

Test de Aprendizaje y Desarrollo Infantil (TADI): Evidencia adicional de su validez a nivel poblacional

Test for the Developmental Assessment of Young Children (TADI): Further evidence on the validity in a population sample

Marta Edwards^{a,g}, Iván Armijo^{b,g}, Luisa Schonhaut^c, Marcela Pardo^{d,h},
Antonia Valdés^{e,g}, María Inés Godoy^{f,i}

^aCentro de Estudios de Desarrollo y Estimulación Psicosocial. Chile.

^bPontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

^cClinica Alemana, Facultad de Medicina, Universidad del Desarrollo. Santiago, Chile.

^dInstituto de Estudios Avanzados en Educación y Centro de Investigación Avanzada en Educación, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

^eFacultad de Educación, Universidad del Desarrollo. Santiago, Chile.

^fDepartamento de Evaluación, Medición y Registro Educacional (DEMRE), Universidad de Chile. Santiago, Chile.

^gPsicólogo.

^hAntropólogo.

ⁱIngeniero Estadístico.

Recibido: 16 de mayo de 2024; Aceptado: 18 de octubre de 2024

¿Qué se sabe del tema que trata este estudio?

El Test de Aprendizaje y Desarrollo Infantil (TADI) se estandarizó en una muestra representativa de 2.862 niños/as y fue utilizado como uno de los instrumentos de medición de desarrollo infantil en la Encuesta Longitudinal de Primera Infancia (ELPI) 2012. Sin embargo, no hay publicaciones científicas que examinen su validez en muestras poblacionales.

¿Qué aporta este estudio a lo ya conocido?

En una muestra poblacional de gran escala, destaca la validez de constructo del TADI, así como la correlación significativa con variables socioeconómicas y con las pruebas de referencia, con sensibilidad y especificidad en niveles cercanos al 70%. Esto ratifica que TADI cumple con las propiedades psicométricas para implementarse como un instrumento estandarizado para el tamizaje del desarrollo de niños de 6 a 72 meses de edad en Chile.

Resumen

El “Test de Aprendizaje y Desarrollo Infantil” (TADI) es una escala de tamizaje del desarrollo para niños/as de 6 a 72 meses construida en Chile. **Objetivo:** Determinar la validez de la primera edición de TADI muestra nivel poblacional. **Metodología:** Análisis psicométrico secundario de una muestra de 11.283 niños/as chilenos que participaron de la Encuesta Longitudinal de Primera Infancia (ELPI) 2012. Se evaluó validez convergente mediante el Análisis Factorial Confirmatorio (AFC), verificado mediante Análisis Factorial Exploratorio (AFE). Se consideraron variables sociales para la validez de

Palabras clave:
Desarrollo Infantil;
Discapacidades del
Desarrollo;
Validez;
Pruebas
Neuropsicológicas;
Tamizaje;
TADI AQ

constructo. Para la validez concurrente, sensibilidad, especificidad y correlación se tomaron como referencias las pruebas Battelle Developmental Inventory Segunda Edición (BDI-2) y el Test de Vocabulario en Imágenes Peabody (TVIP). **Resultados:** De los niños evaluados, 12,6% se categorizó en Retraso o Riesgo de Retraso, y 17,3% en categoría Alerta. El AFC arrojó buenos niveles de ajuste del modelo propuesto para los datos de la escala, en particular a edades mayores. El AFE reveló patrones diferentes para distintos rangos etarios. El TADI se correlacionó significativamente con los factores socioeconómicos, como la presencia de materiales de aprendizaje en el hogar, el nivel educativo del cuidador principal, el ingreso económico y la respuesta emocional de la madre. Se encontró correlación moderadamente positiva del TADI con el BDI-2 y el TVIP, con sensibilidad y especificidad cercanos a 0,70 al incluir la categoría Alerta. **Conclusiones:** Los adecuados valores psicométricos del TADI en una muestra poblacional ratifican su validez como instrumento de tamizaje del desarrollo de niños/as pequeños en Chile.

Abstract

The “*Test de aprendizaje y Desarrollo Infantil*” (TADI) is a developmental screening scale for children aged 6 to 72 months, designed in Chile. **Objective:** To determine the validity of the first edition of the TADI at the population level. **Methodology:** Secondary psychometric analysis of a sample of 11,283 Chilean children who participated in the 2012 Early Childhood Longitudinal Survey (ELPI). Convergent validity was assessed through Confirmatory Factor Analysis (CFA) and verified by Exploratory Factor Analysis (EFA). Social variables were considered for construct validity. For concurrent validity, sensitivity, specificity, and correlation we used as references the Battelle Developmental Inventory Screening Second Edition (BDI-2) and the Peabody Picture Vocabulary Test (PPVT). **Results:** Out of the children evaluated, 12.6% were categorized in the Delay or at Risk for Delay category, and 17.3% in the Alert category. The CFA showed good levels of fit of the proposed model to the scale data, particularly in older age groups. The EFA revealed different patterns for different age ranges. The TADI correlated significantly with socioeconomic factors, such as the presence of learning materials in the home, the educational level of the main caregiver, economic income, and the mother’s emotional response. Data analysis showed moderately positive correlation of the TADI with the BDI-2 and the PPVT, with sensitivity and specificity values close to 0.70 when including the Alert category. **Conclusions:** The adequate psychometric values of the TADI in a population-based sample ratify its validity as a screening instrument for the development of young children in Chile.

