

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA FACTORIAL DEL DESAFÍO BEBRAS 2021 EN URUGUAY Y RESULTADOS PRELIMINARES

Alar Urruticoechea

Universidad Católica del Uruguay y Ceibal
aurruticoechea@ceibal.edu.uy

Andrés Oliveri

Ceibal
aoliveri@ceibal.edu.uy

Victor Koleszar

Ceibal
vkoleszar@ceibal.edu.uy

Received: 12 enero 2023

Revised: 17 enero 2023

Evaluator 1 report: 10 febrero 2023

Evaluator 2 report: 06 marzo 2023

Accepted: 22 marzo 2023

Published: junio 2023

RESUMEN

Hoy en día la tecnología forma parte de la mayoría de las actividades cotidianas personales. En el ámbito educativo, concretamente, las herramientas tecnológicas son utilizadas como facilitadoras del aprendizaje. Esto, junto a la necesidad de facilitar herramientas variadas para formar a los estudiantes, generando, en muchos países, un cambio del paradigma educativo, pasando de una educación contenidista a una educación por competencias. Por ello el PC ha ganado relevancia a nivel internacional. El Pensamiento Computacional refiere al conjunto de competencias para la expresión y resolución de problemas utilizando la lógica de la programación. En el ámbito educativo la adquisición de estas competencias permitirá a los niños hacer frente a un futuro cada vez más tecnológico. Para conocer el estado de adquisición de estas competencias es necesario tener instrumentos de medida validados. Esta investigación pretende verificar la estructura teórica del desafío Bebras aplicado en Uruguay durante 2021 y a partir de esta realizar un análisis preliminar de la situación. Para ello, a las respuestas de 20,393 participantes en Bebras de 5° y 6° de Educación Pública, se le aplicó un Análisis Factorial Confirmatorio, Pruebas T de Student y ANOVAs. Los principales resultados obtenidos son: La estructura factorial coincide con la definición teórica de cada ítem. Existen diferencias estadísticamente significativas por género (p.valor < .05), grado (p.valor < .01) y nivel sociocultural ($F(5, 2730) = 42$; p.valor < .00). Se puede concluir que existe una estructura factorial que se asemeja a la teórica, esto contradice a las investigaciones que afirman que Bebras no posee la estructura factorial, y que los resultados del análisis de los factores concuerdan con las investigaciones que analizan tanto las diferencias de rendimiento por género como por nivel sociocultural.

Palabras clave: bebras; educación; evaluación; estructura factorial; pensamiento computacional

ABSTRACT

Analysis of the factorial structure of the bebras 2021 challenge in uruguay and preliminary results. Nowadays, technology is part of most personal daily activities. In the educational field, specifically, technological tools are used as facilitators of learning. This, along with the need to provide diverse tools to educate students, has generated a change in the educational paradigm, moving from content-based education to competency-based education. Therefore, the concept of Computational Thinking (CT) has begun to gain international relevance. Computational Thinking refers to the set of competencies for problem expression and solving using programming logic. In the educational field, the acquisition of these competencies will enable children to face an increasingly technological future. To assess the level of acquisition of these competencies, validated measurement instruments are needed. This research aims to verify the theoretical structure of the Bebras Challenge applied in Uruguay during 2021 and to conduct a preliminary analysis of the situation. For this purpose, Confirmatory Factor Analysis, Student's T-tests, and ANOVAs were applied to the responses of 20,393 participants in the Bebras Challenge from 5th and 6th grades of Public Education. The main results obtained are: the factorial structure coincides with the theoretical definition of each item. There are statistically significant differences by gender (p -value $< .05$), grade (p -value $< .01$), and sociocultural level ($F(5, 2730) = 42$; p -value $< .00$). It can be concluded that the factorial structure contradicts research that claims that Bebras does not have the theoretical factorial structure and that the results of the factor analysis are consistent with research analyzing both gender and sociocultural performance differences.

