

El Pensamiento Lógico Formal: Propuesta de un Instrumento para su Evaluación en Sujetos del Primer Nivel de Educación Media

*Formal Logical Thought: Proposal of an Instrument for its Evaluation in Subjects of the First
Level of Secondary Education*

Stella Maris Vázquez*
† María Virginia Rapetti
Marianela Noriega**

Resumen

Se aborda la cuestión del pensamiento formal, un tema piagetiano que no ha perdido vigencia. Los objetivos del trabajo son: (a) Estudiar las propiedades psicométricas de un instrumento para la evaluación del desempeño operatorio formal elaborado ad hoc a partir de los test de Longeot (TOFLP) y de Flexer y Roberge (FORT); (b) Verificar el orden de adquisición de las operaciones formales evaluadas en el instrumento propuesto.

Un análisis escalográfico de los ítems (técnica de Guttman) muestra que los índices de consistencia y reproducibilidad son satisfactorios y que la secuencia de logros y nivel de dificultad de cada ítem se ajustan a la teoría piagetiana. Se prueba la validez y consistencia del instrumento.

Palabras clave: operaciones formales; test; propiedades psicométricas

Abstract

The issue of formal thought is addressed, a Piagetian theme that has not lost its validity. The objectives of this work are: (a) To study the psychometric properties of an instrument for the evaluation of formal operative performance elaborated ad hoc from the Longeot (TOFLP) and Flexer and Roberge (FORT) tests; (b) Verify the order of acquisition of the formal operations evaluated in the proposed instrument.

A scalographic analysis of the items (Guttman technique) shows that the consistency and reproducibility indices are satisfactory and that the sequence of achievements and level of difficulty of each item conform to Piagetian theory. The validity and consistency of the instrument is tested.

Keywords: formal operations; test; psychometric properties

*Centro Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Centro de Investigaciones en Antropología Filosófica y Cultural. ORCID: 0000-0003-2252-9290. Mail de contacto: stellavazquez@gmail.com

** Centro Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Centro de Investigaciones en Antropología Filosófica y Cultural. ORCID: 0000-0001-7562-1942.

DOI: <https://doi.org/10.46553/RPSI.19.37.2023.p23-36>

Fecha de recepción: 31 de enero de 2023 - Fecha de aceptación: 2 de marzo de 2023

24 El Pensamiento Lógico Formal: Propuesta de un Instrumento para su Evaluación...

Las estructuras del pensamiento formal tienen un rol fundamental en la comprensión de temas básicos del currículum de modo que las deficiencias o atrasos en la gestación de dichas estructuras aparecen como un factor de predicción de fracaso escolar específico.

Este tema ha tenido relevancia en las investigaciones a partir de los estudios de Jean Piaget y del grupo Ginebrino específicamente durante las últimas cuatro décadas del siglo XX, lo que obliga a llevar las referencias al período mencionado. Sin embargo, en la actualidad el tema no ha dejado de ser relevante.

El Pensamiento Formal

Según Piaget ha señalado (Piaget e Inhelder, 1973), el carácter funcional más importante del estadio de las operaciones formales es la inversión de sentido entre lo real y lo posible, correlato obligatorio de la necesidad: las operaciones hipotético-deductivas conducen a resultados necesarios pues el punto de partida del que enuncia ya no es el dato fáctico, lo que ve realizado, sino la totalidad de datos compatibles, producto de una combinatoria (Piaget, 1979). En efecto, lo que conduce al pensamiento proposicional y subyace a éste es una combinatoria fundada sobre el conjunto de las partes y ésta es la propiedad más general de esta etapa, que llega a fusionar en un único sistema las dos grandes formas de la reversibilidad: la inversión (o negación) y la reciprocidad (o simetría).

En esta etapa el sujeto opera como si pudiera hacer corresponder a cada operación proposicional una inversa y una recíproca. Así, por ej. ante dos factores que se presentan juntos (p, q) el sujeto supone o se pregunta si p entraña q ($p \rightarrow q$), busca un contraejemplo

($p, \neg q$) y a la vez hace la hipótesis $q \rightarrow p$, para lo cual busca si acaso no se da $p, \neg q$ (Piaget y Beth, 1961). Es decir que combina la inversión, que anula la operación directa, con la reciprocidad que, compuesta con la operación directa, la compensa, dando lugar a la simetría o equivalencia.

Es importante tener en cuenta que se trata de instrumentos de operación y no de operaciones concientes.

La condición previa de estas operaciones proposicionales es la combinatoria: un sistema de conjunto (n a n) que permite comprender que un fenómeno puede ser resultado de un factor o de la combinación de todos o de algunos de ellos. En la operación de combinar subyace—implícitamente al principio—el sistema de las 16 operaciones proposicionales binarias, combinaciones 1 a 1, 2 a 2, 3 a 3, 4 ó ninguna de las cuatro posibilidades de base: $p, q \vee p, \neg q \vee \neg p, q \vee \neg p, \neg q$.

