

18
December 2018

Gaetano Domenici

Editoriale / Editorial

«Comportamento insegnante» e sviluppo del pensiero scientifico 11
(The Attitude that it Teaches and the Development of Scientific Thought)

STUDI E CONTRIBUTI DI RICERCA

STUDIES AND RESEARCH CONTRIBUTIONS

Paola Ricchiardi - Federica Emanuel

Soft Skill Assessment in Higher Education 21
(Valutare le soft skill in Università)

Gamal Cerda Etchepare - Carlos Pérez Wilson

Karina Pabón Ponce - Verónica León Ron

Análisis de los esquemas de razonamiento formal 55
en estudiantes de Educación Secundaria Chilenos
mediante la validación del Test of Logical Thinking (TOLT)

*(Formal Reasoning Schemes Analysis in Chilean Secondary Education
Students through the Validation of the Test of Logical Thinking - TOLT)*

*(Analisi degli schemi di ragionamento formale degli studenti
della Scuola Secondaria cilena attraverso la validazione
del Test del Pensiero Logico - TOLT)*

<i>Laura Occhini</i> Orientamento universitario in entrata: misurare l'efficacia (<i>Universitary Incoming Orientation: Measure Forcefullness</i>)	75
<i>Giulia Bartolini - Giorgio Bolondi - Alice Lemmo</i> Valutare l'apprendimento strategico: uno studio empirico per l'elaborazione di uno strumento (<i>Evaluating Strategic Learning: An Empirical Study for the Elaboration of an Instrument</i>)	99
<i>Kenneth T. Wang - Tatiana M. Permyakova Marina S. Sheveleva - Emily E. Camp</i> Perfectionism as a Predictor of Anxiety in Foreign Language Classrooms among Russian College Students (<i>Il perfezionismo come predittore di ansia nei corsi di lingua straniera per studenti universitari russi</i>)	127
<i>Li-Ming Chen - Li-Chun Wang - Yu-Hsien Sung</i> Teachers' Recognition of School Bullying According to Background Variables and Type of Bullying (<i>Riconoscimento da parte degli insegnanti del bullismo scolastico in relazione a variabili di sfondo e tipo di bullismo</i>)	147
<i>Laura Girelli - Fabio Alivernini - Sergio Salvatore Mauro Cozzolino - Maurizio Sibilio - Fabio Lucidi</i> Affrontare i primi esami: motivazione, supporto all'autonomia e percezione di controllo predicono il rendimento degli studenti universitari del primo anno (<i>Coping with the First Exams: Motivation, Autonomy Support and Perceived Control Predict the Performance of First-year University Students</i>)	165
<i>Nicoletta Balzaretto - Ira Vannini</i> Promuovere la qualità della didattica universitaria. La Formative Educational Evaluation in uno studio pilota dell'Ateneo bolognese (<i>Promoting Quality Teaching in Higher Education. A Formative Educational Evaluation Approach in a Pilot Study at Bologna University</i>)	187
<i>Emanuela Botta</i> Costruzione di una banca di item per la stima dell'abilità in matematica con prove adattative multilivello (<i>Development of an Item Bank for Mathematics Skill Estimation with Multistage Adaptive Tests</i>)	215

<i>Rosa Cera - Carlo Cristini - Alessandro Antonietti</i> Conceptions of Learning, Well-being, and Creativity in Older Adults	241
<i>(Concezioni dell'apprendimento, benessere e creatività negli anziani)</i>	
<i>Marta Pellegrini - Giuliano Vivanet - Roberto Trincherò</i> Gli indici di effect size nella ricerca educativa. Analisi comparativa e significatività pratica	275
<i>(Indexes of Effect Sizes in Educational Research. Comparative Analysis and Practical Significance)</i>	
<i>Antonio Calvani - Roberto Trincherò - Giuliano Vivanet</i> Nuovi orizzonti della ricerca scientifica in educazione. Raccordare ricerca e decisione didattica: il Manifesto S.Ap.I.E.	311
<i>(New Horizons for Scientific Research in Education. Linking Research and Educational Decision: The Manifesto S.Ap.I.E.)</i>	
<i>Giusi Castellana</i> Validazione e standardizzazione del questionario «Dimmi come leggi». Il questionario per misurare le strategie di lettura nella scuola secondaria di primo grado	341
<i>(Validation and Standardization of the Questionnaire «Tell Me How You Read». The Questionnaire on Reading Strategies in the Lower Secondary School)</i>	
<i>Laura Menichetti</i> Valutare la capacità di riassumere. Il Summarizing Test, uno strumento per la scuola primaria	369
<i>(Evaluating Summarizing Skills. The Summarizing Test, a Tool for Primary School)</i>	

NOTE DI RICERCA

RESEARCH NOTES

<i>Elsa M. Bruni</i> La valutazione vista da lontano: lo sguardo della pedagogia generale (II)	399
<i>(Evaluation Viewed from a Distance: The Vision of General Pedagogy - II)</i>	
<i>Giorgio Bolondi - Federica Ferretti - Chiara Giberti</i> Didactic Contract as a Key to Interpreting Gender Differences in Maths	415
<i>(Il contratto didattico come una chiave di lettura per interpretare le differenze di genere in matematica)</i>	

<i>Elisa Cavicchiolo - Fabio Alivernini</i> The Effect of Classroom Composition and Size on Learning Outcomes for Italian and Immigrant Students in High School <i>(L'impatto della composizione e della dimensione della classe sugli apprendimenti degli studenti italiani e immigrati nella scuola secondaria di secondo grado)</i>	437
<i>Marta Pellegrini - Lucia Donata Nepi - Andrea Peru</i> Effects of Logical Verbal Training on Abstract Reasoning: Evidence from a Pilot Study <i>(Effetti di un training logico verbale sulle capacità di ragionamento astratto: risultanze da uno studio pilota)</i>	449
<i>Massimiliano Smeriglio</i> Porta Futuro Lazio: l'innovazione possibile nel servizio pubblico per lo sviluppo dell'occupabilità in ottica lifelong learning <i>(Porta Futuro Lazio: A Possible Public Service Innovation for Employability's Development in a Lifelong Learning View)</i>	459
<i>Giorgio Asquini</i> Osservare la didattica in aula. Un'esperienza nella scuola secondaria di I grado <i>(Classroom Observation. A Study in Lower Secondary School)</i>	481
COMMENTI, RIFLESSIONI, PRESENTAZIONI, RESOCONTI, DIBATTITI, INTERVISTE COMMENTS, REFLECTIONS, PRESENTATIONS, REPORTS, DEBATES, INTERVIEWS	
<i>Antonio Calvani</i> Per un nuovo dibattito in campo educativo <i>(For a New Debate in the Educational Field)</i>	497
<i>Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies</i> Notiziario / News	503
Author Guidelines	505