Keywords: bebras; computational thinking; education; evaluation; factorial structure

INTRODUCCIÓN

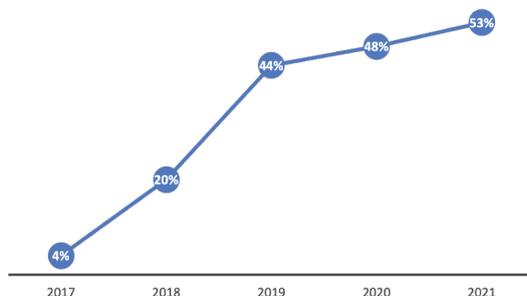
Hoy en día la tecnología forma parte de todos los ámbitos de las actividades cotidianas de las personas. En el ámbito educativo, concretamente, las herramientas tecnológicas son cada vez más utilizadas como facilitadoras del aprendizaje. Esto, junto a la necesidad de dar herramientas que formen a los estudiantes como personas y futuros profesionales (Lizita & Sheepshanks, 2020), ha generado un cambio en el paradigma educativo, que impulsa el pasaje de una educación por contenidos a una educación por competencias, ha generado que el concepto Pensamiento Computacional (PC) comience a tomar relevancia internacional. Tanto es así que, en diversos sistemas educativos, tales como Austria, Bulgaria, Chequia, Dinamarca, el PC forma parte del currículum (Balanskat & Hengelhard, 2015). Esta inclusión del PC en el currículum educativo se fundamenta en que el PC no solo se limita al ámbito de la programación, sino que resulta una herramienta importante para el proceso de aprendizaje de la ciencia, tecnología, matemática, ingeniería (Fraillon et al., 2019; Kong & Abelson, 2019) o el lenguaje (Prat et al., 2020). Si bien la programación es una buena estrategia para la enseñanza del PC (Merino-Armero et al., 2020), su aprendizaje no puede basarse únicamente en aprender a utilizar la computadora o las herramientas tecnológicas, sino que consiste en la adquisición de habilidades de diseño de algoritmos y descomposición de problemas entre otros (K-12 Computer Science Framework, 2016).

Actualmente el concepto PC no tiene una definición concreta, existiendo distintas variantes en su definición (Denning, 2017). Pero se podría definir como al conjunto de competencias para la expresión y resolución de problemas utilizando la lógica de la programación. En este sentido la codificación ha resultado una herramienta eficaz para esta nueva alfabetización, ya que ayuda a los estudiantes a adquirir la capacidad necesaria para la resolución de problemas computacionales (Hubwieser et al., 2015). Entendiendo al PC como proceso de resolución de problemas incluye, entre otras, las siguientes habilidades: 1. Generalización: habilidad para identificar comunalidades entre diferentes problemas y el uso de esa solución en problemas y/o contextos diferentes. 2. Abstracción: habilidad para interpretar los datos, identificando las relaciones que hay entre las variables del problema. 3. Pensamiento algorítmico: habilidad para generar una secuencia ordenada y profunda de programación que conduzca a solucionar el problema. 4. Evaluación: habilidad para verificar que la solución es eficaz y efectiva, realizando los cambios necesarios en los algoritmos y el código en caso de ser necesario. 5. Descomposición:

habilidad para separar un problema complejo en unidades/partes/elementos más pequeños y simples de manejar, jerarquizándolas y formulando aspectos insatisfactorios y deseables del problema (Dagien & Sentance, 2016).

En Uruguay, Ceibal fomenta la integración tecnológica en la educación pública con el fin de mejorar los procesos de enseñanza/aprendizaje y estimular así procesos de innovación, inclusión y crecimiento personal. De esta manera Ceibal ha marcado un precedente en la región y se marca como uno de sus objetivos reducir la brecha digital existente entre los diferentes niveles socioculturales (Cobo & Montaldo, 2018). Para lo cual, ha creado plataformas de evaluación educativa que ha permitido estimular el desarrollo de habilidades y competencias (Cobo, 2016). En este contexto, en 2017, Ceibal crea el programa de Pensamiento Computacional, que comienza con una implementación de un proyecto piloto que se hizo presente en 33 escuelas de educación primaria (4% del total de escuelas públicas urbanas del país). La participación de las escuelas fue aumentando año a año y en 2021, se llegó a 502 escuelas de educación primaria (ver Figura 1), este dato resulta relevante teniendo en cuenta que la participación en el programa es voluntaria. El programa se basa en el Aprendizaje Basado en Proyectos, con una clase semanal por videoconferencia de 45 minutos realizada de forma sincrónica, impartida por la dupla pedagógica (docente de aula y docente remoto). En las clases se trabajan propuestas pedagógicas que proporciona Ceibal y se integran los contenidos de PC con áreas del currículum nacional, tales como lengua, matemáticas, ciencias y educación física, entre otras.