Al combinar los factores experimentales los sujetos engendran una combinatoria por medio de los enunciados correspondientes a lo que observan y así determinan los vínculos de conjunción, implicación, exclusión. De allí que, en la interpretación piagetiana, al progresar las operaciones combinatorias, progresan también los razonamientos deductivos. Lo que conduce a la combinatoria es el intento de disociar factores utilizando conjuntamente la inversión y la reciprocidad. La operación de combinación adquirirá significado proposicional a partir del momento en que se oponga a otras combinaciones posibles, por ejemplo, cuando el sujeto no concluye inmediatamente de la presencia p, q la equivalencia $p \equiv q$ o la implicación $p \leftrightarrow q$, sin la previa verificación de que p, q no están acompañados

de $p \rightarrow q$ y/o de $\neg p \rightarrow q$.

En cuanto a la proporción, en su aspecto lógico expresa la equivalencia de las relaciones existentes entre dos pares de expresiones, en las que intervienen la compensación y la reciprocidad (constitutivas del grupo INRC) pues el sujeto debe comprender que la acción recíproca compensa la idéntica sin anularla (como sí lo hace la inversa), en tanto que la correlativa es el producto de la inversa (N) por la recíproca (R) y restituye la idéntica al anular la recíproca. El dominio de estas cuatro relaciones permite la posesión de un esquema de equilibrio.

En efecto, según Piaget, el grupo de las cuatro transformaciones (INRC) equivale a un sistema de proporciones lógicas, pues el sujeto que comprende las igualdades $NR = IC$; $RC = IN$; $NC = IR$, está haciendo las siguientes equivalencias: $I/C \equiv R/N$ o bien $R/I \equiv C/N$.

Por ello el esquema de proporción antecede a la lógica de proposiciones y la explicitación (toma de conciencia) de las operaciones que supone permite alcanzar las operaciones proposicionales.

Objetivos

Los objetivos del trabajo son: (a) Estudiar las propiedades psicométricas de un instrumento para la evaluación del desempeño operatorio formal elaborado ad hoc a partir de los tests de Longeot (TOFLP) y de Flexer y Roberge (FORT); (b) Verificar el orden de adquisición de las operaciones formales evaluadas con el instrumento.

Muestra

Se trabajó con dos muestras obtenidas en poblaciones que diferían en cuanto a las características socio-culturales. La muestra I (N 104, ME 14 años, 6 meses SD: .398) se tomó en un colegio de Capital Federal —con modalidad de bachillerato internacional—. La muestra II (N 125, ME: 14 años y 7 meses, SD: .393) se obtuvo en un colegio de la periferia de una ciudad del interior del país, con modalidad técnico-contable. Los sujetos son alumnos de 1ro. y 2do. Año de Nivel medio.

Instrumento

El instrumento fue elaborado ad hoc para este trabajo, a partir de algunas de las pruebas de Longeot y de Flexer y Roberge.

El test de Longeot (1968) consta de tres sub-tests que evalúan las habilidades de:

- Combinatoria: cuatro problemas que incluyen combinatoria de elementos 2 a 2, con cuatro y cinco elementos y permutaciones de cuatro y cinco elementos
- Proporcionalidad: cinco problemas de probabilidades
- Inferencia a partir de proposiciones: siete problemas.

El test elaborado por Flexer y Roberge (1982) —el FORT— consta de tres sub-tests ordenados a evaluar las estructuras operatorias que según Piaget constituyen el núcleo del pensamiento formal: combinatoria, lógica proposicional y proporcionalidad.

El sub-test de combinatoria consta de cuatro elementos-tarjetas que tienen una letra en una cara y un número en la otra y se pide que determinen las posibles combinaciones (son 16).

26 El Pensamiento Lógico Formal: Propuesta de un Instrumento para su Evaluación...

El sub-test de lógica proposicional consta de 16 ítems que evalúan la habilidad de concluir a partir de un par de premisas, siendo la primera premisa de tipo bicondicional, condicional simple, disyunción exclusiva o inclusiva.

El tercer sub-test consta de ocho ítems que evalúan la capacidad de comprender la proporcionalidad directa y la inversa.