Análisis de los esquemas de razonamiento formal en estudiantes de Educación Secundaria Chilenos mediante la validación del Test of Logical Thinking (TOLT)*

**Gamal Cerda Etchepare¹ - Carlos Pérez Wilson²
Karina Pabón Ponce³ - Verónica León Ron³**

¹ Universidad de Concepción - Facultad de Educación (Chile)

² Universidad de O'Higgins - Rancagua - Dirección de Pregrado (Chile)

³ Universidad Técnica del Norte - Ibarra (Ecuador)

DOI: <http://dx.doi.org/10.7358/ecps-2018-018-cerd>

gamal.cerda@udec.cl
carlos.perez@uoh.cl
mkpabon@utm.edu.ec
mvleon@utm.edu.ec

FORMAL REASONING SCHEMES ANALYSIS IN CHILEAN
SECONDARY EDUCATION STUDENTS THROUGH
THE VALIDATION OF THE TEST OF LOGICAL
THINKING (TOLT)

ANALISI DEGLI SCHEMI DI RAGIONAMENTO FORMALE
DEGLI STUDENTI DELLA SCUOLA SECONDARIA CILENA
ATTRAVERSO LA VALIDAZIONE DEL TEST DEL PENSIERO
LOGICO (TOLT)

* Este trabajo fue parcialmente financiado por el Proyecto Fondecyt Regular 1160980, el Proyecto Fondecyt de Iniciación 11150201, y por el Programa de Financiamiento Basal PFB 0003 del gobierno de Chile.

ABSTRACT

This study presents a validation analysis of the Test of Logical Thinking (TOLT), proposed by Tobin and Capie (1981), to evaluate the formal logical reasoning schemes of secondary education (N = 2348). The analysis confirms the structure of five schemes: Proportionality, variable control, probability, correlation and combinatorial, with adequate adjustment and reliability rates. A general low achievement level in the test tasks was observed, with the best overall achievement level in the tasks related to proportionality and correlation schemes, and the worst achievement level in the tasks related with the use of probabilities. There are significant differences depending on the educational level to which the students belong, and an evolutionary pattern is observed in their scores. Significant differences are also reported in function of gender and the administrative unit of the institutions the students attend. The main findings and implications for the Chilean educational system are discussed, focusing in the subject of mathematics.

Keywords: Formal logical reasoning schemes; Mathematics; Proporcionalidad; Secondary Education; Validity.

1. INTRODUCCIÓN

Los resultados de las pruebas internacionales aplicadas a los estudiantes chilenos en matemáticas dejan entrever que un gran porcentaje de ellos presentan un bajo rendimiento en matemáticas. Más aún, estos resultados se han mantenido estables desde el año 2006 a la fecha (OCDE, 2016). En concreto, si bien los estudiantes de Educación Básica y primeros años de Educación Secundaria logran realizar aplicaciones simples, como problemas de operatoria sencillos y rutinarios, ellos presentan serias dificultades para resolver problemas que exigen razonamientos analíticos y mecanismos de evaluación. Del mismo modo, les resulta muy difícil realizar aplicaciones a situaciones cotidianas de lo aprendido en las asignaturas de matemáticas, tal como lo reflejan las pruebas nacionales e internacionales (MINEDUC, 2010a, 2010b; Agencia de Calidad de la Educación, 2015). Sumado a lo anterior, la fuerte estratificación social del país, convierte el factor económico en un importante predictor del rendimiento académico de los estudiantes, tanto a nivel nacional como internacional (Valenzuela, Bellei, & De los Ríos, 2013; Treviño, Valenzuela, & Villalobos, 2016). Esta evidencia en la estratificación social en el desempeño en matemáticas y en los niveles de inteligencia lógico-matemática también ha sido constatada

por otros estudios en estudiantes chilenos de ciclo final de educación primaria y secundaria (Cerda, Pérez, & Melipillán, 2010a, 2010b), pero no sucede así en educación inicial preescolar al evaluar la competencia matemática temprana (Cerda, Pérez, & Ortega, 2014).

Surge por tanto, de manera natural, la necesidad de contar con indicadores o instrumentos que tengan la capacidad de relacionarse significativamente con la mayor cantidad de los factores generalmente reconocidos y asociados al desempeño académico, tanto en matemáticas como en general, ya que de esta forma, se podrán incorporar y contextualizar de mejor manera las comparaciones o predicciones entre grupos y observar los eventuales efectos de acciones orientadas a revertir resultados desfavorables.

En este sentido, el Test TOLT (Test of Logical Thinking, por sus siglas en inglés), originalmente propuesto por Tobin y Capie (1981), reúne todas estas características, ya que examina distintos esquemas de razonamiento que están en la base de los programas curriculares, como lo son: proporcionalidad, control de variables, probabilidad, correlación y combinatoria. Además, el TOLT tiene la ventaja de ser un instrumento aplicado en muchos países, lo que facilita estudios comparativos y contextualizaciones con otras culturas y, por otra parte, se ha acumulado evidencia de la estrecha y significativa relación entre los diferentes esquemas de razonamiento que examina.

Es así como, a pesar de lo específico que pueda parecer en su estructura y propósito, hay evidencia de asociaciones positivas y significativas entre los esquemas de razonamiento, especialmente el proporcional, con la capacidad para estimar distancias lineales, superficies y relaciones de volumen (Jones, Taylor, & Broadwell, 2009; Taylor & Jones, 2009), o con la mayor comprensión y aplicación de conceptos de la mecánica (Oliva, 2010). Más aún, se ha constatado que quienes poseen un alto nivel en el desarrollo y capacidad de aplicar estos esquemas de pensamiento son capaces, a su vez, de poner en juego habilidades de visualización como para aumentar o disminuir mentalmente los tamaños de objetos, situar espacialmente los objetos, tener mejores niveles de memoria de formas y habilidad para manipular objetos tridimensionales (Jones *et al.*, 2012).

Asimismo, hay evidencia de relaciones en etapas posteriores a la escolar, lo que posibilitaría incluso un seguimiento de cohortes y estudios de transición entre la etapa escolar y la educación superior. Por ejemplo, se ha relacionado el rendimiento en el TOLT con el rendimiento académico o con las calificaciones en exámenes de admisión en diversas profesiones y en áreas de conocimiento como matemática, álgebra, física y química, en diversos niveles de educación, especialmente universitarios (Maris & Difabio, 2009; Ruiz, Alzate, & Montoya, 2009; Vásquez, 2009; Devetak

& Grazar, 2010; Navarro *et al.*, 2012; Molina & Rada, 2013), o también con habilidades en el área de ciencias y contenidos de biología, genética y bioquímica (Yenilmez, Sungur, & Tekkaya, 2006; Dogru-Atay & Tekkaya, 2008; Ertzler & Madden, 2014).