Figura 1 Cobertura en centros urbanos públicos del Programa PC.



Con el objetivo de seguir ampliando el alcance del PC en Uruguay, Ceibal, organizó por primera vez en 2020 el desafío Bebras, en el cual participaron 2,759 estudiantes de entre 9 y 12, la prueba se realizó mediante las plataformas de Ceibal (Koleszar et al., 2021). Bebras es una propuesta internacional que promueve el Pensamiento Computacional. Fue creado por la Prof. Valentina Dagieni de la Universidad de Vilna y su primera edición se realizó en Lituania en 2004 (Stupurien et al., 2016). Desde entonces la participación de países ha ido aumentando llegando a más de 70 países, superando para la edición de 2021 los 3,000,000 participantes. El pool de ítems es generado en conjunto por todos los países que participan de la comunidad Bebras, generando un número mayor de ítems que después cada país ha de seleccionar entre ellos para personalizar el desafío.

El desafío Bebras 2021 para Uruguay, consiste de 16 ítems que evalúan las siguientes habilidades asociadas al Pensamiento Computacional: 1. Pensamiento Algorítmico. 2. Generalización. y 3. Evaluación. Los ítems poseen distintos niveles de dificultad e ítems para distintos grados escolares, y en Uruguay se aplican a partir de los 8 años..

Si bien diversos estudios utilizan el desafío Bebras como herramienta de evaluación de la adquisición de las habilidades de PC, este no tiene un objetivo de evaluación (Lin et al., 2020). Cabe destacar que disponer de instrumentos validados y estandarizados es clave para cualquier área de investigación, no existen muchos instrumentos que evalúen el PC y menos aún, que hayan sido validados psicométricamente (Mühling et al., 2015). La importancia radica en que las Evaluaciones estandarizadas pueden ser utilizadas tanto por los docentes como por los investigadores, los primeros podrán beneficiarse de su uso utilizándolos para obtener una retroalimentación objetiva (Winters & Payne, 2005). Los investigadores por su parte podrán utilizar instrumentos que le den validez

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA FACTORIAL DEL DESAFÍO BEBRAS 2021 EN URUGUAY Y RESULTADOS PRELIMINARES

y eficacia a sus investigaciones. Por esto los objetivos de esta investigación son verificar la estructura interna del cuestionario utilizado en Bebras Uruguay 2021 y reportar los principales resultados obtenidos a partir de la estructura obtenida.

MATERIALES Y MÉTODO

Para la edición del desafío uruguayo en 2021 se realizó una selección exhaustiva de los ítems propuestos por la comunidad Bebras y se seleccionaron, tradujeron y adaptaron, tanto a la cultura uruguaya como a la modalidad de respuestas (los ítems interactivos pasaron a múltiple opción) 16 ítems repartidos de la siguiente manera: 3 ítems para la habilidad de evaluación, 6 ítems para la habilidad de generalización y 7 ítems para la habilidad pensamiento algorítmico (ver Tabla 1). Cabe destacar que, por ser ítems de múltiple opción no se puede evaluar todas las habilidades de PC (Román-Gonzalez et al., 2015), lo que llevó a evaluar estas tres en detrimento del resto de las habilidades.

Tabla 1. Lista de ítems seleccionados para el desafío Bebras 2021 en Uruguay.

Código	Código internacional	Nombre traducido	País creador	Dimensión teórica
34	2021-UY-11	Jugo de naranja	Uruguay	Generalización
46	2021-IE-02	Bolsa de monedas	Irlanda	Generalización
47	2021-KR-02	Moviendo bolas	Corea	P. Algorítmico
50	2021-IS-04a	Entre puntos	Islandia	P. Algorítmico
73	2021-CZ-03	Los pueblos del lago turquesa	República Checa	Generalización
75	2021-CH-16	Fotos de gatos	Suiza	Generalización
88	2021-SV-01	Un problema de escritorios	El Salvador	P. Algorítmico
89	2021-CA-03	Mariposas	Canadá	Generalización
91	2021-CN-03a	Recogiendo zanahorias	China	Evaluación
93	2021-IS-03	El regalo	Islandia	Evaluación
94	2021-CH-04c1	Ladrón de frutillas	Suiza	P. Algorítmico
99	2021-CH-13	Isla de frutas	Suiza	P. Algorítmico
102	2021-CH-26a	Lo de Connie	Suiza	P. Algorítmico
109	2021-AT-03	Taxi	Austria	P. Algorítmico
110	2021-CY-03	La Mejor Ruta	Chipre	Evaluación
111	2021-DE-04	Robot cortacésped	Alemania	Generalización