A partir de los resultados de una experiencia piloto se hizo una reformulación de algunos ítems de la prueba original, en razón de que ésta, a nuestro juicio, encubre en ciertos aspectos las operaciones reales, en la medida que el problema en su enunciado ya sugiere que su resolución implica, por ejemplo, una combinatoria; en tanto que en la vida la verdadera capacidad de resolver problemas requiere en primer lugar saber a qué esquema operatorio recurrir. Por ello buscamos una situación (ver el ítem I: los tomates y los fertilizantes) que pudiera revelar si el sujeto se ubica lógicamente en el nivel de resolución, de allí que tampoco aceptamos —a diferencia de Roberge que otorga 1 (un punto por cada combinación, dejando de lado las repeticiones— como válidas las respuestas que repiten combinaciones, pues esto significaría la aplicación de un mecanismo, pero no la posesión de un esquema. Sin embargo, subsistieron dificultades, relativas a la evaluación del esquema de proporción. Por ello se adaptó la prueba elaborada por Longeot (1968) —en algunos enunciados— que evalúa las tres estructuras mencionadas. El autor ha encontrado un orden de sucesión en los tipos de operaciones:

El primer nivel corresponde a la combinatoria pre-formal.

El segundo comprende la primera forma del grupo de las cuatro transformacio-

nes (INRC), el *modus tollens* y el primer nivel de combinatoria formal (combinaciones 2 a 2).

El 3er. nivel es el logro de la combinatoria formal y el cuarto es el último nivel del grupo INRC, o sea el dominio de la distinción entre implicación y equivalencia en el razonamiento proposicional. El significado de estos niveles se explica con la descripción de los ítems.

El instrumento quedó constituido por los ítems en la Tabla 1

Descripción del Instrumento

Combinatoria

Respecto de la primera forma de combinatoria (Ítem A; arreglos simples) se evalúa el primer nivel de combinatoria: combinaciones 2 a 2 (Extraído del TOFLP). La respuesta adecuada sería: 1/16 (4x4) ya que las combinaciones son:

11, 12, 13, 14
21, 22, 23, 24
31, 32, 33, 34
41, 42, 43, 44

El segundo nivel de combinatoria (Ítem B) está constituido por el descubrimiento de una ley de combinación y, por lo tanto, la posibilidad de anticipar el resultado mediante un cálculo, sin necesidad de verificar efectivamente todas las combinaciones posibles. La respuesta correcta sería: 25 (5x5)

El tercer nivel de combinatoria (Ítem I) se considera resuelto satisfactoriamente cuando el sujeto pone de manifiesto el dominio de la ley de combinatoria, incluso con la posibilidad de "ninguno". Este nivel de combinatoria es el que presenta mayor dificultad, porque su resolución correcta

Tabla 1

Ítems del Instrumento

Ítems

A) Compras un número en una rifa. Se sabe que se han vendido sólo números de dos cifras y que los números se formaron con las cifras 1, 2, 3 y 4.

Tienes el No.11. Para saber qué posibilidades tienes de poseer el número ganador, busca TODOS los números de 2 cifras que pudieron haberse vendido.

B) ¿Podrías decir cuántos números. de dos cifras se formarían usando las cifras 1, 2, 3, 4 y 5? Hazlo sin escribir los números, por un cálculo mental.

C) A las seis de la tarde salen los empleados y empleadas de una oficina. Por la puerta de la derecha salen 31 personas (22 hombres y 9 mujeres); por la de la izquierda 27 personas (18 hombres y 9 mujeres).

¿En alguna de las dos salidas es mayor la posibilidad de ver salir en primer lugar a una mujer?

SI - NO ¿Por qué?

D) Completa estos razonamientos. Si en algún caso ello no es posible, coloca "no se puede saber".

Voy al cine si y sólo si llueve:

-Llueve

Por lo tanto.....

-No llueve

Por lo tanto

E) En la clase:

* Si la profesora de Matemática da una mala indicación, los alumnos se equivocan.

* Si los alumnos se equivocan no habrá premios de Matemática.

Hemos observado que los alumnos se equivocan.

Conclusiones (marca la -o las- correcta/s)

- Habrá premios de Matemática.

- La profesora dio una mala indicación.

- No habrá premios de Matemática.

- La profesora no dio una mala indicación.

- No se puede saber si la profesora dio una mala indicación

F) Completa estos razonamientos:

De postre comeré fruta o helado (o ambos)

a) Como fruta. Por lo tanto...

b) No como fruta, por lo tanto...

c) Tomo helado, por lo tanto...

d) No tomo helado, por lo tanto...

Continúa en página 28

Ítems

G) El sábado voy a ir al cine o al teatro (pero no a ambos lugares)

a)-Fui al cine

Por lo tanto.....

b)-No fui al cine

Por lo tanto.....

c)-Fui al teatro

Por lo tanto.....

d)-No fui al teatro

Por lo tanto.....

H) Juan compra una rifa en un sorteo que tiene 25 números, de los cuales 5 tienen premio (los otros 20 son "números perdedores"). Silvia compra otro número en un sorteo de 10 números con 2 premiados y 8 perdedores). Por último, Marcela compra un número en un sorteo de 40 números, de los cuales 8 tienen premio y 32 son "perdedores". ¿Alguno de los tres tiene más posibilidades de haber comprado un número ganador? ¿Si o No? ¿Por qué?