El pensamiento formal es una condición necesaria y suficiente para acceder al conocimiento científico (Molina & Rada, 2013), que facilita la manera de abordar y resolver problemas basados en argumentos persuasivos, lógicos y racionales, lo que implica verificar, evaluar y elegir la respuesta correcta a una tarea determinada y la ejecución de un rechazo razonado de otras soluciones alternativas (Mirela & Hurjui, 2015).

En particular, en Chile se ha constatado que estudiantes con mejor razonamiento formal y mayor variedad y consolidación de esquemas, presentan conjuntamente mejores niveles de inteligencia lógico-matemática y mejores resultados en pruebas de resolución de problemas (Cerda, Pérez, & Flores, 2010; Cerda *et al.*, 2011). En la resolución de problemas, como los que plantea el TOLT, se ponen en juego diversas habilidades tales como abstraer, probar, argumentar y encontrar el sentido de las ideas y conceptos matemáticos que subyacen a la misma.

Es necesario distinguir entre la respuesta que los estudiantes dan a un problema y los procedimientos o estrategias que emplean en dicho proceso ya que lo que resulta mayormente relevante es esto último, es decir, los métodos y estrategias puestos en juego. El proceso y los procedimientos involucrados en la resolución de problemas y el razonamiento matemático, constituyen el elemento central del currículum en matemática chileno y también a nivel internacional (NCTM, 2000; MINEDUC, 2009).

Lo anterior es consistente con el éxito que han demostrado en su aplicación, modelos de resolución de problemas en la enseñanza de las matemáticas y la mejora del rendimiento general en esta área de contenido. Este enfoque metodológico permitiría desarrollar una serie de estrategias heurísticas que faciliten un rol más activo de los estudiantes en la construcción de su propio aprendizaje, posibilitándoles organizar y recordar más información, especialmente al ser inmersos en actividades y problemas matemáticos que incorporan información situacional relevante con el esquema matemático del problema (Vicente, Orrantia, & Verschaffel, 2008; Orrantia, Tarín, & Vicente, 2011). Se ha logrado revelar que el nivel de desarrollo de esquemas formales de razonamiento se relaciona de forma significativa con la inteligencia lógica y, a la vez, resulta ser un buen predictor del rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas (Cerda *et al.*, 2017).

El presente estudio persigue los siguientes propósitos fundamentales: (a) determinar si el test TOLT, posee las características psicométricas de

validez y confiabilidad para ser utilizado en el población de educación secundaria chilena; (b) determinar si existen diferencias en el nivel de razonamiento lógico matemático global y en los diversos esquemas de resolución analizados, de acuerdo a la edad, nivel escolar, género y grupo de extracción social, este último expresado en términos de la dependencia administrativa de los establecimientos a los cuales asisten los estudiantes; y (c) establecer el tipo de relación entre los niveles de razonamiento lógico matemático con el rendimiento académico en matemáticas y con los niveles de inteligencia lógica de los mismos estudiantes.

2. MÉTODO

2.1. *Diseño*

Dado los objetivos de investigación se optó por un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo correlacional. Dado que se examina la estructura del instrumento y se realizan comparaciones entre las puntuaciones alcanzadas por los grupos, y su relación con el desempeño académico.

2.2. *Participantes*

Se seleccionó una muestra probabilística de carácter estratificado, ponderando el peso relativo de la población escolar secundaria chilena, la cual se encuentra diferenciada en tres niveles: particular pagada; particular subvencionada y municipalizada, como también la edad de los alumnos (ver *Tab. 1*).

Tabla 1. – Distribución de la muestra final de estudiantes en función de la Dependencia Administrativa de los establecimientos a los cuales asisten y su edad (años).

TOTAL	EDAD					
	14	15	16	17	18	
Particular Pagado	66	113	105	96	36	416
Particular Subvencionado	412	337	277	255	56	1337
Municipalizado	52	124	168	149	102	595
TOTAL	530	574	550	500	194	2348

Respecto del nivel socioeconómico, numerosos estudios han mostrado una clara asociación entre los tipos de administración que tienen las escuelas en Chile y el nivel socioeconómico de las familias a las cuales pertenecen sus alumnos. Así, dentro del alcance de este estudio, las escuelas públicas, denominadas municipalizadas, son asociadas a niveles socioeconómicos bajos, las escuelas de denominadas subvencionadas son asociadas a niveles medios, y las denominadas escuelas privadas están asociadas a niveles socioeconómicos altos (Bellei, 2013).

De esta distribución de estudiantes, el 60% eran chicas y 40% chicos, con una edad promedio de 15.64 años para las primeras y 15.74 años para los segundos.

2.3. Instrumentos

El Test de Razonamiento Lógico, TOLT (Tobin & Capie, 1981), en su versión original está en idioma inglés. Para efectos del presente estudio, se aplicó su versión en español, la cual fue validada en España por Acevedo y Oliva (1995), respetando fielmente las características del Test original, salvo matices y pequeñas variaciones del lenguaje que de modo alguno alteran su esencia original. El Test ha sido usado en diversos contextos escolares, principalmente en enseñanza secundaria y universitaria (Sadi & Çakiroglu, 2015).

El TOLT está constituido por diez tareas de lápiz y papel, que se distribuyen de a dos por cada uno de los cinco esquemas de razonamiento que evalúa, a saber: Proporcionalidad (PP), Control de variables (CV), Probabilidad (PB), Correlación (CR) y Combinatoria (CB). Las ocho primeras tareas poseen una estructura de dos niveles, es decir, se debe seleccionar tanto la respuesta como la explicación entre 5 alternativas propuestas, que han sido configuradas sobre la base de los errores sistemáticos más frecuentes en los que se suele incurrir en la resolución de este tipo de problemas. Las dos últimas tareas, referidas a permutaciones y combinatorias, son de respuesta abierta de tipo semiestructurado. Los individuos disponen de 38 minutos para responder el test.

La puntuación de cada tarea se considera correcta si y sólo si el individuo elige la alternativa correcta tanto para el resultado como para la explicación. En el caso de los dos últimos problemas sólo se considera correcto el número exacto de combinaciones o permutaciones involucrado.

Adicionalmente, y sólo para fines comparativos, a una parte importante de la muestra se le aplicó además el Test de Inteligencia Lógica Superior (TILS), que consiste en 50 ítems de series incompletas de carácter

figurativo. Este test ha sido adaptado y estandarizado en Chile por Cerda, Pérez y Melipillán (2010a).

