Nos ocupamos de detectar esa habilidad para poder emplearla como una estrategia de aprendizaje que facilite la asimilación y uso de los conceptos.

Existen distintos tests cuya aplicación como instrumentos de evaluación en el aula provoca ciertos inconvenientes, ya sea por su nivel elevado o por su extensión. Entre ellos podemos citar: *Purdue Spatial Visualization Test* (Guay, 1976), *Differential Aptitude Tests- SR* (Bennet y otros, 1949), *Rompecabezas impresos* (Yela, 1974), etc. Otros autores han utilizado cuestionarios o autoinformes para evaluar el uso de la imaginación durante distintas actividades (Overly y otros, 1998; Giorgetti y Antonietti, 1992).

El instrumento que presentamos consta de 12 ejercicios¹ (se adjunta en el apéndice), que consisten en:

- I.1. Recomponer dos columnas con seis fragmentos desordenados.
- I.2. Reconocer, entre cuatro representaciones de objetos, las tres que representan el mismo objeto en distintas posiciones.
- I.3. Asociar el desarrollo de un cubo con su correspondiente cubo armado.
- I.4 y I.5. Contar las caras y las aristas de un cuerpo que se obtienen al efectuar cortes en cada uno de los vértices de un cubo de modo que queden formados triángulos.
- I.6. Recomponer un marco de un cuadro a partir de seis partes (sólo cuatro encajan correctamente).
- I.7 y I.8. Para formar un cubo se emplean veintisiete cubitos y se pinta su exterior. Contar cuántos cubitos tienen pintadas sólo dos caras y cuántos ninguna.
- I.9. Calcular de cuántas formas distintas se pueden unir cuatro cuadrados por los lados. No se deben tener en cuenta las mismas formas en distinta posición.
- I.10. Se colocan cuatro engranajes uno al lado del otro, determinar en qué

¹ Los ejercicios se extrajeron de distintas fuentes:

- 1, 3 y 6 se tomaron de revistas de entretenimiento,
- 2 de Gorgorió (1998),
- 4, 5, 7, 8 y 9 de problemas para las Olimpiadas Matemáticas,
- 10 del DAT - Razonamiento Mecánico,
- 11 de Gorgorió y otros (2000).

dirección gira el último de la derecha si el primero de la izquierda gira en sentido antihorario

I.11. Determinar cuáles de los ocho dibujos corresponden a una casa observada desde cuatro puntos de vista distintos.

I.12. Dibujar cada una de las tres banderas después de girar 90° hacia la izquierda (sentido antihorario), teniendo como centro el punto señalado. Dibujar cada una de las tres banderas después de girar 90° hacia la derecha (sentido horario), teniendo como centro el punto señalado.

Los ejercicios 1, 2, 6, 10 y 12 requieren *rotaciones mentales* para llegar a la respuesta, ya sea que se trate de mover figuras en el plano para ver si encajan (1, 2, 6 y 10) o que se requiera dibujar (12).

El núm. 3 se resuelve armando “mentalmente” el desarrollo plano del cubo y comparándolo con los modelos que se presentan. El núm. 9 requiere, además, una rotación de figuras en el plano para reconocer las formas similares de un esquema que contemple todas las combinaciones posibles. Para resolver el núm. 11 es necesario ubicarse “mentalmente” en las posiciones que se señalan e imaginar la vista que desde allí se tiene de la casa, luego se debe reconocerlas entre los modelos que se muestran. Los números 4, 5, 7 y 8 exigen contar elementos no visibles y, en consecuencia, deben imaginarse.

MUESTRA

Nuestra población comprende a los alumnos de 2º año de enseñanza secundaria (que tienen entre 14 y 15 años de edad) de tres colegios de turno matutino, representativos de instituciones de gestión privada de Capital Federal y Gran Buenos Aires, Argentina.