I) Un horticultor plantó tomates a los que agregó cuatro productos fertilizantes -que llamamos A, B, C y D- con los que logró aumentar el tamaño de los tomates. Quiere saber si ese aumento se debe a la acción de uno o algunos de los fertilizantes (quizá ninguno). ¿Cómo puede hacer para averiguarlo? Representa la solución usando las letras.

J) a) Vas con tres amigas/os a un restaurant; cada una/o pide un postre diferente, para que todas puedan probar los cuatro (helado, tarta, panqueque, fruta). El mozo los trae todos juntos. ¿En qué orden pueden probarlos? Indica todos los órdenes posibles, usando la inicial para designar cada postre:

h t p f

- - - etc.

b) En una calesita mágica con cuatro figuras (bote, caballo, avión y jirafa) éstas se cambian de lugar -a veces todas, a veces una o dos o más- cada vez que pasan detrás de un biombo. ¿Podrías decir cuántas vueltas podrá dar sin repetir el orden en que aparecen las figuras? Explica el método que usaste para resolver.

K) Lee atentamente las afirmaciones que siguen y subraya la (o las) conclusión(es) correcta(s):

1. Ha habido un robo en un edificio.

* Si el portero fue cómplice, entonces la puerta del departamento estaría abierta o bien el ladrón entró por el subsuelo.

* Si el robo fue a medianoche, el portero fue cómplice.

Se pudo probar que la puerta no estaba abierta y que el ladrón no entró por el subsuelo.

Conclusiones (subraya la -o las- correcta(s))

- El portero fue cómplice
 - El portero no fue cómplice
 - El robo fue a medianoche
 - El robo no fue a medianoche
 - No se puede saber si el robo fue a medianoche
-

supone la construcción del "conjunto de partes" y requiere un método sistemático y exhaustivo para hallar todas las formas posibles de combinar los elementos, evitando las repeticiones. La respuesta adecuada sería: 16

Ninguno

A – B – C- D

AB – AC – AD – BC - BD – CD

ABC – ABD – ACD - BCD

ABCD (todos)

La resolución de los ejercicios de combinatoria implica la toma de conciencia del método —lo que Piaget llama abstracción reflexionante— que le permite al sujeto controlar y corregir su producción "para estar seguro de que no olvidó ningún elemento".

La abstracción reflexionante versa sobre las acciones del sujeto —y no sobre las características del objeto—, transpone a un plano superior lo que capta (por ejemplo: conceptualiza una acción), a la vez que reconstruye el esquema de acción y así generaliza e integra los esquemas. (Piaget, 1977)

La capacidad de generalizar y por lo tanto de anticipar un resultado, sin necesidad de ensayar efectivamente todas las posibilidades, es una de las manifestaciones del pensamiento formal.

Según Lawson (1995), el razonamiento combinatorio es una habilidad compleja, que requiere instrucción durante un prolongado período.

Como señalan Navarro-Pelayo et al. (1996), siguiendo a Piaget, la combinatoria es un requisito para la resolución de problemas de probabilidad y un componente esencial del pensamiento formal, porque requiere operar

con todas las posibilidades.

Permutación

La permutación (Ítem J, adaptado a partir del TOFLP) es una forma de razonamiento combinatorio. En el caso de nuestro estudio el ítem contiene cuatro elementos y arroja un índice de dificultad moderada (.48), aunque Longeot (1968) lo ubica como un logro de tercer nivel en sujetos de 12/13 años escolarizados.

En la prueba propuesta hay dos ejercicios de permutación, ambos con cuatro elementos, en el primero los sujetos deben completar la solución; en el segundo se pide que anticipen el resultado sin escribir todas las posibles permutaciones, es decir que generalicen a partir de descubrir la ley. Las respuestas adecuadas serían:

a) HTPF–HTFP–HPTF–HPFT–HFTP–HFPT

THPF–THFP–TPHF–TPFH–TFHP–TFPH

PHTF–PHFT–PTHF–PTFH–PFHT–PFTH

FHTP–FHPT–FTHP–FTPH–FPHT–FPTH

24 combinaciones posibles

b) 24: N! (o sea N factorial: 4x3x2)

La permutación es una extensión del primer nivel de combinatoria para el caso de cuatro elementos tomados de a cuatro.

Los estudios de Longeot (1968) acerca de la operatividad formal, indican también la influencia del aprendizaje de producto cartesiano sobre el esquema de combinatoria y en particular la permutación, pero a la vez su no-generalización a las

30 El Pensamiento Lógico Formal: Propuesta de un Instrumento para su Evaluación...

operaciones de la lógica proposicional.