Para examinar el rendimiento académico general de los estudiantes, se accedió al registro y actas institucionales de cada establecimiento escolar, lo que garantiza que dicha información fuese fidedigna. La escala de calificaciones en Chile considera un rango de 1.0 a 7.0. El promedio de las calificaciones general se define como el promedio simple sobre todas las asignaturas que el estudiante cursa en cada año lectivo.

Respecto del apego a los procedimientos éticos, el trabajo se realizó bajo las directrices de la normativa ética internacional para este tipo de estudios con personas, los cuales previamente fueron analizados y aceptados por los Comités de Ética de las instituciones a las cuales pertenecen los investigadores. En resumen, una vez seleccionados los centros, se tomó contacto con los equipos directivos, con quienes se estableció el marco formal de colaboración. Posteriormente, se tomó contacto con los padres o tutores de los estudiantes y con los propios estudiantes, para informar de los objetivos y alcance de la investigación, garantizando la confidencialidad de la información y el tratamiento posterior de la misma, y explicando el carácter voluntario de esta colaboración. Con ello, se procedió a firmar los respectivos consentimientos éticos y autorizaciones. La recogida de datos fue realizada por los miembros del equipo de investigación.

2.4. Procedimiento y análisis de datos

La investigación siguió un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo correlacional. Los análisis estadísticos fueron de carácter descriptivo, considerando medidas de tendencia central y variabilidad. En cuanto al análisis de las características psicométricas, se analizaron los índices de dificultad de los ítems, y la consistencia interna del instrumento mediante el coeficiente alfa de Cronbach. Para determinar la estructura factorial se aplicaron análisis factorial exploratorio y confirmatorio (AFE y AFC). Para determinar la existencia de diferencias en las medias aritméticas, éstas se hicieron en base al estadístico t de student y análisis de varianza. Para analizar las correlaciones bivariadas, se empleó el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson y el coeficiente de Spearman. También se utilizaron regresiones lineales múltiples para determinar la capacidad explicativa de diferentes predictores sobre las variables de interés.

3. RESULTADOS

3.1. *Análisis de la Fiabilidad*

Se aplicó el coeficiente alfa de Cronbach, coeficiente que también examina la consistencia interna del instrumento, el cual arrojó un índice $r_{\alpha} = .95$, considerado altamente adecuado (Lance, Butts, & Michels, 2006). En función de los resultados analizados se puede inferir que el instrumento sí es confiable, es decir, la variabilidad de los puntajes observada en el desempeño de los estudiantes responde a la variabilidad esperada en la característica examinada y no es fruto del azar. También se utilizó el coeficiente de Spearman-Brown para examinar la consistencia interna mediante el procedimiento de dos mitades (Cozby, 2005), con los conjuntos de ítems pares e impares, el cual arrojó valores adecuados para los distintos esquemas de razonamiento.

La mayoría de los ítems presentó niveles de dificultad importantes para los estudiantes, dado que sólo en dos ítems los estudiantes alcanzan el poco más que el 40% de respuestas correctas y en seis de ellos, las respuestas correctas alcanzan menos del 30%. Las tareas relacionadas con probabilidades y combinatorias fueron, a su vez, las de mayor dificultad.

3.2. *Validez de Constructo*

Para analizar la estructura factorial de la escala del test TOLT, se implementó una estrategia en dos fases, para lo cual se dividió aleatoriamente la muestra en dos submuestras. Con los datos de la primera submuestra se llevó a cabo un Análisis Factorial Exploratorio (AFE), que permitió identificar el número de factores presentes en la escala. Con los datos de la segunda muestra se llevó un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) de la estructura factorial identificada en la primera muestra. Dada la naturaleza dicotómica de los ítems de la escala TOLT, la utilización de los algoritmos tradicionales de extracción de factores no resulta del todo apropiada, por cuanto estos algoritmos asumen que los ítems analizados corresponden a variables continuas. Como alternativa, en la presente investigación se emplearon el algoritmo WLSMV del programa Mplus 6.1[®], y también se usó el programa EQS[®] (versión 6.2), los cuales están especialmente adaptados para analizar datos categóricos. Los criterios empleados para analizar los resultados entregados por el AFE y el AFC correspondieron al índice de ajuste absoluto χ^2 , a los índices de ajuste comparativo CFI (Comparative Fit

Index) y TLI (Tucker-Lewis Index, o NNFI), a la medida de error de aproximación RMSEA (Root Mean Square Error of Aproximation), a la medida basada en residuos SRMR (Standarized Root Mean-squared Residuals).

3.3. Análisis Factorial Exploratorio

Las respuestas a los ítems de la escala TOLT correspondientes a la primera submuestra se sometieron a un AFE para variables categóricas. Se obtuvieron resultados para las soluciones factoriales 1 a 5 factores (véase *Tab. 2*).

Tabla 2. – Calidad del ajuste a los datos obtenidos por los modelos de 1 a 5 factores.

MODELO	χ^2 (gl)	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
1 Factor	712.43*** (35)	.87	.84	.13	.12
2 Factores	319.24*** (26)	.94	.90	.10	.08
3 Factores	127.78*** (18)	.98	.95	.07	.04
4 Factores	13.81 ns (11)	1.00	1.00	.02	.01
5 Factores	2.67 ns (5)	1.00	1.00	.00	.00

*** $p < .001$, ns = no significativo.

Como se observa en la *Tabla 2*, sólo los modelos de 4 y 5 factores evidenciaron un adecuado ajuste a los datos. En ambos modelos el estadístico χ^2 resultó no significativo, con los valores de los coeficientes CFI, TLI sobre el valor recomendado de .95, mientras que con valores en los coeficientes RMSEA y SRMR inferiores al valor recomendado de .05 (Hu & Blentler, 1999).

3.4. Análisis Factorial Confirmatorio

El modelo de cinco factores obtenido tras la realización del AFE sobre la primera submuestra fue sometido a un Análisis Factorial Confirmatorio (véase *Fig. 1*) empleando los datos de la segunda submuestra.

Los resultados de este segundo análisis correspondieron a valores de $\chi^2(29) = 34.31$, $p = .228$, con los coeficientes de bondad de ajuste anteriormente presentados tomando valores CFI = 1.00, TLI = 1.00, RMSEA = .01 (95% IC: .00-.03).