La muestra es estratégica u ocasional, seleccionada en función del fin principal de la investigación: probar un instrumento diseñado *ad hoc* y *explorar* sus cualidades psicométricas específicas para su uso particular (la evaluación de la competencia imaginativa en alumnos de esa edad, nivel de escolaridad y nivel sociocultural).

Está compuesta por cuatro cursos, que corresponden a distintas modalidades de enseñanza (uno de bachillerato mercantil, otro de bachillerato pedagógico y dos de un colegio técnico). Los dos primeros pertenecen a dos escuelas de Capital Federal y los otros, a una del Gran Buenos Aires.

Tiene un tamaño de 118 sujetos.

La aplicación de la prueba fue colectiva y duró aproximadamente 50 minutos.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

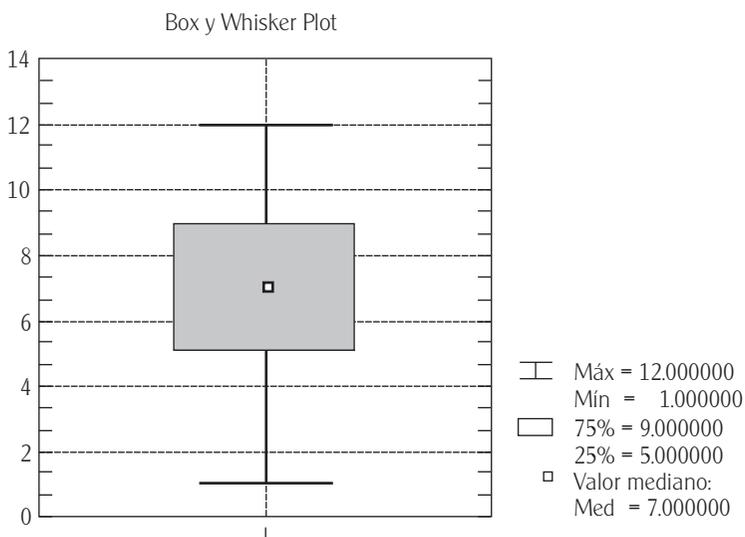
Los datos de la muestra fueron sometidos a diversos tipos de análisis: descripción de la variable “imaginación”, determinación de la validez de constructo y de la confiabilidad, estudio de la potencialidad discriminativa y del nivel de dificultad de los ítems.

A) DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE I Y DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ÍTEMS

Con I representamos la variable “imaginación” y la definimos como el número de ítems (o ejercicios) de la prueba bien resueltos. Como cada respuesta correcta se evalúa con 1 punto, el rango de la puntuación es de 0 a 12. Al ejercicio 9 se le asigna un punto si se reconocen tres de las cuatro vistas correctas y al ejercicio 10 si se dibujan correctamente 4 de las 6 banderas. La media de $I = 6.92$ y su desviación estándar = 2.75

El gráfico 1 muestra un rango extendido, ya que abarca del puntaje 1 al 12. También manifiesta que el 50% central de los datos (representados en el bloque rectangular) está comprendido entre los valores 5 y 9.