La participación de estudiantes de 5º y 6º de educación primaria fue de 20,393, aunque para este trabajo no se consideraron los que tenían algún ítem con valores perdidos, por lo que la muestra final fue de 17,084 estudiantes. De los cuales un 49,0% son mujeres y un 51,0% varones, el 57,7% se encontraba cursando 6º grado escolar, el 42,3% se encontraba cursando 5º. Un 2,8% participó en la edición 2020 de Bebras, la media de edad fue de 11,32 años con un desvío típico de 0,84. A estos resultados obtenidos de esta muestra se le realizó, en primera instancia un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) y con la estructura resultante se realizó un análisis descriptivo por género, nivel educativo y contexto sociocultural. Esta técnica permite comprobar el número de dimensiones latentes del instrumento (factores) y las relaciones factoriales inter-ítem (cargas factoriales), de esta manera el AFC permitirá conocer cómo ha de calificarse una prueba. En esta técnica el investigador ha de determinar previamente el número de factores latentes (Kline, 2015), por lo que debe tener una base teórica firme que apoye el número de factores existentes en los datos y de qué ítems están relacionados con estos factores (Brown, 2015). El AFC trabaja con contraste de hipótesis donde los estadísticos miden la bondad de ajuste del modelo.

Generalmente se considera que un modelo tiene un buen ajuste cuando:

p.valor < .05 ; RMSEA < .05 ; SRMR < .05 ; CFI > .95; GFI > .95 y $\chi^2/df \leq 3$

Todos los análisis de esta investigación se realizaron con el software estadístico JASP (2022). Este software utiliza el paquete de R lavaan (Rosseel, 2012) para llevar a cabo el AFC.

RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados más relevantes de la investigación

Análisis factorial confirmatorio (AFC)

Se presentan los tres modelos de ecuaciones estructurales y los valores de bondad de ajuste respectivos (ver Tabla 2) que surgen a partir del modelo teórico inicial:

Tabla 2. Valores de los índices de bondad de ajuste

	p.valor χ^2	CFI	GFI	NFI	RMSEA	SRMR	χ^2/df
Modelo 1	<.00	.97	.99	.97	.02	.03	7.44
Modelo 2 jerárquico	<.00	.97	.99	.97	.02	.03	7.52
Modelo 3 jerárquico	<.00	.97	.99	.97	.02	.03	7.49
Modelo 4 jerárquico multigrupo	<.00	.97	.98	.95	.02	.04	2.31

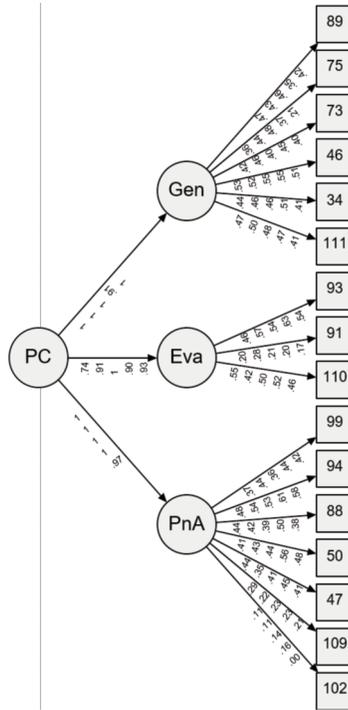
Modelo 1: Es el modelo más básico donde todos los ítems cargan a un factor latente denominado Pensamiento Computacional. Se puede observar que todos los valores de los indicadores de bondad de ajuste son buenos excepto el χ^2/df que es de 7.44.