Larivée y Normandeau (1985) señalan que según los estudios de Piaget e Inhelder (1951) se distinguen tres estadios en el desarrollo de la operación de permutación: (a) ausencia de procedimiento sistemático, con ensayos intuitivos de resolución; (b) empleo de sistemas parciales con hasta tres elementos y comienzo de generalización; (c) Uso de estrategias sistemáticas consistentes en dejar fijo uno o dos elementos y variar el resto, evitando repeticiones y verificando el uso exhaustivo de los elementos. Algunos sujetos recurren al diagrama de árbol. Este estadio corresponde al nivel operatorio formal. La edad de logro está entre los 14 y 15 años.

Razonamiento Proporcional

Los ítems de razonamiento proporcional (C y H, extraídos del TOFLP) evalúan la capacidad de captar relaciones de relaciones. Se trata, por lo tanto, del aspecto lógico de la compensación, como relación de equivalencia entre dos razones (Obando et al., 2014). Este tipo de razonamiento se requiere no sólo para el aprendizaje de la matemática, sino que es un esquema presente en muy diversos temas curriculares, desde la Física a la Geografía y también las Ciencias sociales.

Su dominio es un indicador del pasaje del nivel de operatividad concreta al formal.

En el caso del ítem C se evalúa el 1er. nivel de captación del esquema de proporción, en el cual varía sólo uno de los términos y por tanto es más factible que aparezca la diferencia en la razón. La respuesta correcta sería: En la izquierda porque $9/27$ es mayor que $9/31$.

El ítem H valúa el esquema de proporcionalidad de segundo nivel, en el cual ambos extremos de la relación difieren y por

lo tanto no hay modo de captar intuitivamente la relación proporcional. La respuesta correcta sería: todos tienen la misma probabilidad: $1/5$ o 20%

Longeot (1968) —en una muestra perteneciente a los dos primeros años del nivel medio de escolaridad— halla que este logro es posterior al del razonamiento combinatorio de primer y segundo nivel, pero anterior al dominio de la implicación simple y de la permutación. En nuestras muestras se verificó esta secuencia.

Implicación Recíproca o Bicondicional Vs. Implicación Simple o Asimétrica

La implicación recíproca o bicondicional (ítem D, adaptado a partir del FORT) se da en una proposición compuesta en la cual p es condición suficiente y necesaria para q. Esta proposición es verdadera cuando tanto el antecedente como el consecuente son verdaderos o cuando ambos son falsos. La condicional es falsa cuando una de las proposiciones es verdadera y la otra es falsa o viceversa. Las respuestas correctas serían:

-Llueve

Por lo tanto, voy al cine

-No llueve

Por lo tanto, no voy al cine

La implicación simple o asimétrica (ítem E, extraído del FORT) es una forma de razonamiento en que, dada una afirmación condicional, se infiere válidamente cuando se afirma el antecedente, o se niega el consecuente. En el caso del ítem propuesto se evalúa la implicación simple en el caso particular de "poner el condicionado", del cual no se puede concluir. Las respuestas correctas son:

-No habrá premios de Matemática.
-No se puede saber si la profesora dio una mala indicación

Este razonamiento aparece como un logro tardío. En la mayor parte de los casos de error éste se da por su reducción a la implicación recíproca.

En nuestra muestra este ítem arroja un índice de dificultad de 0,22: Muy difícil; lo que es esperable por la edad de los sujetos.

En uno de los trabajos seminales acerca de esta cuestión, Wason (1968) señala la dificultad observada en una muestra de adolescentes, para manejar el concepto de implicación y la influencia de la formulación verbal: *Si p, entonces q* sugiere una sucesión en el tiempo; *q si p* es más difícil. Otras formas más simples serían: *o no -p o q; no es el caso que p y no -q*.

Longeot (1968) señala que estos esquemas no se hallan logrados en las edades de 14-15 años, sino que se alcanzarían, y no totalmente, entre los 16-17 años. El error más común consiste en concluir sobre el antecedente a partir de "poner el consecuente" cuando en realidad no puede concluirse nada de él sino de su negación.