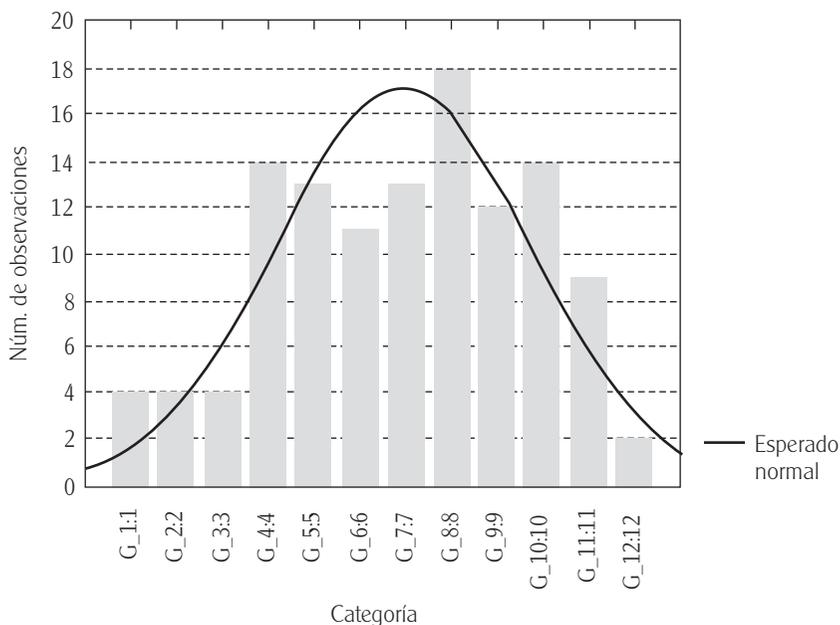
Gráfico 1 Box-plot de I



Cuadro 1 Distribución de frecuencias

	Frecuencia	Porcentaje		Frecuencia	Porcentaje
G_1:1	4	3.38	G_7:7	13	11.01
G_2:2	4	3.38	G_8:8	18	15.25
G_3:3	4	3.38	G_9:9	12	10.16
G_4:4	14	11.86	G_10:10	14	11.86
G_5:5	13	11.01	G_11:11	9	7.62
G_6:6	11	9.32	G_12:12	2	1.69

Gráfico 2 Distribución de la variable I



El gráfico 2 (de barras) muestra que los valores menos frecuentes de la variable I son 1, 2, 3 y 12, lo que está indicando que son pocos los sujetos que resolvieron bien un número pequeño de ítems o toda la prueba.

Cuadro 2 Promedio de aciertos por ejercicio

Ítem	Media	DS
I 1	0.81	0.39
I 2	0.55	0.49
I 3	0.73	0.44
I 4	0.59	0.49
I 5	0.35	0.48
I 6	0.88	0.31
Ítem	Media	DS
I 7	0.14	0.35
I 8	0.27	0.45
I 9	0.38	0.48
I 10	0.90	0.29
I 11	0.54	0.50
I 12	0.72	0.45

B) ESTUDIO DE LA VALIDEZ DE CONSTRUCTO

La homogeneidad de los ítems, relación entre cada ítem y el puntaje de la prueba, puede servir para determinar la validez de construcción del instrumento por el método de la consistencia interna. Para hacerlo, se puede calcular la correlación biserial entre “correcto o incorrecto” en cada ejercicio y la puntuación total del test y sólo se retienen los elementos que arrojen correlaciones significativas. El test, cuyos elementos son seleccionados por este método, muestra consistencia interna, puesto que cada elemento se diferencia en el mismo sentido que el test entero (Anastasi, 1973, p. 122).

Cuadro 3 Correlación entre cada ejercicio y la puntuación total del test

Ítem	Correlación biserial
I 1	0.46
I 2	0.56
I 3	0.45
I 4	0.57
I 5	0.60
I 6	0.49
Ítem	Correlación biserial
I 7	0.45
I 8	0.65
I 9	0.53
I 10	0.28
I 11	0.62
I 12	0.58

Todos los coeficientes son significativos estadísticamente en el nivel de significación de 0.05.

c) CONFIABILIDAD

Para calcular la confiabilidad, se aplicaron dos métodos de determinación de la consistencia interna: alpha de Cronbach y división por la mitad, en cuanto requieren una sola administración del instrumento. Arrojan un índice que oscila entre 0 (confiabilidad nula) y 1 (confiabilidad máxima).

El alpha de Cronbach es 0.76. Luego, según este estadístico (el “preferido” en la investigación cuantitativa contemporánea, según lo evidencian las publicaciones periódicas), se considera que el instrumento tiene una confiabilidad *relativamente buena*, porque la teoría psicométrica establece el índice de 0.70 como la confiabilidad mínima aceptable.