Modelo 2: Es un modelo jerárquico donde los ítems se dividen en dos factores latentes, 1. Pensamiento Algorítmico y 2. otras habilidades del Pensamiento Computacional, que a su vez cargan en un factor superior denominado Pensamiento Computacional. Al igual que en el modelo 1 todos los valores de los indicadores de bondad de ajuste son buenos excepto el χ^2/df que es de 7.52. Este modelo parte de lo propuesto por Araujo et al. (2019), donde propone que Bebras mide dos dimensiones, una es Pensamiento Algorítmico y la otra, el resto de habilidades de PC.

Modelo 3: Es un modelo jerárquico donde los ítems se dividen en tres factores latentes, 1. Pensamiento Algorítmico, 2. Generalización y 3. Evaluación, que a su vez cargan en un factor superior denominado Pensamiento Computacional. Al igual que en los modelos 1 y 2 todos los valores de los indicadores de bondad de ajuste son buenos excepto el χ^2/df que es de 7.49. Este modelo parte de la concepción teórica de los ítems presentada en la Tabla 1.

Modelo 4: Partiendo del modelo 3 se realiza un estudio multigrupo, donde el grupo es el quintil sociocultural al que pertenece la escuela del niño evaluado. En este modelo todos los valores de los indicadores de bondad de ajuste son buenos: CFI, GFI y NFI .95, RMSEA y SRMR <.05 y $\chi^2/df < 3$. Este modelo parte de la concepción de que el nivel sociocultural de los niños influye en su rendimiento por lo que la variabilidad interclase e intraclase debe tenerse en cuenta (ver figura 2).

Figura 2. Modelo AFC jerárquico multigrupo
(PC: Pensamiento computacional - Gen: Generalización - Eva: Evaluación - PnA: Pensamiento Algorítmico)



Análisis de las dimensiones

Como se puede observar en la Tabla 3, todas las dimensiones de PC se correlacionan positivamente entre ellas, siendo la correlación más fuerte la que se da entre Pensamiento Algorítmico y Generalización.

Tabla 3. Correlaciones entre dimensiones de PC

	1	2
1. Evaluación	-	
2. Generalización	.31*	-
3. Pensamiento Algorítmico	.30*	.42*

* p < .00

Al analizar los resultados de las dimensiones que componen el PC por sexo y nivel se observa que existen diferencias estadísticamente significativas (p.valor <.05) en todas las dimensiones (Tabla 4). Por género, para el factor Evaluación las diferencias son a favor de las mujeres, mientras que en Generalización y Pensamiento Algorítmico son a favor de los varones. Por Nivel las diferencias son a favor del nivel 6.

Tabla 4. Comparación de medias entre subescalas del desafío Bebras por Sexo y Nivel

Sexo	t	df	p	Cohen's d
Evaluación	-3.94	17082	< .00	-.06
Generalización	2.94	17082	< .00	.05
P. Algorítmico	1.92	17082	.05	.03
Grado escolar				
Evaluación	-3.14	17082	< .00	-.05
Generalización	-7.44	17082	< .00	-.12
P. Algorítmico	-7.99	17082	< .00	-.12

Al analizar los resultados del factor latente PC por quintil sociocultural, realizando un ANOVA, se obtuvo un $F(5, 2730) = 42$ y un p.valor $<.00$, por lo que existen diferencias estadísticamente significativas entre estos. Analizando la prueba post hoc se observa que las diferencias se dan entre el quintil 1 y el 2 con el resto de quintiles, obteniendo estos dos las puntuaciones medias más bajas. También existen diferencias entre el quintil 3 y el 4. observando el tamaño del efecto se puede ver como para el quintil 1 se obtuvieron d de Cohen que van desde pequeño hasta medios destacando el tamaño del efecto mayor entre el quintil 1 y el 4 (d de Cohen s $-.28$) y entre el quintil 1 y el 5 (d de Cohen s $-.27$).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación es verificar la estructura factorial del Desafío Bebras 2021 en Uruguay y de esta manera poder presentar resultados a partir de esta estructura. En este sentido, teniendo en cuenta los índices de bondad de ajuste de los modelos presentados, se puede considerar que el modelo número 4 es el que mejor ajusta, por lo que, teniendo en cuenta el nivel sociocultural, la estructura factorial del instrumento está compuesta por 1 factor principal (Pensamiento Computacional), que cargan a 3 factores de segundo nivel: Evaluación (3 ítems), Generalización (6 ítems) y Pensamiento Algorítmico (7 ítems). Al analizar estos ítems se puede observar que cada ítem se agrupa como se esperaba teóricamente. Estos resultados difieren de los obtenidos por Araujo et al. (2019), que afirman que mediante los ítems de Bebras el factor Evaluación ha de excluirse del modelo ya que plantean que este factor se encuentra implícito en la resolución de cualquier ítem por lo que introducirlo provocaría un desajuste en el modelo.