Disyunción Exclusiva e Inclusiva

La disyunción exclusiva (ítem G, adaptado a partir del FORT), llamada también excluyente o fuerte, se da en una proposición en que hay dos opciones, de las cuales sólo una es verdadera; una excluye a la otra. La disyunción es falsa si ambas proposiciones son o bien verdaderas o bien falsas. Las respuestas correctas serían:

- a)-Fui al cine
Por lo tanto, no fui al teatro
- b)-No fui al cine
Por lo tanto, fui al teatro

- c)-Fui al teatro
Por lo tanto, no fui al cine
- d)-No fui al teatro
Por lo tanto, fui al cine

La disyunción inclusiva (ítem F, adaptado a partir del FORT), también llamada incluyente o débil, es una conexión lógica entre dos proposiciones y es falsa sólo si ambas proposiciones son falsas, en el resto de los casos la disyunción es verdadera. Las respuestas adecuadas serían:

- a) Como fruta. Por lo tanto, no se puede saber si también tomo helado
- b) No como fruta, por lo tanto, tomo helado
- c) Tomo helado, por lo tanto, no se puede saber si también como fruta
- d) No tomo helado, por lo tanto, como fruta

En el campo de la psicología cognitiva se han estudiado diversos factores, referidos ya a la forma, ya al contenido de las proposiciones, que pueden incidir en el desempeño lógico de los sujetos. Ennis (1976) considera que la competencia lógica tiene tres dimensiones: principios, contenido y complejidad; las cuales pueden ser vistas en referencia al objetivo pedagógico de desarrollar esta competencia.

Entre otros aspectos de la dimensión de complejidad se citan: el número de conexiones, lo intrincado del argumento, el orden de las partes del argumento, la inclusión de material irrelevante y la negación (Staudenmayer y Bourne, 1978; Wason, 1968). La dimensión de contenido es particularmente importante cuando se trata del razonamiento lógico como aspecto de la formación humana. En efecto, son aspectos relevantes: el grado de adhesión a las premisas, el carácter abstracto o

32 El Pensamiento Lógico Formal: Propuesta de un Instrumento para su Evaluación...

poco familiar, la simbolización.

Según Martín y Valiña (2002) la investigación acerca del razonamiento disyuntivo indicaría una polisemia en este tipo de razonamiento usado en el lenguaje natural, en el cual el contenido y el contexto juegan un rol importante, tal como se pone en evidencia en los ejemplos de nuestras muestras.

En cuanto a la disyunción, debe distinguirse entre el "o" débil (el "sive" de la lógica clásica) y el "o" fuerte (aut). Ennis (1976) considera psicológicamente ambiguo el primero, a diferencia de la interpretación más general acerca de que cuando no se explicita otra cosa, el "o" debe interpretarse como inclusivo.

Según la teoría de los Modelos mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991) la disyunción exclusiva es más sencilla porque requiere menor número de modelos mentales.

Modus Tollens

Es una de las formas del razonamiento de implicación asimétrica.

El *modus tollendo tollens* —del latín: el modo que, al negar, niega— que a veces se abrevia como *modus tollens*, negación del consecuente o ley de contraposición, es una forma de argumento válido y una regla de inferencia en lógica proposicional. Se puede resumir como "Si *P* implica *Q*, y *Q* no es cierto, entonces *P* no es cierto". Las respuestas correctas serían:

- El portero no fue cómplice
- No se puede saber si el robo fue a medianoche

El *modus tollendo tollens*, junto con el modo *ponendo ponens* son dos formas de argumento válido, contrapuestos a las falacias de afirmar el consecuente o negar el

antecedente.

El argumento tiene dos premisas. La primera premisa es un condicional o sentencia "si-entonces", por ejemplo, *si p entonces q*. La segunda premisa es "no q". A partir de estas dos premisas, se puede concluir lógicamente "no p".

Dicho de otro modo, la regla del *modus ponens* dice que, dada una afirmación condicional y su antecedente, se infiere válidamente el consecuente. Pero si se da como verdadera la afirmación condicional y su consecuente, no se puede inferir nada acerca del antecedente.

En nuestras muestras se evaluó con el ítem K (extraído del TOFLP). Su índice de dificultad -0,17- da cuenta de que es uno de los más difíciles de la prueba.

Resultados

Se construyó un instrumento ad-hoc que pone en juego distintos esquemas formales. Cada ítem de la prueba es evaluado según dos modalidades (resuelve - no resuelve) de acuerdo con la manifestación de dominio del proceso de resolución y no simplemente del resultado.

A partir del examen de resultados, la evaluación dicotómica se toma como base para asignar puntaje a cada ítem, según se explica más adelante

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Dificultad de los Ítems

Para determinar si existe una secuencia de logros se observa, en primer lugar, que los ítems difieren entre sí por su dificultad.

La dificultad de un ítem se determina en función de la proporción de

personas que lo responden correctamente. Es una relación inversa: cuanto mayor sea esta proporción, menor será su dificultad. Para calcular la dificultad de un ítem, simplemente se divide el número de alumnos que contestó correctamente el ítem entre el número total de la muestra.