Cuadro 4 Método de la subdivisión

	Primera mitad	Segunda mitad
Núm. de ítems	6	6
Media	2.97	3.94
Suma	351	466
DS	1.53	2.21
Alpha de Cronbach	0.595	0.614

Correlación entre la primera y la segunda parte = 0.64

Confiabilidad por el método de mitades = 0.784

Confiabilidad del test con el doble número de ítems = 0.878

El coeficiente de correlación de 0.878 suministra una estimación de la confiabilidad de la prueba completa en la que la correlación de las medias pruebas alcanzó un valor de 0.784. Este procedimiento estima la confiabilidad de todo el instrumento, basada en la confiabilidad obtenida para la mitad, que se calculó mediante la “fórmula de profecía “ o de “predicción “ de Spearman-Brown.

El principal supuesto de este método es que los dos nuevos tests son razonablemente equivalentes y, luego, el resultado obtenido suele llamarse también *coeficiente de equivalencia*, porque se basa en dos formas parciales del instrumento. En este caso, arroja un índice de confiabilidad que la teoría psicométrica llama *considerable*.

Según Anastasi (1973, p. 89), la diferencia entre los coeficientes que resultan de estos dos métodos de determinación de la confiabilidad puede servir como indicador aproximado del grado de homogeneidad del test, ya que, a menos que los elementos de éste sean extremadamente homogéneos, el alpha de Cronbach será inferior a la correlación entre las mitades, como ocurre con nuestro instrumento.

D) ESTUDIO DE LA POTENCIALIDAD DISCRIMINATIVA DE LOS ÍTEMS

Para determinarla, se empleó el procedimiento de ordenar los resultados en la muestra total en forma decreciente, computar el porcentaje de respuestas correctas por ítem en 27% superior y en 27% inferior y establecer los coeficientes de correlación biserial.

Cuadro 5 Índices de discriminación

Ítem	Correlación biserial
I 1	0.46
I 2	0.71
I 3	0.42
I 4	0.66
I 5	0.78
I 6	0.36
Ítem	Correlación biserial
I 7	0.60
I 8	0.94
I 9	0.74
I 10	0.30
I 11	0.68
I 12	0.55

Es difícil establecer un límite medio aceptable para el índice de discriminación pero, para tests de escolaridad, se emplea el siguiente (Vianna, p. 232): un coeficiente menor de 0.19 se considera deficiente; entre 0.20 y 0.29, marginal; entre 0.30 y 0.39, bueno y de 0.40 o más, muy bueno. Por consiguiente, la totalidad de nuestro instrumento tiene una potencialidad discriminativa de nivel bueno o muy bueno.

E) ESTUDIO DE LA DIFICULTAD DE LOS ÍTEMS

Para la determinación del grado de dificultad de los ítems, se divide la muestra –desde la mediana– en grupo superior e inferior; se determina el porcentaje de respuestas correctas en cada ítem (p para el grupo superior y p' para el inferior). El nivel de dificultad (ND) resulta de promediar p y p' .

Cuadro 6 Nivel de dificultad de los ítems

Ítem	ND
I 1	0.79
I 2	0.53
I 3	0.71
I 4	0.55
I 5	0.31
I 6	0.88
Ítem	ND
I 7	0.12
I 8	0.25
I 9	0.35
I 10	0.90
I 11	0.50
I 12	0.69

Según Yela (1958), los límites aproximados de los ND son: de 0.75 a 0.95, muy fáciles; de 0.55 a 0.74, fáciles; de 0.40 a 0.54, medios; de 0.25 a 0.39, difíciles y de 0.05 a 0.24, muy difíciles. Luego, en nuestro caso, se obtuvieron:

- tres ítems muy fáciles (el 1, el 6 y el 10);
- tres ítems fáciles (el 3, el 4 y el 12);
- dos ítems medios (el 2 y el 11);
- tres ítems difíciles (el 5, el 8 y el 9);
- un ítem muy difícil (el 7).