Por los resultados obtenidos a partir de la estructura factorial del instrumento, se tiene que existen diferencias de medias en todos los factores por sexo y grado académico. En el primero de los casos, la diferencia en Evaluación es a favor de las mujeres y en Generalización y Pensamiento Algorítmico a favor de los varones. Esto podría deberse al proceso interno necesario para resolver las preguntas que componen cada uno de estos factores, Evaluación implica verificar la eficacia y efectividad de las soluciones, debido a que los ítems son múltiple opción, en este factor mayoritariamente utilizarán la comprensión lectora como proceso principal de resolución, habilidad en la que según diversas investigaciones las mujeres tienen mejor desempeño que los varones (Loh et al., 2020). En cuanto a la diferencia en Pensamiento Algorítmico coinciden con la afirmación de que los varones tienen un mejor rendimiento en las habilidades para programar (Sullivan & Umaschi Bers, 2016). Para finalizar el análisis de los factores de segundo orden, las diferencias encontradas en Generalización, comprendida como la habilidad para aplicar respuestas conocidas en diferentes situaciones y de esta manera reducir la complejidad del proceso y/o solución. Esta habilidad está estrechamente relacionada con las matemáticas, incluso llegando a

considerarse una habilidad esencial dentro de las matemáticas (Mason et al., 1989), por lo que se puede concluir que estas diferencias se ajustan a las encontradas en las habilidades matemáticas por género (Meinck & Brese, 2019; Zhu, 2007). Para explicar las diferencias en el rendimiento en las habilidades lógico-matemáticas y lectoras existen dos corrientes, una afirma que las diferencias vienen dadas biológicamente (Echevarría et al., 2007; Halpern et al., 2007) y otra que tiene un origen sociocultural (Cárcamo et al., 2020; Hyde, 2014)

En cuanto a las diferencias encontradas por grado, cabe resaltar que estas se encuentran dentro de lo esperado, ya que se entiende que a mayor grado educativo los niños poseen mayor entrenamiento en las habilidades lógico-matemáticas y lectoras intrínsecas en cualquier proceso educativo formal (Huise, 2015).

Finalmente, analizando los resultados obtenidos en la comparación del nivel de PC de los niños por nivel sociocultural al que pertenece el centro al que asisten, se observa que los niños que pertenecen a niveles socioculturales bajos (1 y 2) obtienen puntuaciones significativamente menores que el resto de niveles y los que pertenecen a niveles socioculturales altos (4 y 5) obtienen puntuaciones significativamente mayores que el resto. Estos resultados coinciden con la afirmación de que a mayor nivel sociocultural hay mayor desarrollo de habilidades en las TICs (Scherer & Siddiq, 2019; Senkbeil et al., 2013). Esto puede deberse a la brecha digital existente, que genera que el acceso y uso de las TICs sea desigual y dependiente del contexto sociocultural del niño, lo que impacta directamente en el rendimiento de los alumnos (Formichella & Alderete, 2018).