Keywords:

Child Development; Developmental Disabilities; Validity; Neuropsychological Tests; Screening; TADI AQ

Introducción

A nivel internacional existe preocupación respecto al alto porcentaje de niños menores de 5 años de países de bajos y medianos ingresos, que están en riesgo de no desarrollarse de acuerdo con su potencial máximo^{1,2}. En Latinoamérica y el Caribe, el desarrollo infantil temprano se estableció como un indicador prioritario en los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030^{3,4}. Para entender la magnitud del problema y las políticas públicas de planificación, además de establecer intervenciones individuales, es crucial contar con instrumentos de medición estandarizados, confiables y culturalmente apropiados para identificar los niños/as que se beneficiarán de una evaluación diagnóstica más profunda⁵⁻⁷.

En Chile, durante los años 70's y 80's, se construyeron las Escalas de Evaluación del Desarrollo Psicomotor (EEDP) y el Test de Desarrollo Psicomotor (TEPSI). Ambas escalas, que son aplicadas por un profesional capacitado mediante observación directa, se

mantienen en uso en el sistema de salud pública del país⁸. Desafortunadamente, estos instrumentos presentan limitaciones, relacionadas principalmente a la falta de un enfoque intercultural, la falta de actualización de los reactivos y la ausencia de estudios de revalidación^{9,10}. Otra escala validada en Chile es el Ages and Stages Questionnaire (ASQ)¹¹, que actualmente se utiliza en algunas instituciones de salud privadas¹². No obstante, una barrera para su uso universal a nivel país es la falta de confianza en la precisión de cuestionarios de reporte de padres¹³, además de la necesidad de pagos de licencias. Otros instrumentos de evaluación del desarrollo infantil de amplio uso son la prueba Battelle Developmental Inventory (BDI), las Escalas de Bayley de Desarrollo Infantil (Bayley) y el Test de Vocabulario en Imágenes Peabody (TVIP). Sin embargo, estas escalas no han sido debidamente validadas a nivel local y su aplicación se enfoca principalmente en el diagnóstico de dificultades del desarrollo, tanto en contextos clínicos como de investigación.

Con el objetivo de contribuir a una evaluación válida del desarrollo de niños/as en Chile, se creó una escala de normas de referencia para la evaluación del Aprendizaje y Desarrollo Infantil (TADI)¹⁴. Esta escala se estandarizó en Chile de acuerdo con una muestra representativa de la población nacional, conformada por 2.862 niños/as entre el 2009 y el 2012¹⁴.

Posteriormente, se implementó TADI como una de las medidas de desarrollo infantil en la Encuesta Longitudinal de Primera Infancia (ELPI)¹⁵. A partir de entonces, se han publicado estudios que utilizan datos secundarios del rendimiento del TADI en la ELPI^{16,17} y se ha demostrado la validez del TADI en grupos de riesgo tales como infantes portadores de Síndrome de Down¹⁸. Sin embargo, no ha sido estudiada la validez del TADI más allá del ámbito de la investigación. Este aspecto es de gran relevancia, puesto que se ha planteado que las pruebas de tamizaje de desarrollo infantil son menos precisas y más heterogéneas en estudios poblacionales respecto a lo reportado en su primera validación^{19,20}.

Este estudio tiene por objetivo determinar la validez del TADI a nivel poblacional, a partir de un análisis de datos secundarios, recopilados de la ELPI de 2012.

Metodología

Estudio transversal basado en análisis secundario de la base de datos públicos disponibles de la Encuesta Longitudinal de Primera Infancia realizada en Chile en 2012¹⁵. Uno de los objetivos de la encuesta fue caracterizar a los niños/as de entre 6 meses y 7 años, provenientes de diversos estatus socioeconómicos, áreas de residencia y contextos étnicos. El diseño de la ELPI involucró una muestra compleja, estratificada por conglomerados en dos etapas, que se componen por la selección de barrios de un nivel socioeconómico específico y, a continuación, la selección aleatoria de niños/as. Actualmente la ELPI utiliza información recopilada en los años 2010, 2012 y 2017. Las bases de datos utilizadas en este estudio provienen de la medición realizada en 2012, que comprende una muestra representativa a nivel nacional de 14.438 menores¹⁵.

Para el análisis se incluyeron únicamente los infantes entre las edades de 6 y 72 meses que completaron el TADI y las escalas de referencia. Se excluyeron los participantes que obtuvieron puntuaciones mayores a 3 desviaciones estándar por sobre la media de la muestra en cualquier puntuación TADI para cada segmento de edad. Esta decisión se realizó para controlar la influencia de casos extremos, que probablemente provienen de una recopilación incorrecta de los datos. También se excluyeron los casos sin registros de sexo o TADI incompletos.

Instrumentos

Test de Aprendizaje y Desarrollo Infantil (TADI) primera edición¹⁴: escala de normas de referencia para la evaluación el desarrollo de niños de entre 6 y 72 meses de edad. Se conforma de cuatro escalas independientes: Cognición, Motricidad, Lenguaje y Socioemocional. Consiste en 210 ítems ordenados por dificultad creciente. El TADI evalúa mayoritariamente tareas ecológicamente válidas, solicitadas de manera individual a cada participante, en presencia de un adulto significativo para el niño/a. Su aplicación toma hasta 30 minutos y la debe realizar un profesional del área de la salud o de la educación que previamente haya estudiado el manual.

El TADI produce una puntuación T con un promedio de 50 y una desviación estándar (DS) de 10. Para cerciorarse de la capacidad del TADI para detectar posibles retrasos en el desarrollo, los análisis se apoyaron en la definición de las cinco categorías derivadas de las puntuaciones TADI totales: (i) Retraso (puntuaciones T menores a 30 puntos, con un máximo de dos DS por debajo de la media); (ii) En Riesgo de Retraso (puntuaciones T menores entre 30 y 39 puntos, dentro del rango entre una y dos DS por debajo de la media); (iii) Alerta (puntuaciones T entre 40 y 45 puntos, dentro del rango de 1 y 0,5 DS por debajo de la media); (iv) Normal (puntuaciones T entre 46 y 59 puntos, dentro del rango entre 0,5 DS bajo de la media y 1 sobre de la media); y (v) Avanzado (puntuaciones T de 60 puntos o más, al menos una DS por sobre la media).