En consecuencia, la mayor parte de la prueba presenta una dificultad media; sólo tres ítems resultan muy fáciles y uno, muy difícil. Nuestro instrumento, entonces, evidencia el nivel de dificultad deseable, porque según Vianna (1983, p.231), la experiencia recomienda, y los estudios estadísticos lo confirman, que en un test de uso escolar se empleen ítems cuyo intervalo de dificultad se ubi-

que entre 0.2 y 0.8 (para que el instrumento pueda establecer los distintos niveles de rendimiento de los alumnos), con un *índice medio* de 0.5. También Lindeman (1971, p. 113) aconseja: “En todos los tests deben incluirse algunos ítems fáciles para estimular al alumno de escasa capacidad y también es necesario que haya algunos ítems relativamente difíciles, que constituyan un desafío para los más capaces. Sin embargo, para lograr que el instrumento de medición tenga la máxima calidad y utilidad, la mayoría de los ítems incluidos debe presentar un nivel medio de dificultad.”

A MODO DE CONCLUSIÓN

Si bien existen algunos tests para evaluar competencia imaginativa, su aplicación en el aula de enseñanza media se ve dificultada por su nivel elevado o por su longitud. Y una meta educativa de importancia requiere un procedimiento apropiado de evaluación. En este sentido, según Oakland y Eu (1993), el interés creciente por el desarrollo de pruebas con cualidades psicométricas comprobadas, especialmente de elaboración local, se funda en la preocupación internacional por la *calidad educativa*, en la cual el test desempeña un importante papel.

De allí que el juicio acerca del valor de un instrumento para un propósito particular sólo debería emitirse una vez determinadas, de manera objetiva y tan exacta como fuera posible, dichas cualidades psicométricas, porque este conocimiento es necesario para que tanto el nuevo instrumento como los datos obtenidos con él puedan utilizarse significativamente. En nuestro caso, lo hemos empleado como preprueba para juzgar la incidencia de una experiencia pedagógica que buscaba promover la competencia imaginativa.

El análisis estadístico efectuado manifestó que el instrumento presenta validez de construcción adecuada, evaluada a través del índice de homogeneidad de los ítems: cada ejercicio parece diferenciarse en el mismo sentido que el instrumento en su totalidad.

En segundo lugar, respecto del llamado “análisis cuantitativo de los ítems”, la totalidad del instrumento tiene una potencialidad discriminativa de nivel bueno o muy bueno, y el intervalo de dificultad recomendado por la teoría estadística.

Parece, entonces, un *instrumento potente* en cuanto que, por un lado, evalúa una competencia unitaria y, por el otro, resulta sensible a distintos niveles de logro en la capacidad imaginativa de alumnos de 2º año de enseñanza secundaria.

En tercer lugar, manifiesta una confiabilidad cercana o superior a 0.80 según el procedimiento empleado (alpha de Cronbach y método de mitades, respectivamente), coeficiente que la teoría psicométrica juzga “considerable”.

Finalmente, resulta de ágil aplicación y calificación, ambas cualidades de importancia en el ámbito escolar.

Sería de interés, objetivo de un futuro trabajo, establecer la validez de criterio de la prueba correlacionando estos resultados con el rendimiento de los alumnos en geometría; también ampliar la muestra para incluir otras edades e investigar empíricamente si el sexo es en nuestra población un factor diferencial de la capacidad imaginativa.

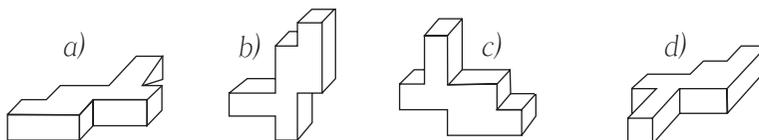
APÉNDICE

Prueba de competencia imaginativa

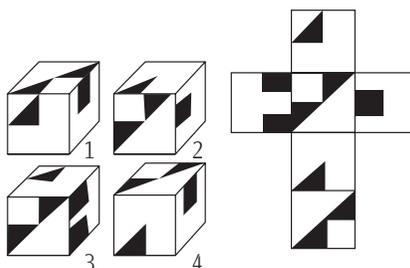
1.1 Recomponer con estos fragmentos desordenados 2 columnas.