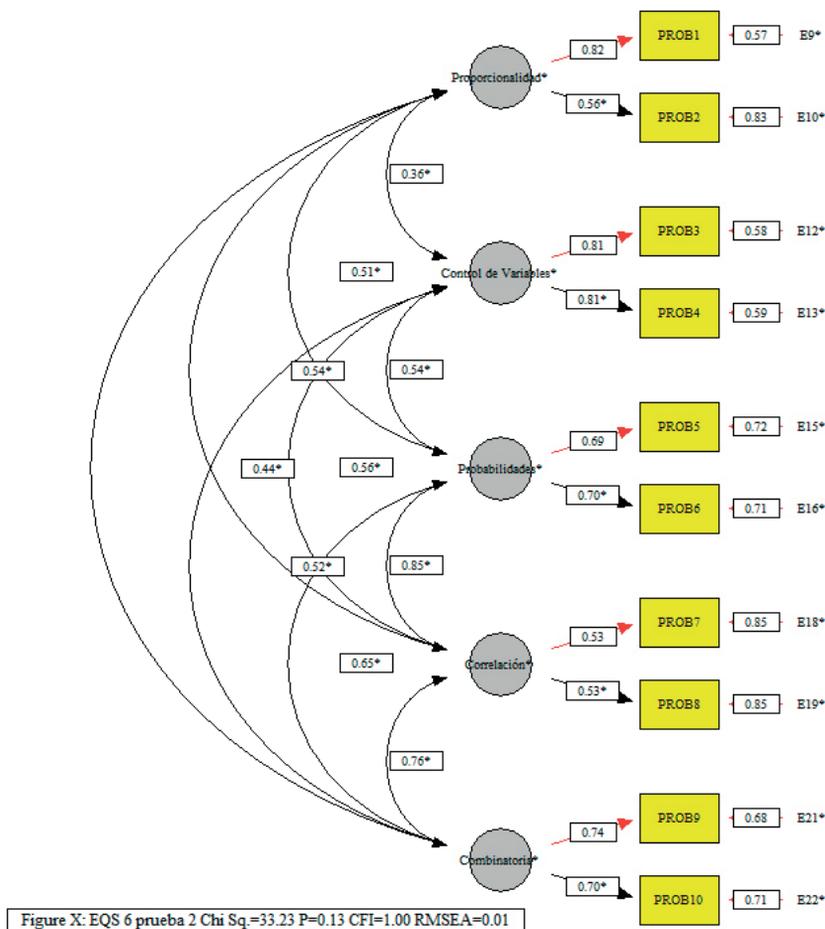


Figura 1. – Modelo de 5 factores para el Análisis Factorial Confirmatorio.

Finalmente, se procedió a evaluar la hipótesis de que las correlaciones exhibidas entre los cinco factores se podían explicar por la existencia de un factor de segundo de orden. Al realizar el análisis, los resultados correspondieron a valores dados por $\chi^2(25) = 33.23$, $p = .125$, $CFI = .999$, $TLI = 1.00$, $RMSEA = .006$ (95% IC: .00-.018), lo cual permite concluir que efectivamente el modelo de un factor de segundo orden, ajusta de manera adecuada los datos analizados.

3.5. *Validez externa*

Al correlacionar las puntuaciones en el TOLT con el promedio general de calificaciones y con el promedio general específico en matemáticas, ambas correlaciones resultan ser significativas [$r(2095) = .435$, $p < .001$ y $r(2101) = .334$, $p < .001$] respectivamente. Del mismo modo, se observan correlaciones significativas de la puntuación del TOLT con el nivel de inteligencia lógica medido a través del TILS [$r(1293) = .465$, $p < .001$]. En cuanto al tamaño del efecto asociado a las relaciones identificadas, y en base los criterios propuestos por Cohen (1988), se observa que las correlaciones analizadas exhiben relaciones de moderada intensidad ($r \approx |.30|$).

De este modo, se concluye que el conjunto de resultados recién expuesto, constituye un claro apoyo a la hipótesis referida a la capacidad del TOLT de relacionarse de manera consistente con las variables criterio empleadas.

3.6. *Razonamiento lógico-matemático, nivel educativo, edad, extracción social y género*

La distribución de los puntajes asociados a los niveles de razonamiento lógico-matemático en el test TOLT presenta una media de 2.83 puntos y una desviación típica de 2.66 puntos, con una mediana de 2 puntos. El mejor nivel de desempeño global se encuentra en las tareas relativas a esquemas de proporcionalidad y correlación, y el peor desempeño se observa en las tareas relacionadas con el uso de probabilidades.

Existen diferencias significativas en función del curso o nivel educativo al cual asisten los estudiantes [$F(3,2345) = 214.41$, $p < .001$] y también respecto de su edad [$F(4,2343) = 5.31$, $p < .001$]. Además, las medias presentan una tendencia evolutiva de crecimiento. También se reportan diferencias significativas en función del género de los alumnos [$t(2346) = .4986$, $p < .001$].

Por otro lado, se observan diferencias significativas entre los puntajes medios que alcanzan los estudiantes que asisten a colegios particulares pagados o de extracción social alta, al compararlos con los que asisten a colegios particulares subvencionados o de extracción social media y con los que asisten a colegios municipalizados o de extracción social baja ($M = 4.69$, $DT = 3.12$; $M = 2.88$, $DT = 2.50$ y $M = 1.41$, $DT = 1.59$ respectivamente) [$F(2,2346) = 222.70$, $p < .001$].

4. DISCUSIÓN

Los análisis previamente realizados permiten afirmar que, desde el punto de vista psicométrico, el test TOLT presenta todos los índices y medidas adecuadas para ser utilizado en la población escolar chilena de nivel secundario, con la finalidad de examinar esquemas de razonamiento lógico-matemático. Esto es congruente con las medidas arrojadas por estudios similares de adaptación y/o utilización de dicho instrumento en otros países (Acevedo & Oliva, 1995; Yenilmez, Sungur, & Tekkaya, 2006; Jones, Taylor, & Broadwell, 2009; Maris & Difabio, 2009; Devetak & Grazar 2010).

Así, el test TOLT puede ser un valioso aporte al sistema educativo chileno, en la medida en que se cuenta con un instrumento que permite medir de forma adecuada, cinco esquemas formales de razonamiento lógico matemático presentes en el currículum chileno: proporcionalidad, control de variables, probabilidad, correlación y combinatoria. Además, la solución factorial para los cinco esquemas presenta índices de ajuste muy adecuados. Esto resulta relevante, pues en numerosas áreas se ha demostrado que estos esquemas se relacionan de forma significativa con el rendimiento académico en matemáticas (Jones, Taylor, & Broadwell, 2009; Taylor & Jones, 2009; Oliva, 2010; Jones *et al.*, 2012). Más aun, los análisis realizados permiten considerar la posibilidad de incorporar el puntaje total alcanzado en el instrumento, como un antecedente asociado al nivel de razonamiento lógico formal que presenta un individuo, y por tanto podría ser utilizado como una variable única en *path* análisis o modelos de ecuaciones estructurales que consideren estas variables. Por cierto, este hallazgo queda, a priori, circunscrito a la población escolar chilena, que es donde se ha realizado el análisis de la estructura factorial del instrumento.