Test de Evaluación Battelle Developmental Inventory Segunda Edición (BDI-2). Adaptación al español²¹: test de evaluación, en el cual los ítems se extraen de la versión completa del Battelle Developmental Inventory, que evalúa el desarrollo infantil entre las edades de 0 a 8 años. El BDI-2 se estandarizó en los Estados Unidos. Analiza el desarrollo infantil en las áreas motricidad, adaptativa, cognitiva, personal-social y de comunicación. En la ELPI de 2012 se aplicó a niños entre las edades de 6 y 83 meses, pero sólo se incluyeron las evaluaciones de las edades de 6 a 72 meses en este estudio.

Test de Vocabulario en Imágenes Peabody, versión para Hispanoamérica (TVIP)^{22,23}: escala de análisis de habilidades cognitivas, medidas por la evaluación del vocabulario receptivo de los individuos. La ELPI de 2012 la aplicó a niños entre las edades de 30 y 83 meses de edad, pero solo se consideraron en este estudio las evaluaciones realizadas en niños entre las edades de 30 a 72 meses. Se incluyeron las puntuaciones continuas y dicotómicas.

Inventario Home Observation Measurement of

the Environment (HOME) (adaptado por la ELPI de 2012)²⁴: escala que evalúa el ambiente educacional de la familia, a la cual se agregó un par de preguntas acerca de la sensibilidad maternal. En la ELPI de 2012 se aplicaron cuatro de las seis dimensiones de esta escala: Respuesta verbal y emocional de la madre, Evitación de restricciones y castigos, Involucramiento maternal con el niño, y Materiales de aprendizaje. Se incluyeron 21 preguntas para el evaluador, las que debieron ser respondidas según la observación directa del comportamiento del adulto y de los elementos del hogar. La puntuación es 1 = verdadero y 0 = falso, de acuerdo con la observación o falta de observación del comportamiento o elemento.

Evaluación sociocultural: logros educacionales de la madre: se definió una escolaridad baja si no completó su educación escolar, media si completó su educación escolar o técnica, y alta si completó su educación superior o de postgrado. El ingreso del hogar per cápita se clasificó según quintiles de ingreso, siendo Q1 en de menores ingresos y Q5 el de mayores ingresos.

Análisis estadístico

Se utilizaron estadísticas descriptivas para presentar el porcentaje de retraso en los distintos grupos etarios, para el test global y las 4 escalas. Además, se describió la distribución de niños/as en las categorías predefinidas del TADI, en términos de cantidad y porcentaje por categoría.

La estructura interna del TADI se evaluó con un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) basado en estimadores de probabilidad máxima. El modelo se definió considerando las cuatro dimensiones del TADI, cada una de la cual abarca el conjunto completo de ítems del TADI para tres rangos de edad: hasta 2 años, entre 2 y 4 años, y entre 4 y 6 años. El AFC es parte del modelo de medición que examina las relaciones entre variables y factores observados. Se consideraron múltiples indicadores de aptitud del ajuste para determinar si el modelo propuesto es consistente con los datos empíricos.

Cada uno de los ítems se puntuó de manera dicotómica según la presencia (código 1) o ausencia (código 0) del comportamiento identificado. Para cada edad, se identificó un punto de inicio, con un continuo ordenado por dificultad creciente. Si un niño/a cumplía correctamente el comportamiento identificado en un ítem, se asumía que también será capaz de desarrollar de manera exitosa los comportamientos precedentes, por lo que se asigna una puntuación de 1 a todos los comportamientos previos.

La selección de los ítems incluidos para el AFC se basó en el siguiente procedimiento: En cada tramo de edad se eliminaron los ítems que no mostraron varian-

za (todos los niños/as en el rango de edad estudiado respondieron lo mismo) y se hizo una matriz de correlaciones entre los ítems restantes para identificar casos que pudieran tener correlaciones extremas ($r > 0,98$). Al aplicar el AFC se identificaron ítems que mostraron una varianza negativa, que identifican los casos que no se comportan de acuerdo con el modelo, y se filtraron ítems con baja carga factorial ($r < 0,3$)

La bondad de ajuste se evaluó con los índices Error Cuadrático Medio de Aproximación (RMSEA), considerando como ajuste bueno valores $\leq 0,05$, y aceptable entre 0,05 y 0,08²⁵; Residuo Estandarizado Cuadrático Medio (SRMR), interpretando como SRMR $\leq 0,05$ bueno y $\leq 0,10$ aceptable^{25,26}; Índice de Ajuste Comparativo (CFI), si es $\geq 0,95$ indica un ajuste bueno y $\geq 0,90$ aceptable²⁷; Índice Tucker Lewis (TLI) $\geq 0,97$ representa un ajuste bueno y $\geq 0,95$ aceptable²⁷. Se evaluó el Chi-cuadrado para el ajuste general y la discrepancia entre la muestra y las matrices covariadas ajustadas.

Para validar los hallazgos, se realizó un Análisis Factorial Exploratorio (AFE) para los ítems dentro de cada rango de edad, con rotación ortogonal Varimax. La adecuación de la muestra se midió con el análisis Kaiser-Merer-Olkin (KMO) y el test de esfericidad de Bartlett, el cual evalúa si la matriz de correlación es diferente a una matriz de identidad.

Para conocer la validez concurrente se analizó la sensibilidad y la especificidad de distintos puntos de corte del TADI, considerando como patrones de referencia las escalas BDI-2 y TVIP, y se midió la asociación entre las escalas mediante correlación Pearson.