1.2 Entre estas figuras, hay 3 que representan el mismo objeto en distintas posiciones. ¿Cuáles son?

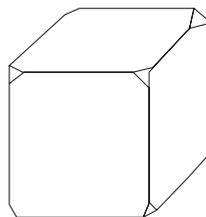


- 1.3 A la derecha encontramos un cubo desarmado ¿Cuál es el correspondiente cubo armado?

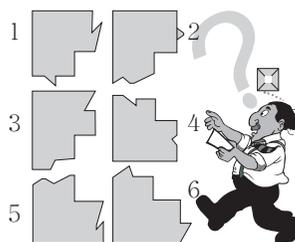


En un cubo se efectuaron cortes en cada uno de los vértices de modo que queden formados triángulos, como muestra la figura. El cuerpo obtenido tiene 24 vértices.

- 1.4 ¿Cuántas caras tiene?
1.5 ¿Cuántas aristas tiene?



- 1.6 Se presentan a modo de rompecabezas, diversas partes de distintos marcos de cuadros. Sólo 4 de ellas se ajustan perfectamente entre sí para formar un marco. ¿Cuáles son?

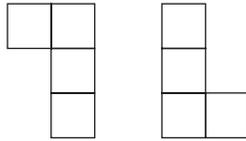


Para formar un cubo se usan 27 cubitos y se pinta el exterior del cubo.

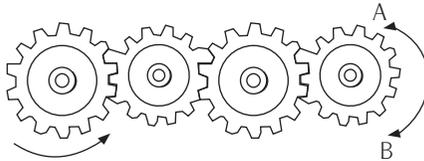
1.7 ¿Cuántos cubitos tienen sólo dos caras pintadas?

1.8 ¿Cuántos cubitos no tienen caras pintadas?

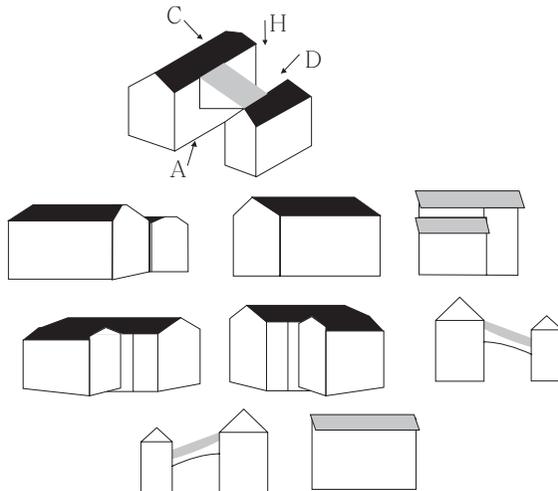
1.9 ¿De cuántas formas se pueden unir cuatro cuadrados por los lados? El dibujo muestra una de ellas. No han de tomarse en cuenta las mismas formas en distinta posición, como la que aparece a la derecha del dibujo, que es exactamente igual a la de la izquierda. Cuenta sólo las formas diferentes.



1.10 En que dirección, A o B, gira el engranaje de la derecha cuando el engranaje de la izquierda gira en la dirección indicada?



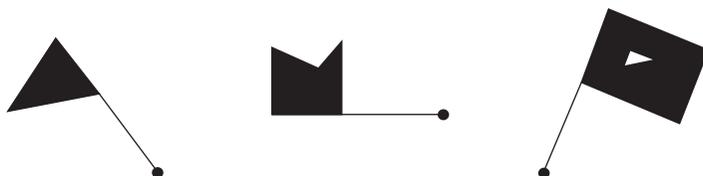
1.11 Indica en los dibujos de la derecha, cuáles corresponden a la casa vista desde el punto A, desde el punto B, desde el punto C y desde el punto D.