Se han observado bajos niveles de desempeño en las diversas áreas de esquemas de razonamiento analizadas especialmente en las tareas relativas a combinatoria y probabilidades, lo que resulta concordante con los hallazgos de mediciones en el área matemática a nivel nacional, por el Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) e internacionales (Vásquez & Alsina, 2017; Maris & Difabio, 2009).

El desempeño desfavorable observado en las tareas asociadas a los esquemas de razonamiento lógico formal de probabilidades y combinatoria resulta ser un antecedente digno de considerar, pues ambos dominios se asocian al eje de Datos y Azar, el cual es uno de los ejes matemáticos centrales del proceso de formación en educación básica y media en el currículum chileno. Este eje persigue que los estudiantes sean capaces fundamentalmente de recolectar, organizar, representar, analizar datos y realizar inferen-

cias a partir de información de naturaleza estadística. Probablemente estos resultados se pudiesen asociar a los cambios realizados recientemente en los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios, especialmente en este eje, de modo tal que los establecimientos educacionales pueden estar presentando dificultades en llevar a cabo una real implementación de esta actualización curricular a nivel nacional (DEMRE, 2015), ya que en otros países con diferente estructura curricular, bajo el uso del mismo instrumento TOLT, este eje es el que reporta mayor puntuación (Ongcoy, 2016). El lenguaje probabilístico más específico no se desarrolla ni se propicia en toda su magnitud, ya que se observa una baja utilización del lenguaje numérico, simbólico, tabular y gráfico, pese a que estos dos últimos se explicitan en las orientaciones curriculares chilenas de Educación Primaria (Vásquez & Alsina, 2017).

En cuanto a la hipótesis referida a la capacidad predictiva del nivel de razonamiento lógico-matemático para relacionarse positivamente con el rendimiento académico en matemáticas, esta fue corroborada, al igual que la asociación positiva con los niveles de inteligencia lógica de los mismos alumnos, predicha por el sustento teórico.

Por otro lado, se observa a partir de los datos, que existen diferencias significativas en los niveles de razonamiento lógico matemático en función del grupo de extracción social, lo que concuerda con los hallazgos de numerosas investigaciones en el área del desempeño académico en matemáticas y variables relacionadas (Baker, Goesling, & Le Tendre, 2002; Ramírez, 2006, 2007; Cerda, Pérez, & Flores, 2010b; Cerda *et al.*, 2011). Más aún, dichas diferencias favorecen ampliamente al grupo de estudiantes pertenecientes a establecimientos escolares particulares pagados o de clase económicamente alta, por sobre los que asisten a instituciones particulares subvencionadas o de clase media, y muy por encima de aquellos que asisten a centros municipalizados o clase económica baja o desfavorecida. Esta constatación resulta reñida éticamente con el marco de las políticas de equidad social al cual aspira el país, en tanto nuevo miembro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), pero por sobre todo cuando estudios cercanos revelan que en etapas escolares iniciales no existen diferencias significativas en el nivel de desarrollo de diversas competencias matemáticas tempranas en Chile (Cerda *et al.*, 2011), como tampoco a nivel internacional (Navarro *et al.*, 2012; Klein, Adi-Japha, & Hakak-Benizri, 2010). En Chile, los datos entregados por las evaluaciones nacionales confirman estos antecedentes a nivel internacional, pues al término del primer ciclo de enseñanza básica, no hay diferencias significativas en los niveles de logro en matemáticas entre chicos y chicas. No obstante, las diferencias se hacen presentes, a favor de los chicos, al llegar a la me-

dianía de la enseñanza media, después de haber acumulado tan sólo seis años dentro de su itinerario normal de escolaridad (MINEDUC, 2007a, 2007b).

Del mismo modo, se ha encontrado evidencia del desempeño diferencial en los niveles de razonamiento lógico matemático en función del género de los estudiantes, mostrando los chicos promedios superiores a las chicas. Dichas diferencias son coincidentes con las reportadas en el ámbito de las matemáticas (Yenilmez, Sungur, & Tekkaya, 2006; Barbero *et al.*, 2007). Algunos investigadores han atribuido dichas diferencias a los estereotipos de género en el currículum y en los textos escolares, a las actitudes diferenciales de estudiantes para con la matemática y a las bajas expectativas por parte de los profesores hacia las niñas. Estas diferencias, que se hacen significativas a lo largo del itinerario escolar, podrían tener su explicación en el hecho que los niños obtienen puntuaciones más altas en pruebas de matemáticas que las niñas y son más propensos a dedicar más tiempo al estudio de las matemáticas, dado que muestran una actitud más favorable, disfrutan más y manifiestan más interés por acceder a cursos de profundización dentro de su itinerario escolar que las niñas (Frenzel *et al.*, 2009; Lubienski *et al.*, 2013). Del mismo modo, la ansiedad matemática es más fiable y estable de un año a otro en las niñas que entre los varones (Ma & Xu, 2004). Estos hallazgos ponen en perspectiva la relevancia de examinar e incorporar el rol de aspectos afectivos, especialmente negativos o refractarios, que obstaculizan o bloquean un buen desempeño en esta área para estudiantes de género femenino (Schweinle, Meyer, & Turner, 2006).

Si bien el promedio de respuestas correctas es igual, las niñas utilizan estrategias basadas en el uso de procedimientos aprendidos, generalmente similares a los dados por el profesor, mientras que los varones inventan nuevas estrategias, o hacen variaciones en la secuencia de acciones que componen una estrategia. Esta diferencia en entendimiento y significado sería, según Araya (2004), la base sobre la que paulatinamente a través de los años, se construya una diferencia mayor en habilidades matemáticas, tal como luego se observa en la adolescencia.

5. CONCLUSIONES

Finalmente, se deben mencionar dos alcances. Por un lado, en el ámbito del llamado valor de uso de las matemáticas, la resolución de problemas se erige como una competencia fundamental. Dado que los individuos en su

vida cotidiana y en sus tareas escolares, deben poner en juego diversas habilidades, como abstraer, probar, argumentar y encontrar el sentido de las ideas y conceptos matemáticos que subyacen a la misma. Por ende, resulta relevante identificar con claridad el nivel de desarrollo de estos esquemas de razonamiento lógico formal de los estudiantes, dado que dicho proceso y los procedimientos involucrados en la resolución de problemas y el razonamiento matemático, constituyen el elemento central del currículum en matemática chileno y a nivel internacional (MINEDUC, 2009; NRC, 2009).