Se aconseja (por ej., Backhoff et al., 2000):

- 5% de ítems muy fáciles (*ND*: de 0,87 a 1),
- 20% fáciles (*ND*: de 0,74 a 0,86),
- 50% con una dificultad media o moderados (*ND*: de 0,53 a 0,73),
- 20% difíciles (*ND*: de 0,33 a 0,52),
- y 5% muy difíciles (*ND*: de 0 a 0,32)

Tabla 2

Índice de Dificultad

Implicación recíproca	0.89	Muy Fácil
Combinatoria 1	0.87	Muy Fácil
Disyunción exclusiva	0.86	Fácil
Combinatoria 2	0.80	Fácil
Proporción 1	0.65	Moderado
Proporción 2	0.53	Moderado
Permutación	0.48	Moderado
Disyunción inclusiva	0.39	Difícil
Implicación simple	0.22	Muy difícil
<i>Modus tollens</i>	0.17	Muy difícil
Combinatoria 3	0.10	Muy difícil

Tabla 3

Porcentaje de Ítems Según el Índice de Dificultad

Muy fácil	Fácil	Moderado	Difícil	Muy difícil
18%	18%	27%	18%	27%

En nuestro caso el nivel medio de dificultad del test es 0,53. Según el requerimiento de la teoría estadística, dicho nivel debe oscilar entre 0,5 y 0,6. El nivel de dificultad, por tanto, sería satisfactorio. Sin embargo, hay un porcentaje excesivo de ítems muy difíciles (27%), lo cual, a los fines del trabajo propuesto es adecuado, puesto que se trata de ver el nivel de operatividad formal y los sujetos de la muestra se hallan en una etapa inicial de esta adquisición. Por lo tanto, es esperable el nivel de dificultad encontrado.

Según estos resultados, los logros más tempranos serían los dos primeros niveles de combinatoria, la disyunción exclusiva y la implicación recíproca. Los logros más difíciles son el *modus tollens*, la implicación simple y la combinatoria de tercer nivel. Los restantes constituyen un grupo intermedio. De acuerdo con esto, se consideran tres niveles: preformal, formal A y Formal B.

Dado que se ha mostrado que el instrumento tiene una estructura jerárquica, se considera apropiado convertir el puntaje dicotómico en puntaje continuo, asignando un puntaje diferencial a cada ítem en función de su dificultad relativa:

- 1 (un punto) si fueron resueltas por el 100 a 81%
- 3 (tres) si fueron resueltas por el 80 a 59%
- 4 (cuatro) si fueron resueltas por el 58 a 28%
- 8 (ocho) si fueron resueltas por el 27 a 0%

34 El Pensamiento Lógico Formal: Propuesta de un Instrumento para su Evaluación...

De este modo, a las pruebas de combinatoria de primer nivel, implicación recíproca, y disyunción exclusiva se le asignó 1 (un) punto; a las pruebas de proporción de primer nivel y combinatoria de segundo nivel, 3 (tres) puntos; a las de permutación, proporción de segundo nivel, disyunción inclusiva y Modus Tollens 4 (cuatro) puntos y a las de implicación simple y combinatoria de tercer nivel, 8 (ocho) puntos. Así, un alumno que hubiera resuelto correctamente todos los ítems obtendría un puntaje de 41. Con este puntaje diferencial se busca evitar que la resolución correcta de varios ítems equipare el puntaje de los de mayor dificultad.

Discriminación de los Ítems

Para este análisis se hace una correlación biseriada entre el total de ítems dicotómicos respondidos correctamente y las respuestas

correctas a cada uno de los ítems. Según esta correlación el valor mínimo aceptable suele variar entre los autores: 0,25 (puntaje de corte más “blando”); 0,30 para otros autores.

Por lo tanto, todos los ítems satisfacen la exigencia de discriminación.

Consistencia y Reproducibilidad de la Escala

A fin de evaluar estos dos aspectos de la escala, se hace un análisis jerárquico de los ítems, mediante la técnica de escalamiento de Guttman (1950; Ecurra Mayaute et al., 2014) lo que permite afirmar un orden de adquisiciones de las habilidades en juego.

Se obtiene un índice IR = .90. Este valor satisface la exigencia de la técnica (debería ser igual o mayor de .90). Siguiendo las observaciones de Longeot (1964), consideramos que las inversiones entre

Tabla 4

Nivel de Discriminación de los Ítems

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)
Combinatoria 2	.703**	.000
Combinatoria 1	.684**	.000
Permutación	.628**	.000
Disyunción inclusiva	.601**	.000
Proporción 2	.596**	.000
Proporción 1	.593**	.000
Implicación recíproca	.461**	.000
Disyunción exclusiva	.422**	.000
Combinatoria 3	.410**	.000
Implicación simple	.382**	.000
<i>Modus tollens</i>	.321**	.000

ítems de similar dificultad no deberían ser consideradas como error.