La validez de constructo se analizó considerando características del hogar, a través de un modelo de regresión lineal de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) para detectar la relación entre estas variables y la detección de riesgo basada en las puntuaciones TADI. En cada caso, la variable estudiada se codificó tomando en cuenta si el valor registrado se encontraba en el rango considerado como riesgo.

Todos los cálculos estadísticos se llevaron a cabo con el software estadístico R versión 2.3.3, con el análisis CFA realizado con la versión 0.5-23.1097 del paquete Lavaan²⁸.

Resultados

El ELPI 2012 comprende una muestra representativa a nivel nacional de 14.438 niños y niñas. Para el presente estudio, se excluyeron 1.621 sujetos mayores de 72 meses de edad, 1.237 niños/as que obtuvieron una puntuación mayor que 3 desviaciones estándar por sobre la media de la muestra en cualquiera de las puntuaciones TADI, y 297 sujetos con registro incom-

pleto de sexo, obteniendo una muestra final de 11.283 niños/as (tabla 1).

Las puntuaciones TADI se categorizaron en 11 grupos etarios, cada uno comienza en el primer día de su edad inicial respectiva. Las medias de cada uno de los grupos etarios se centran alrededor de $T = 50$, con una DS cercana a 10, lo que se alinea con el valor esperado en una estandarización (tabla suplementaria 1, disponible *versión online*).

La tabla 2 muestra la frecuencia y la prevalencia relativa de cada una de las categorías interpretativas del TADI. A nivel general, el 12,6% de los niños evaluados se categorizaron dentro de Retraso o en Riesgo, y el 17,3% se clasificaron dentro de la categoría Alerta.

El AFC arrojó buenos niveles de ajuste al modelo propuesto para los datos ($\chi^2 (gl = 2) = 27.895$, $p < 0,01$, $CFI = 0,99$, $TLI = 0,99$, $RMSEA = 0,03$, $IC90\% \text{ para } RMSEA = [0,02;0,04]$, $SRMR = 0,01$) (tabla 3). Los pesos estandarizados de los ítems incluidos en el modelo

Tabla 1. Características de la muestra

Género	Femenino	5.538
	Masculino	5.745
Ingreso del hogar per cápita quintiles	Q1	1.569
	Q2	1.592
	Q3	1.420
	Q4	1.495
	Q5	1.533
	Datos faltantes	3.674
Logros educacionales de la madre	Escolaridad baja	3.633
	Escolaridad media	5.483
	Escolaridad alta	1.945
	Datos faltantes	222

El ingreso del hogar per cápita se clasificó por quintiles de ingresos (Q), desde los menores ingresos (Q1) al de mayores ingresos (Q5). Escolaridad baja: no completó la educación escolar; escolaridad media: completó la educación escolar o técnica; escolaridad alta: completó su educación superior o de postgrado.

Tabla 2. Frecuencia y porcentaje relativo de prevalencia de las puntuaciones TADI, de acuerdo con las categorías interpretativas según dimensión

Categorías y puntuación	Escalas TADI						Total TADI			
	Cognición		Lenguaje		Motricidad		Socioemocional			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Retraso + Riesgo (Bajo 39)	2.292	20,31	2.243	19,88	1700	15,07	1873	16,60	1423	12,61
Alerta (40-45)	1.483	13,14	1.678	14,87	1603	14,20	1995	17,69	1959	17,36
Normal (46-59)	6.098	54,05	5864	51,97	5943	52,67	5972	52,93	7147	63,34
Avanzado (60 o más)	1.410	12,50	1498	13,28	2037	18,05	1443	12,79	754	6,68

Tabla 3. Análisis factorial confirmatorio realizado considerando tres rangos de edad

Edad de los niños	Dimensión	Medidas de Ajuste al Modelo			
		CFI	TLI	RMSEA	SRMR
0-2 años (n = 1.480)	Cognición Motricidad Lenguaje Socioemocional	0,91*	0,90	0,05*	0,17
2-4 años (n = 4.628)	Cognición Motricidad Lenguaje Socioemocional	0,84	0,83	0,05*	0,14
4-6 años (n = 6.248)	Cognición Motricidad Lenguaje Socioemocional	0,95**	0,95*	0,02**	0,08*

La tabla presenta las medidas de ajuste al modelo para el TADI en tres grupos etarios distinguidos. Las medidas de ajuste incluyen Índice de Ajuste Comparativo (CFI), Índice Tucker Lewis (TLI), Error Cuadrático Medio de Aproximación (RMSEA) y Residual Cuadrático Medio Estandarizado (SRMR). Estas medidas proporcionan información acerca de la adecuación del modelo para distintos rangos etarios, con un ajuste mejorado observado en grupos etarios mayores. *Indica ajuste aceptable. **Indica ajuste bueno.