- 1.12 Dibuja cada una de las banderas después de girar 90° hacia la izquierda, teniendo como centro el punto señalado.



Dibuja cada una de las banderas después de girar 90° hacia la derecha teniendo como centro el punto señalado



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anastasi, A. (1973), *Tests psicológicos*, Madrid, Aguilar.
- Antonietti, A. (1990), "Libera elaborazione di immagine mentali e soluzione di problemi", *Orientamenti Pedagogici*, vol. 37, núm. 5, 221, pp. 992-1007.
- Antonietti, A. y B. Colombo (1996-1997), "The Spontaneous Occurrence of Mental Visualization in Thinking", *Imagination, Cognition and Personality*, vol. 16, núm. 4, pp. 415-428.
- Battista, M., G. Wheatley y G. Talsma (1989), "Spatial Visualization, Formal Reasoning, and Geometric Problem-Solving Strategies of Preservice Elementary Teacher", *Focus on Learning Problems in Mathematics*, vol. 11, núm. 4, pp. 17-30.
- Bennet, G., H. Seashore y A. Wesman (1949), *Differential Aptitude Test*, Nueva York, Psychological Corp.
- Giorgetti, M. y A. Antonietti (1992), "Verbalizzatori' e 'visualizzatori': Strumenti di identificazione", *Orientamenti Pedagogici*, vol. 39, 229, pp. 71-96.
- Gorgorió, N. (1998), "Exploring the Functionality of Visual and Non-Visual Strategies in Solving Rotation Problems", *Educational Studies in Mathematics*, vol. 35, núm. 3, pp. 207-231.

- Gorgorió, N. *et al.* (2000), "Proceso de elaboración de actividades geométricas ricas: un ejemplo, las rotaciones", *Suma*, vol. 33, pp. 59-71.
- Guay, R. (1976), *Purdue Spatial Visualization Test*, Purdue Research Foundation.
- Lindeman, R. (1971), *Tratado de medición educacional*, Buenos Aires, Paidós.
- Oakland, T. y S. Hu (1993). "The Top 10 Tests Used with Children and Youth Worldwide", *Bulletin of the International Test Commission*, vol. 19, núm. 1, pp. 99-120.
- Overly, L., C. Hall e I. Haslam (1998), "A Comparison of Imagery Used by Dance Teachers, Figure Skating Coaches, and Soccer Coaches", *Imagination, Cognition and Personality*, vol. 17, núm. 4, pp. 323-337.
- Paivio, A. (1985), "Cognitive and Motivational Functions of Imagery in Human Performance", *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, vol. 10, pp. 22-28.
- Piaget, J. (1978), *Introducción a la epistemología genética. I El pensamiento matemático*, 2a. ed., Buenos Aires, Paidós.
- Tomás de Aquino (1959), *Suma teológica*, Madrid, B.A.C.
- Vianna, H. (1983), *Los tests en educación*, Pamplona, Universidad de Navarra.
- Vosniadou, S., Ch. Ioannides, A. Dimitrakopoulou y E. Papademetriou (2001), "Designing Learning Environments to Promote Conceptual Change in Science", *Learning and Instruction*, núm. 11, pp. 381-419.
- Yela, M. (1958), *Psicometría y estadística*, Madrid, Apuntes del Curso de la "Escuela de Psicología y Psicotecnia" de la Universidad de Madrid, revisados por el autor.
- (1974), *Rompecabezas impresos*, Madrid, TEA.

DATOS DE LAS AUTORAS

María Virginia Rapett

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y
Centro de Investigaciones en Antropología Filosófica y Cultural (CIAFIC),
Capital Federal, Argentina
virginiarapetti@hotmail.com

Hilda Difabio de Anglat

Centro de Investigaciones Cuyo (CIC), Universidad Nacional de Cuyo,
Mendoza, Argentina
ganglat@tutopia.com