Actualmente se están experimentando en el país, una serie de propuestas metodológicas relacionadas con la enseñanza de la matemática a lo largo del itinerario escolar, como por ejemplo, la metodología Singapur (Jaciw *et al.*, 2016), el hábito de estudio japonés (Isoda, 2010), o el Método ABN (Martínez & Sánchez, 2013), los cuales están alineados con la secuencia de contenidos curriculares. Es importante por lo tanto poder disponer de herramientas psicométricas adaptadas a la realidad chilena que permitan evaluar cómo tributan estas metodologías hacia la consecución de habilidades cognitivas superiores, y qué podrían proyectarse como variables predictoras del nivel de logro académico en ámbitos de educación superior u otros.

Dentro de las limitaciones del estudio, se podría mencionar que los desempeños de los estudiantes en las diversas tareas del test, son no sólo de un bajo nivel de logro, en la mayoría de los esquemas examinados, especialmente en aquellos estudiantes de extracción socioeconómica baja, por lo cual, podría dificultar mecanismos de discriminación inicial en los estudiantes al tener un rango de logro estrecho. Un análisis con relación al rendimiento académico por tipo de esquema o nivel de desempeño en razonamiento formal podría contribuir a mejorar su validez de criterio.

REFERENCIAS

- Acevedo, J., & Oliva, J. (1995). Validación y aplicación de un test de razonamiento lógico. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 48, 339-351.
- Agencia de la Calidad de la Educación (2015). *Reporte de calidad. Evolución de los indicadores de calidad de educación en Chile*. Santiago de Chile.
- Araya, R. (2004). *Inteligencia matemática*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Baker, D., Goesling, B., & Le Tendre, G. (2002). Socioeconomic status, school quality, and national economic development: A cross-national analysis of the «Heyneman-Loxley Effect» on mathematics and science achievement. *Comparative Education Review*, 46(3), 291-312.

- Barbero, M. I., Holgado, F. P., Vila, E., & Chacón, S. (2007). Actitudes, hábitos de estudio y rendimiento en matemáticas. Diferencias por género. *Psicothema*, 19(3), 413-421.
- Bellei, C. (2013). El estudio de la segregación económica y académica de la educación chilena. *Estudios Pedagógicos*, 39(1), 325-345. doi: 10.4067/S0718-07052013000100019
- Cerda, G., Ortega, R., Pérez, C., Flores, C., & Melipillán, R. (2011). Inteligencia lógica y extracción social en estudiantes talentosos y normales de Enseñanza Básica y Media en Chile. *Revista Anales de Psicología*, 27(2), 389-398.
- Cerda, G., Pérez, C., & Flores, C. (2010). Inteligencia lógica, rendimiento en matemáticas y factores asociados, en estudiantes chilenos de educación básica. *Paideia*, 48, 75-94.
- Cerda, G., Pérez, C., & Melipillán, R. (2010a). *Test Inteligencia Lógica Elemental (TILE). Manual de aplicación*. Concepción: Universidad de Concepción.
- Cerda, G., Pérez, C., & Melipillán, R. (2010b). *Test Inteligencia Lógica Superior (TILS). Manual de aplicación*. Concepción: Universidad de Concepción.
- Cerda, G., Pérez, C., & Ortega-Ruiz, R. (2014). Relationship between early mathematical competence, gender and social background in Chilean elementary school population. *Anales de Psicología*, 3(30), 1006-1013. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.3.152891>
- Cerda, G., Romera, E., Casas, J. A., Pérez, C., & Ortega, R. (2017). Influencia de variables cognitivas y motivacionales en el rendimiento académico en matemáticas en estudiantes chilenos [Influence of cognitive and motivational variables in academic mathematics performance in Chilean students]. *Educación XXI*, 20(2), 365-385. doi: 10.5944/educXX1.12183
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cozby, P. (2005). *Métodos de investigación del comportamiento*. México: McGraw-Hill.
- DEMRE (2015). *Temario de la prueba de matemática*. Universidad de Chile, Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educativo.
- Devetak, I., & Grazar, S. (2010). The Influence of 16-year-old students' gender, mental abilities, and motivation on their reading and drawing submicro-representations achievements. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1561-1593.
- Dogru-Atay, P., & Tekkaya, C. (2008). Promoting students' learning in genetics with the learning cycle. *The Journal of Experimental Education*, 73(3), 259-280.
- Etzler, M., & Madden, M. (2014). The test of logical thinking as a predictor of first-year pharmacy students' performance in required first-year courses. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 78(6), art. 121.

- Frenzel, A. C., Goetz, T., Lüdtke, O., Pekrun, R., & Sutton, R. E. (2009). Emotional transmission in the classroom: Exploring the relationship between teacher and student enjoyment. *Journal of Educational Psychology, 101*(3), 705-716.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling, 6*, 1-55.
- Isoda, M. (2010). Lesson study: Problem solving approaches in mathematics education as a Japanese experience. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 8*, 17-27. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.12.003
- Jaciw, A., Hegseth, W., Lin, L., Toby, M., Newman, D., Ma, B., & Zacamy, J. (2016). Assessing impacts of math in focus, a «Singapore math» program. *Journal of Research on Educational Effectiveness, 9*(4), 473-502. doi: 10.1080/19345747.2016.1164777
- Jones, M., Gardner, G., Broadwell, B., Forrester, J., & Andre, T. (2012). Students accuracy of measurement estimation: Context, units and logical thinking. *School, Science and Mathematics, 112*(3), 171-178.
- Jones, M. G., Taylor, A., & Broadwell, B. (2009). Estimating linear size and scale: Body rulers. *International Journal of Science Education, 31*(11), 1495-1509.
- Klein, P., Adi-Japha, E., & Hakak-Benizri, S. (2010). Mathematical thinking of kindergarten boys and girls: Similar achievement, different contributing processes. *Educational Studies in Mathematics, 73*(3), 233-246.
- Lance, Ch., Butts, M., & Michels, L. (2006). The sources of four commonly reported cutoff criteria: What did they really say? *Organizational Research Methods, 9*(2), 202-220.
- Lubienski, S., Robinson, J., Crane, C., & Ganley, C. (2013). Girls' and boys' mathematics achievement, affect, and experiences: Findings from ECLS-K. *Journal for Research in Mathematics Education, 44*, 634-645.
- Ma, X., & Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: A longitudinal panel analysis. *Journal Adolescence, 27*, 165-179. doi: 10.1016/j.adolescence.2003.11.003
- Maris, S., & Difabio, H. (2009). Logro académico y pensamiento formal en estudiantes de ingeniería. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 7*(2), 653-672.
- Martínez, J., & Sánchez, C. (2013). Resolución de problemas y método ABN. Madrid: Wolters Kluwer.
- MINEDUC (2007a). *PISA 2006. Rendimiento de estudiantes de 15 años en Ciencias, Lectura y Matemáticas*. Unidad de Curriculum y Evaluación, Estudios Internacionales.
- MINEDUC (2007b). *Niveles de Logro 2º medio Lenguaje y Comunicación y Educación Matemática SIMCE*. Unidad de Curriculum y Evaluación, Ministerio de Educación.