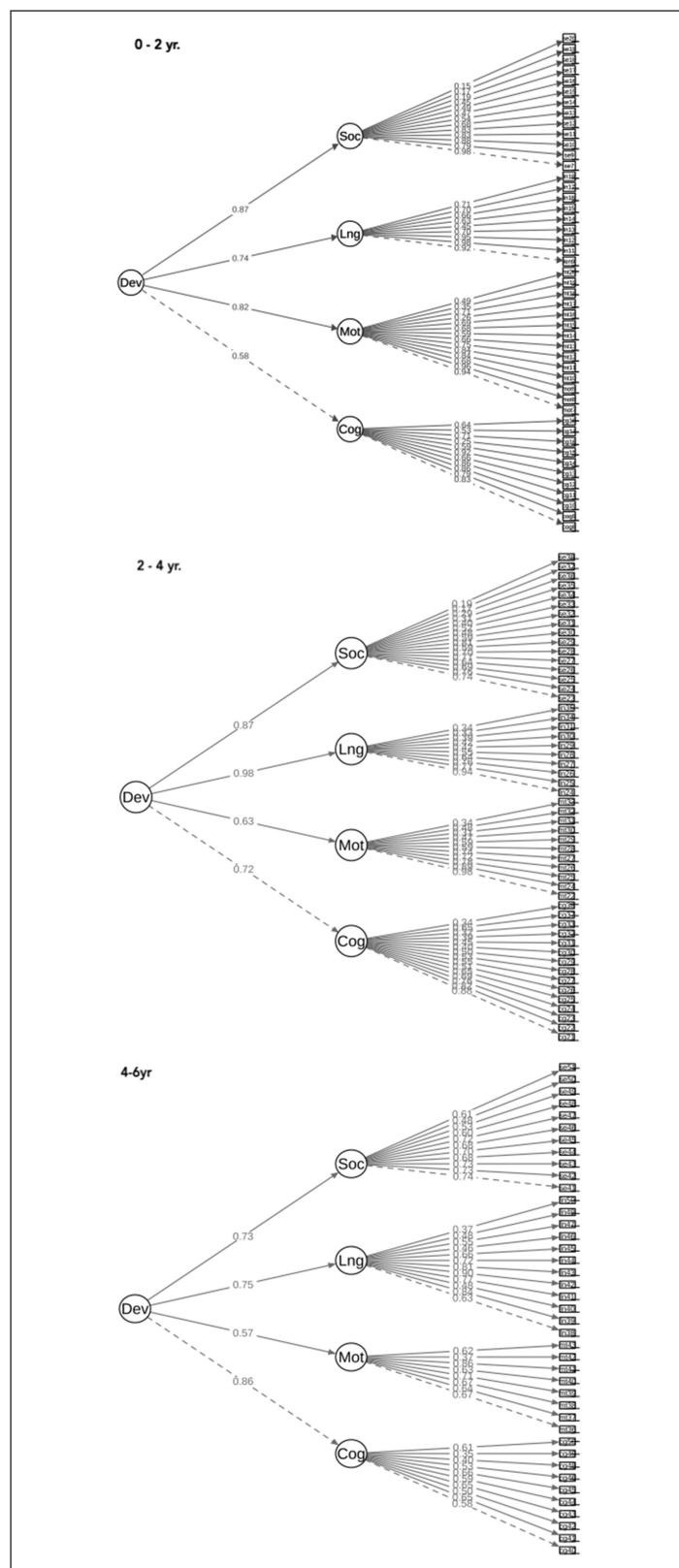


Figura 1. Diagrama de flujo del Análisis Factorial Confirmatorio en diferentes edades. Nota: Los números son los pesos estandarizados de cada variable latente en las variables medidas. Todos fueron significativos. Leyendas: Dev: Desarrollo infantil; Soc: Socioemocional; Lng: Lenguaje; Mot: Motricidad; Cog: Cognición.

para cada grupo etario se muestran en la figura 1. El análisis muestra que el modelo se ajusta mejor en edades mayores; hasta la edad de 4 años no se replica en los datos, asumiendo un modelo con 4 subdimensiones del desarrollo. Sin embargo, desde los 4 años, los datos sugieren una separación de diferentes áreas del desarrollo basada en una dimensión latente de desarrollo general.

Como paso de verificación, se llevó a cabo AFE para los ítems dentro de cada rango etario. Los resultados revelaron patrones distinguibles para distintos rangos etarios. Para los niños de hasta 2 años, a pesar de contar con una configuración que conduce a detección de factores ($KMO = 0,87$, Bartlett's $\chi^2 = 25226,2$, $df = 1711$, $p < 0,001$), en el Análisis Factorial de probabilidad máxima con rotación Varimax se identificó sólo un factor que explicaba el 16% de la variación. Se debe mencionar que este factor abarca ítems de subdimensiones teóricas variadas. En el caso del rango etario correspondiente a los niños entre 2 y 4 años, una configuración buena de los datos se observó para un análisis factorial ($KMO = 0,94$, Bartlett's $\chi^2 = 65496,8$, $gl = 1770$, $p < 0,001$), y produce dos factores que en conjunto explican el 22,7% de la variación, conformado por ítems de todas las dimensiones.

En relación a la validez concurrente el TADI mostró una correlación positiva con el BDI-2 ($r = 0,49$) y TVIP ($r = 0,46$). Al considerar el BDI-2 como referencia, la sensibilidad del TADI 0,25 y la especificidad 0,93, valores que alcanzaron niveles sobre 0,60 al incluir la categoría Alerta como riesgo. Similares fueron los resultados al tomar como referencia el TVIP (tabla 4).

En la tabla 5 se puede observar que las puntuaciones TADI muestran variaciones estadísticamente significativas en relación a la presencia de los diferentes factores de riesgo identificados en el hogar y por el HOME, siendo las características con el mayor efecto la escasez de juegos o materiales de aprendizaje ($b = -3,29$, $p < 0,001$), la baja respuesta emocional del apoderado principal ($b = -3,27$, $p < 0,001$), y los bajos logros educacionales de la madre ($b = -2,98$, $p < 0,001$).

Discusión

Este estudio presenta evidencia adicional de las propiedades psicométricas del TADI en una muestra poblacional de gran escala, derivada del análisis de datos secundarios extraídos de la ELPI 2012¹⁵. En el estudio se confirmaron los resultados de la validación de la primera versión, como son el ajuste de la estructura interna, validez concurrente, convergencia con medidas de desarrollo infantil, con habilidades cognitivas y con características del hogar¹⁴.