De acuerdo con los análisis informados hasta aquí, hemos agrupado los ítems en tres grupos, según su dificultad relativa: Los grupos extremos son: el modus tollens, la implicación simple y la combinatoria de tercer nivel (ítems H, E y I). Son los más difíciles. En el otro extremo se hallan los problemas de combinatoria de primer y segundo nivel, implicación recíproca y disyunción exclusiva (ítems A, B, D y G). Los cuatro restantes forman un grupo intermedio.

El índice de consistencia hallado —Q de Cochran 603.65, $p > .000$ ya que los ítems son dicotómicos— fue de .75, que es considerado como un índice muy bueno.

Conclusiones

Los objetivos del trabajo fueron: (a) Estudiar las propiedades psicométricas de un instrumento para la evaluación del desempeño operatorio formal elaborado ad hoc a partir de los tests

de Longeot (TOFLP) y de Flexer y Roberge (FORT); (b) Verificar el orden de adquisición de las operaciones formales evaluadas en el instrumento.

Respecto del primer objetivo, los resultados de la aplicación del instrumento diseñado ad hoc, sobre la base de los propuestos por Longeot y por Flexer y Roberge, fueron sometidos a un análisis jerárquico de los ítems, mediante la técnica de escalamiento de Guttman. Se obtuvieron índices de consistencia y de reproducibilidad que satisfacen las exigencias de la teoría.

Con respecto al segundo objetivo, a partir de los resultados expuestos, se puede afirmar que hay una secuencia estable de adquisiciones, es decir un patrón de evolución del pensamiento formal, el cual permite inferir regularidades propias de la naturaleza de la inteligencia.

Este análisis permite concluir la validez del instrumento y la pertinencia de su uso en las distintas sub-muestras.

Referencias

- Backhoff, E., Larrazolo, N. y Rosas, M. (2000). Nivel de dificultad y discriminación del Examen de Habilidades y Conocimientos Básicos (EXHCOBA). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2(1), 1-16.
- Ennis, R. (1976). An alternative to Piaget's conceptualisation of logical competence. *Child Development*, 17, 903-909.
- Escurra Mayaute, L. M., Delgado Vásquez, A., Quesada Murillo, M. R., Rivas Castro, G., Santos Islas, J. y Pequeña Constantino, J. (2014). Adaptación psicométrica del test de operaciones formales combinatorias (T.O.F.C.) de Longeot de acuerdo al modelo de Mokken [en línea], vol. 2, no. 2, p. 57-77. ISSN 1560-909X.
- Flexer, B. y Roberge, J. (1982). Formal operational reasoning test. *Journal of Genetic Psychology*, 106, 61-67.
- Guttman, L. (1950): The basis for Scalogram analysis. En S. Stanffer y Otros. *Measurement and Prediction*. New Jersey: Princenton University Press.
- Johnson-Laird, P. N. y Byrne, R. M. J.

36 El Pensamiento Lógico Formal: Propuesta de un Instrumento para su Evaluación...

- (1991). *Deduction*. Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Larivée, S. y Normandeau, S. (1985). Maîtrise du schème de la combinatoire chez des adolescents en classes spéciales. *Canadian Journal of Education*, 10(4), 345-361.
- Lawson, A. E. (1995). Science teaching and the development of thinking. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Longeot, F. (1964). Analyse Statistique de Trois Test Genetiques Collectifs. *BINOP*, 219-237.
- Longeot, F. (1968). La pédagogie des mathématiques et le développement des opérations formelles. *Enfance*, 5, 379-389.
- Martín, M. y Valiña, D. (2002). Razonamiento deductivo: Una aproximación al estudio de la disyunción. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 55(2), 225-248.
- Navarro-Pelayo, V., Batanero, C. y Godino, J. (1996). Razonamiento combinatorio en alumnos de secundaria. *Educación Matemática*, 8(1), 26-39.
- Obando, G., Vasco, C. E y Sánchez-Matamoros, G. (2014). Enseñanza y aprendizaje de la razón, la proporción y la proporcionalidad: un estado del arte, *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 17(1) 59-82.
- Piaget, J. (1977). *Recherches sur l'abstraction réfléchissante*, Paris, Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. (1979). *Tratado de lógica y conocimiento científico*, Paidós, Bs.As.
- Piaget, J. y Beth, J. (1961). *Relaciones entre la lógica formal y el pensamiento real*, Ed. Ciudad Nueva, Madrid.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1951). *La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1973). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*, Paidós, Bs.As., Cap. XVIII.
- Staudenmayer, H. y Bourne, L.E. (1978). The nature of denied propositions in the conditional reasoning task: Interpretation and learning. En; Russell Revlin y Richard E. Mayer (eds.), *Human Reasoning*. Distributed Solely by Halsted Press. pp. 83-99.
- Wason, P. (1968). Reasoning about a rule. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20, 273-281.