- MINEDUC (2009). *Fundamentos del ajuste curricular en el sector de matemáticas*. Unidad de Curriculum y Evaluación, Ministerio de Educación.
- MINEDUC (2010a). *Resultados Nacionales SIMCE*. Unidad de Curriculum y Evaluación, Ministerio de Educación.
- MINEDUC (2010b). *Resumen de Resultados PISA 2009 Chile*. Unidad de Curriculum y Evaluación, Ministerio de Educación.
- Mirela, F., & Hurjui, E. (2015). Critical thinking in elementary school children. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 180, 565-572.
- Molina, L., & Rada, K. (2013). Relación entre el pensamiento formal y el rendimiento académico en matemáticas. Zona Próxima. *Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte*, 19, 63-72.
- Navarro, J. I., Aguilar, M., Marchena, E., Ruiz, G., Menacho, I., & Van Luit, H. (2012). Longitudinal study of low and high achievers in early mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 82, 28-41. doi: 10.1111/j.2044-8279.2011.02043.x
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- NRC (2009). *Mathematics learning in early childhood: Paths toward excellence and equity*. Committee on Early Childhood Mathematics. Ed. by C. Cross, T. Woods, & H. Schweingruber. Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academies Press.
- OCDE (2016). *Low performing students: Why they fall behind and how to help them succeed*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264250246-en>
- Oliva, J. (2010). The Structural coherence students' conceptions in mechanics and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 539-561.
- Ongcoy, P. (2016). Logical reasoning abilities of junior high school students in the province of Cotabato, Philippines logical reasoning abilities of junior high school students in the province of Cotabato, Philippines. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 4(4), 18-21.
- Orrantia, J., Tarín, J., & Vicente, S. (2011). El uso de la información situacional en la resolución de problemas aritméticos. *Infancia y Aprendizaje*, 34(1), 81-94.
- Ramírez, M. (2006). Understanding the low mathematics achievement of Chilean students: A cross-national analysis using TIMSS data. *International Journal of Educational Research*, 45(3), 102-116.
- Ramírez, M. (2007). Diferencias dentro de la Sala de Clases. Distribución del rendimiento en matemáticas. *Estudios Públicos*, 106, 5-22.
- Ruiz, B., Alzate, M., & Montoya, L. (2009). Pensamiento formal y rendimiento académico en primer semestre de Medicina: Universidad del Quindío y Universidad Tecnológica de Pereira. *Revista Médica de Risaralda*, 15(1), 15-22.

- Sadi, Ö., & Çakiroglu, J. (2015). The effect of logical thinking ability and gender on science achievements and attitudes towards science. *Croatian Journal of Education*, 17(3), 97-115.
- Schweinle, A., Meyer, D., & Turner, J. (2006). Striking the right balance: Student's motivation and affect in upper elementary mathematics classes. *Journal of Educational Research*, 99(5), 271-293.
- Taylor, A., & Jones, M. G. (2009). Proportional reasoning ability and concepts of scale: Surface area to volume relationships in science. *International Journal of Science Education*, 31(9), 1231-1247.
- Tobin, K., & Capie, W. (1981). The development and validation of a group Test of Logical Thinking. *Educational and Psychological Research and Evaluation*, 41(2), 413-419.
- Treviño, E., Valenzuela, J. P., & Villalobos, C. (2016). Within-school segregation in the Chilean school system: What factors explain it? How efficient is this practice for fostering student achievement and equity? *Learning and Individual Differences*, 51, 367-375. doi: 10.1016/j.lindif.2016.08.021
- Valenzuela, J. P., Bellei, C., & De los Ríos, D. (2013). Socioeconomic school segregation in a market-oriented educational system: The case of Chile. *Journal of Education Policy*, 29(2), 217-241. doi: 10.1080/02680939.2013.806995
- Vásquez, C., & Alsina, A. (2017). Lenguaje probabilístico: un camino para el desarrollo de la alfabetización probabilística. Un estudio de caso en el aula de Educación Primaria. *Bolema, Rio Claro (SP)*, 31(57), 454-478. doi: 10.1590/1980-4415v31n57a22
- Vázquez, S. (2009). Rendimiento académico y patrones de aprendizaje en estudiantes de ingeniería. *Revista Ingeniería y Universidad*, 13(1), 105-136.
- Vicente, S., Orrantia, J., & Verschaffel, L. (2008). Influencia del conocimiento matemático y situacional en la resolución de problemas aritméticos verbales: ayudas textuales y gráficas. *Infancia y Aprendizaje*, 31(4), 463-483.
- Yenilmez, A., Sungur, S., & Tekkaya, C. (2006). Students' achievement in relation to reasoning ability, prior knowledge and gender. *Research in Science and Technological Education*, 24(1), 129-138.

RIASSUNTO

Questo studio presenta un'analisi di validazione del Test of Logical Thinking (TOLT), proposto da Tobin e Capie (1981), per valutare gli schemi di ragionamento logico formale degli studenti delle scuole secondarie superiori (N = 2348). Le analisi confermano la struttura a cinque fattori: proporzionalità, controllo variabile, probabilità, correlazione e combinatoria, con indici adeguati di adattamento e affidabilità. Si osserva un

basso livello di realizzazione nei compiti del test in generale, con un miglior livello di prestazioni complessivo nei compiti relativi a schemi di proporzionalità e correlazione e un livello di prestazione peggiore nei compiti che comportano l'utilizzo di probabilità. Ci sono differenze significative rispetto al corso frequentato o al livello di istruzione dagli studenti, si osserva un modello evolutivo nei punteggi. Ci sono anche differenze significative registrate in base al genere e al tipo di struttura amministrativa dei licei frequentati dagli studenti. Vengono discussi i principali risultati e le implicazioni per il sistema educativo cileno, soprattutto nell'ambito dell'insegnamento della matematica.

Parole chiave: Matematica; Proporzionalità; Schemi di ragionamento logico-formale; Scuola secondaria superiore; Validità.

How to cite this Paper: Cerda Etchepare, G., Pérez Wilson, C., Pabón Ponce, K., & León Ron, V. (2018). Análisis de los esquemas de razonamiento formal en estudiantes de Educación Secundaria Chilenos mediante la validación del Test of Logical Thinking (TOLT) [Formal reasoning schemes analysis in Chilean secondary education students through the validation of the Test of Logical Thinking (TOLT)]. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies*, 18, 55-74. doi: <http://dx.doi.org/10.7358/ecps-2018-018-cerd>