Tabla 4. Análisis de capacidad diagnóstica de los puntajes TADI Total, usando como criterio externo los resultados de las pruebas asociadas a desarrollo, comparando distintos puntos de corte

	TADI Punto de corte T= 40*					TADI Punto de corte T= 45*				
	n	Sens	Esp	VPP	VPN	n	Sens	Esp	VPP	VPN
BDI- 2 <-1,5DS	11.056	0,25	0,94	0,62	0,79	11.056	0,60	0,69	0,40	0,84
TVIP <-1DS	9.295	0,35	0,93	0,49	0,88	9.295	0,67	0,67	0,28	0,91

DS: Desviación estándar; Sens: sensibilidad; Esp: especificidad; VPP: Valor Predictivo Positivo; VPN: Valor Predictivo Negativo. BDI-2: Test de Evaluación Battelle Developmental Inventory Segunda Edición; TVIP: Test de Vocabulario en Imágenes Peabody. T= puntaje estándar T.

Tabla 5. Prevalencia e impacto de los factores de riesgo en las puntuaciones del TADI

Factor de riesgo	Prevalencia		Impacto
	f	(%)	
Medidas del hogar			
Logro educacional del cuidador principal (n = 11.061): Logro bajo	3.633	(32,84%)	-2,98 (p < 0,001)
Ingreso per cápita (n = 7609): Quintiles de ingreso Q1 y Q2	3.161	(41,54%)	-1,35 (p < 0,001)
Indicadores de inventario HOME (n = 11.190)			
Baja respuesta emocional y verbal de la madre	683	(6,10%)	-3,27 (p < 0,001)
Baja evitación de restricción y castigo	1.670	(14,92%)	0,06 (p = 0,772)
Escasez de materiales de aprendizaje	5.888	(52,62%)	-3,29 (p < 0,001)
Bajo involucramiento	368	(3,29%)	-1,78 (p < 0,001)

n = indica el número total de casos en los que se registró la presencia o ausencia de cada factor de riesgo. f = indica el número de casos que informan la presencia del riesgo entre los casos registrados. % = indica el porcentaje de presencia del riesgo. b = Coeficiente de regresión Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS). Indica la variación promedio esperada en la puntuación TADI Total con la presencia del factor de riesgo identificado.

La importancia de contar con un instrumento de pesquisa de desarrollo infantil temprano creado específicamente para el país se debe a su adecuación cultural y la representatividad de niños/as provenientes de diferentes realidades. La evidencia de validez cultural sugiere que el TADI no tiene sesgo en la evaluación de poblaciones indígenas o inmigrante hispanoparlantes a nivel nacional^{14,29}.

En términos generales, el 12,6% de los niños evaluados se categorizaron dentro de Retraso o Riesgo, mientras que el 17,3% caen en la categoría de Alerta, lo que coincide con la prevalencia esperada de acuerdo a estudios previos en la población estudiada^{11,30}. Además, se encontraron correlaciones significativas entre las puntuaciones TADI y las variables socioeconómicas, tales como escasez de materiales de aprendizaje en el hogar, los bajos niveles educacionales del cuidador, el menor ingreso per cápita y la pobre respuesta emocional de la madre, coincidiendo con publicaciones previas^{16,17}. Es esperable una mayor proporción de rezago en niños con factores de riesgo sociales³⁰⁻³².

Al revisar la validez del constructo, destaca que el AFC se ajusta mejor para el TADI a mayores edades, posiblemente porque a menor edad los dominios del desarrollo están más interconectados, recomendándose el uso del instrumento como un todo en lugar de separarlo por ítems¹². Lo mismo ocurre con los análisis psicométricos, se ha postulado que los test de desarrollo son más precisos a mayor edad de los niños evaluados³³.

En el análisis de validez concurrente, destaca correlación positiva con las escalas de referencia BDI-2 (para niños/as de 6 a 72 meses) y el TVIP (en preescolares de 30 a 72 meses), con similares valores de sensibilidad y especificidad, siendo los más apropiados (cercaos a 0,70) al incluir la categoría Alerta. Estos valores se encuentran próximos a lo esperable para escalas de tamizaje del desarrollo⁷, y se dentro de los rangos descritos al aplicar los test en el “mundo real”²⁰. Hay que considerar que el riesgo de forzar una mayor sensibilidad es comprometer la especificidad de la prueba y aumentar los falsos positivos, con el impacto familiar, social y sobrecarga del sistema de salud³⁴. Es por esto

que estudios recomiendan hacer el screening en 2 etapas o bien combinar distintas pruebas para mejorar su precisión diagnóstica^{35,36}.

Dentro de las limitaciones del presente estudio, se debe mencionar que sólo se incluyeron algunos aspectos para el análisis de la validez de constructo del TADI, dejando fuera variables que pueden ser relevantes, como los factores de riesgo biológicos. Por otro lado, actualmente se cuenta con una segunda edición del TADI (TADI-2), la que no fue evaluada en el estudio^{29,37}. Sin embargo, el presente análisis fue de gran relevancia al momento de robustecer las propiedades psicométricas de la escala. Cabe destacar la amplia muestra incluida en el análisis, que permitió conocer el funcionamiento del test a escala poblacional, e invita a repetir el ejercicio con otras escalas utilizadas, muchas de las cuales no están validadas en Chile. Queda como desafío para las próximas actualizaciones del instrumento incluir indicaciones sobre su uso epidemiológico con categorías que consideren diferentes puntos de corte, dependiendo de los usos y objetivos de las evaluaciones. A su vez, se deben continuar examinando los estándares de referencia utilizados para valorar con justicia sus niveles de sensibilidad y especificidad, ya que no existen consenso sobre el estándar perfecto y la mayoría de los test utilizados como referencia en esta y otras publicaciones también tienen limitaciones, tanto a nivel de su propia precisión diagnóstica, poca claridad respecto a sus puntos de corte, así como la falta de validación nacional³⁸⁻⁴⁰.

Conclusión

Los hallazgos del estudio ratifican la evidencia previa sobre la validez del TADI^{14,29,37}. Se consolidó su validez de constructo y estructura interna, se verificó el

cumplimiento con los criterios psicométricos para la identificación de rezagos del DIT. Se demostró convergencia con otras medidas del desarrollo consideradas como referencia, así como con factores de riesgo sociales. Se concluye TADI es un instrumento válido para la evaluación del desarrollo de niños entre las edades de 6 a 72 meses en Chile.

Responsabilidades Éticas

Comité de ética: El estudio está basado en datos obtenidos de una base de datos pública de acceso abierto. Datos disponibles en: <https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/elpi-segunda-ronda>

Conflictos de intereses

Marta Edwards y Marcela Pardo tienen potenciales conflictos de intereses al ser autoras del test Test de Aprendizaje y Desarrollo Infantil (TADI).

Agradecimientos

Marcela Pardo y Marta Edwards agradecen el financiamiento otorgado por ANID/PIA/Fondos Basales para Centros de Excelencia FB0003.

Financiamiento

Este trabajo fue financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo. Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), Chile, Proyectos número IT18I0005 and y D07I1029.

Referencias

1. Wondmagegn T, Girma B, Habtemariam Y. Prevalence and determinants of developmental delay among children in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Front Public Health.* 2024;12:1301524. doi: 10.3389/fpubh.2024.1301524.
2. Olusanya BO, Smythe T, Ogbu FA, et al. Global prevalence of developmental disabilities in children and adolescents: A systematic umbrella review. *Front Public Health.* 2023;11:1122009. doi: 10.3389/fpubh.2023.1122009.
3. UNICEF. Briefing Note Series on SDG global indicators related to children. 2018. [Consultado 11.05.24] Disponible en <https://data.unicef.org/resources/briefing-notes-on-sdg-global-indicators-related-to-children/>
4. Chile - Ministerio de Salud. Estrategia Nacional de Salud para los Objetivos Sanitarios al 2030. 2022. [consultado 11.05.24] Disponible en <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2022/03/Estrategia-Nacional-de-Salud-2022-MINSAL-V8.pdf>
5. Lipkin PH, Macias MM; Council on children with disabilities, section on developmental and behavioral pediatrics. Promoting Optimal Development: Identifying Infants and Young Children With Developmental Disorders Through Developmental Surveillance and Screening. *Pediatrics.* 2020;145(1):e20193449. doi: 10.1542/peds.2019-3449.
6. Faruk T, King C, Muhit M, et al. Screening tools for early identification of children with developmental delay in low- and middle-income countries: a systematic review. *BMJ Open.* 2020;10(11):e038182. doi: 10.1136/bmjopen-2020-038182. Erratum in: *BMJ Open.* 2021;11(11):e038182corr1. doi: 10.1136/bmjopen-2020-038182corr1.
7. Council on Children With Disabilities; Section on Developmental Behavioral Pediatrics; Bright Futures Steering Committee; Medical Home Initiatives for

- Children With Special Needs Project Advisory Committee. Identifying infants and young children with developmental disorders in the medical home: an algorithm for developmental surveillance and screening. *Pediatrics*. 2006;118(1):405-20. doi: 10.1542/peds.2006-1231. Erratum in: *Pediatrics*. 2006;118(4):1808-9. PMID: 16818591.
8. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. Norma técnica para la supervisión de niños y niñas de 0 a 9 años en la Atención Primaria de Salud. 2da Edición 2021. [consultado 11.05.24] Disponible en <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2021/12/Capi%CC%81tulo-3-Web.pdf>
9. Angulo-Ramos M, Merino-Soto C. TEPSI en cuestión: ¿usarlo mejor o reemplazarlo? *Rev enferm Herediana*. 2014;(7):107. <https://doi.org/10.20453/renh.v7i2.2534>
10. Rivas Riveros E, Catalán MY, Flores FN, et al. Vivencias y expectativas de los actores sociales partícipes en evaluación del desarrollo psicomotor, en relación a las Escalas EEDP y TEPSI utilizadas en la Araucanía, Chile, durante los años 2017-2018. *Enfermería (Montevideo)*. 2019;8(1):4-21. <https://doi.org/10.22235/ech.v8i1.1783>
11. Armijo I, Schonhaut L, Cordero M. Validation of the Chilean version of the Ages and Stages Questionnaire (ASQ-CL) in Community Health Settings. *Early Hum Dev*. 2015;91(12):671-6. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2015.10.001.
12. Schonhaut L, Armijo I, Rojas P, et al. Reliability and acceptability of web-based administration of Spanish ages and stages questionnaires third edition®. *Inf Child Dev*. 2023;32(4):e2425. <https://doi.org/10.1002/icd.2425>
13. Eugenin MI, Moore R, Martinez-Gutierrez J, et al. Screening for autism in Santiago Chile: Community perspectives. *Int J Child Adolesc Health*. 2015;8(4):439-48.
14. Pardo M, Gómez M, Edwards M. Test de Aprendizaje y Desarrollo Infantil (TADI) para niñas y niños de 3 meses a 6 años. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 2012
15. Chile -Ministerio de Desarrollo Social y Familia. ELPI, Encuesta Longitudinal de Primera Infancia. Segunda Ronda 2012. [consultado 11.05.24] Disponible en [http://observatorio\[ministeriodesarrollosocial.gob.cl/elpi-segunda-ronda](http://observatorio[ministeriodesarrollosocial.gob.cl/elpi-segunda-ronda)
16. Narea M, Arriagada V, Allel K. Center-Based Care in Toddlerhood and Child Cognitive Outcomes in Chile: The Moderating Role of Family Socio-Economic Status. *Early Educ Dev*. 2020;31(2):218-33. <https://doi.org/10.1080/01040928.2019.1626191>
17. Rodríguez-Garcés C, Muñoz-Soto J. Delay in child development: The importance of education quality of family atmosphere. *Rev Int Investig Cienc Soc*. 2017;13(2):253-70. <https://doi.org/10.18004/riics.2017.diciembre.253-270>
18. Tenorio M, Bunster J, Arango PS, et al. Reliability and validity evidence for Test De Aprendizaje y Desarrollo Infantil (TADI) in a Chilean sample of children with Down syndrome. *Psykhe*. 2020;29(1):1-16. <https://doi.org/10.7764/psykhe.29.1.1378>
19. Guthrie W, Wallis K, Bennett A, et al. Accuracy of Autism Screening in a Large Pediatric Network. *Pediatrics*. 2019;144(4):e20183963. doi: 10.1542/peds.2018-3963.
20. Rah SS, Jung M, Lee K, et al. Systematic Review and Meta-analysis: Real-World Accuracy of Children's Developmental Screening Tests. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2023;62(10):1095-109. doi: 10.1016/j.jaac.2022.12.014. Epub 2022 Dec 30.
21. de la Cruz MV, González-Criado M. Battelle, *Inventario de Desarrollo* (adaptación española). Madrid: TEA. Primera edición 1996.
22. Dunn LM, Padilla E, Lugo D. *Manual del examinador para el Test de Vocabulario en Imágenes Peabody*. Pearson 2006.
23. Olabarrieta-Landa L, Rivera D, Ibáñez-Alfonso JA, et al. Peabody Picture Vocabulary Test-III: Normative data for Spanish-speaking pediatric population. *NeuroRehabilitation*. 2017;41(3):687-94. doi: 10.3233/NRE-172239.
24. Caldwell BM, Bradley RH. *Home Observation for Measurement of the Environment: Administration Manual* (ASIN: B0006RZAO8). 3rd ed. Arizona: Family & Human Dynamics Research Institute, Arizona State University. USA. 2001.
25. Hu LT, Bentler PM. Evaluating model fit. In R. H. Hoyle (Ed.), *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications* (ISBN 13: 978-0803953185). 1st ed. Sage Publications 1995;76-9.
26. Wolf MG, McNeish D. *dynamic: An R Package for Deriving Dynamic Fit Index Cutoffs for Factor Analysis*. *Multivariate Behav Res*. 2023;58(1):189-94. doi: 10.1080/00273171.2022.2163476.
27. Bollen K. *Structural Equations with Latent Variables* (ASIN: B008UBJT0I). Wiley, John & Sons; 1990.
28. Rosseel Y. *lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling*. *J Stat Softw*. 2012;48(2):1-36. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
29. Edwards M, Pardo M. *Test de Aprendizaje y Desarrollo Infantil, 2º Edición (TADI-2)*. Manual del Examinador. Santiago, Chile; 2023.
30. Bedregal P, Hernández V, Mingo MV, et al. Desigualdades en desarrollo infantil temprano entre prestadores públicos y privados de salud y factores asociados en la Región Metropolitana de Chile [Early child development inequalities and associated factors between public and private providers at metropolitan region in Chile]. *Rev Chil Pediatr*. 2016;87(5):351-8. Spanish. doi: 10.1016/j.rchipe.2016.02.008.
31. Farkas C, Girard LC, MacBeth A. Predictors of emotional problems in 5-year-old children: an international comparison between two cohorts in Chile and Scotland. *Current Psychology*. 2023;42(1):390-405. <https://doi.org/10.1007/s12144-020-01336-5>
32. Sania A, Sudfeld CR, Danaei G, et al. Early life risk factors of motor, cognitive and language development: A pooled analysis of studies from low/ middle-income countries. *BMJ Open*. 2019;9(10):e026449. doi: 10.1136/bmjopen-2018-026449.
33. Schonhaut L, Armijo I, Schönstedt M, et al. Validity of the ages and stages questionnaires in term and preterm infants. *Pediatrics*. 2013;131(5):e1468-74. doi: 10.1542/peds.2012-3313.
34. Zou KH, O'Malley AJ, Mauri L. Receiver-operating characteristic analysis for evaluating diagnostic tests and predictive models. *Circulation*. 2007;115(5):654-7. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.594929.
35. Robins DL, Casagrande K, Barton M, et al. Validation of the modified checklist for Autism in toddlers, revised with follow-up (M-CHAT-R/F). *Pediatrics*. 2014;133(1):37-45. doi: 10.1542/peds.2013-1813.
36. Camp BW, Bonnell LN. Combining Two Developmental Screening Tests to Improve Predictive Accuracy. *Acad Pediatr*. 2020;20(3):413-20. doi: 10.1016/j.acap.2019.06.010.
37. Schonhaut Berman L, Edwards M, Pardo M, et al. Propiedades del Test de Aprendizaje y Desarrollo Infantil "TADI", en el contexto de las políticas de validación de escalas para niños y niñas menores de 6 años en Chile y Latinoamérica. *Andes pediatr*. 2024;95(4):353-63. doi: <https://dx.doi.org/10.32641/andespeditr.v95i4.5149>

38. Cunha ACB, Berkovits MD, Albuquerque KA. Developmental Assessment with Young Children: A Systematic Review of Battelle Studies. *Infants Young Child*. 2018;31(1):69-90.
39. Hallam RA, Lyons AN, Pretti-Frontczak K, et al. Comparing Apples and Oranges: The Mismeasurement of Young Children Through the Mismatch of Assessment Purpose and the Interpretation of Results. *Topics Early Child Spec Educ*. 2014;34(2):106-15. <https://doi.org/10.1177/0271121414524283>
40. Luque de Dios SM, Sánchez-Raya A, Moriana JA. Quality of Child Development Scales. A Systematic Review. *Int J Educ Psychol*. 2023; 24;12(2):119-48.