Fortalezas, debilidades y pasos a futuro

Como fortaleza de la investigación hay que destacar el tamaño de la muestra y la posibilidad de réplica que tiene ya que el desafío Bebras se repite anualmente. En cuanto a las debilidades se encuentra el hecho de que Bebras no es un instrumento de medida validado y estandarizado, por lo que la estructura de este año puede no replicarse el año siguiente, dado a que se seleccionan ítems nuevos cada año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, A. L. S. O., Andrade, W. L., Guerrero, D. D. S., & Melo, M. R. A. (2019). How Many Abilities Can We Measure in Computational Thinking?: A Study on Bebras Challenge. *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 545-551. <https://doi.org/10.1145/3287324.3287405>
- Balanskat, A., & Hengelhard, K. (2015). *Computing our future: Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. European Schoolnet.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (Second edition). The Guilford Press.
- Cárcamo, C., Moreno, A., & del Barrio, C. (2020). Diferencias de género en matemáticas y lengua: Rendimiento académico, autoconcepto y expectativas. *Suma Psicológica*, 27(1). <https://doi.org/10.14349/sumapsi.2020.v27.n1.4>
- Chiazese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2019). Educational Robotics in Primary School: Measuring the Development of Computational Thinking Skills with the Bebras Tasks. *INFORMATICS-BASEL*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>
- Cobo, C. (2016). *Experiencias evaluativas de tecnologías digitales en la educación*. 8.
- Cobo, C., & Montaldo, M. (2018). *Plan Ceibal in Uruguay: How do you educate in learning to decode the unknown*. 16.
- Computational Thinking Operational Definition ISTE*. (2011). https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf
- Dagien, V., & Sentance, S. (2016). It's Computational Thinking! Bebras Tasks in the Curriculum. En A. Brodnik & F. Tort (Eds.), *Informatics in Schools: Improvement of Informatics Knowledge and Perception* (Vol. 9973, pp. 28-39). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46747-4_3
- Denning, P. J. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM*, 60(6), 33-39. <https://doi.org/10.1145/2998438>

- Echevarria, M., Godoy, J. C., & Olaz, F. (2007). Gender differences in cognitive skills and academic performance in college students. *Universitas Psychologica*, *6*(2), 319-329.
- Fornichella, M. M., & Alderete, M. V. (2018). TIC en la escuela y rendimiento educativo: El efecto mediador del uso de las TIC en el hogar. *Cuadernos de Investigación Educativa*, *9*(1), 75-93. <https://doi.org/10.18861/cied.2018.9.1.2822>
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Duckworth, D., & Friedman, T. (2019). *IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 Assessment Framework*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-19389-8>
- Halpern, D. F., Benbow, C. P., Geary, D. C., Gur, R. C., Hyde, J. S., & Gernsbacher, M. A. (2007). The Science of Sex Differences in Science and Mathematics. *Psychological Science in the Public Interest*, *8*(1), 1-51. <https://doi.org/10.1111/j.1529-1006.2007.00032.x>
- Hubwieser, P., Giannakos, M. N., Berges, M., Brinda, T., Diethelm, I., Magenheimer, J., Pal, Y., Jackova, J., & Jasute, E. (2015). A Global Snapshot of Computer Science Education in K-12 Schools. *Proceedings of the 2015 ITiCSE on Working Group Reports*, 65-83. <https://doi.org/10.1145/2858796.2858799>
- Huise, S. L. (2015). *La resolución de problemas matemáticos en el contexto de los proyectos de aprendizaje*. 39, 24.
- Hyde, J. S. (2014). Gender Similarities and Differences. *Annual Review of Psychology*, *65*(1), 373-398. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115057>
- JASP TEAM. (2022). *JASP* (Version 0.16.1).
- K-12 Computer Science Framework*. (2016). <https://www.k12cs.org>
- Kline, R. B. (2015). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (Fourth edition). The Guilford Press.
- Koleszar, V., Clavijo, D., Pereiro, E., & Uruticocoechea, A. (2021). Análisis preliminares de los resultados del desafío BEBRAS 2020 en Uruguay. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, *1*(2), 17-24. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2021.n2.v1.2153>
- Kong, S.-C., & Abelson, H. (Eds.). (2019). *Computational Thinking Education*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7>
- Lin, S.-Y., Chien, S.-Y., Hsiao, C.-L., Hsia, C.-H., & Chao, K.-M. (2020). Enhancing Computational Thinking Capability of Preschool Children by Game-based Smart Toys. *ELECTRONIC COMMERCE RESEARCH AND APPLICATIONS*, *44*. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2020.101011>
- Lizitza, N., & Sheepshanks, V. (2020). Educación por competencias: Cambio de paradigma del modelo de enseñanza-aprendizaje. *RAES*, *12*(20), 89-107.
- Loh, C. E., Sun, B., & Majid, S. (2020). Do girls read differently from boys? Adolescents and their gendered reading habits and preferences. *English in Education*, *54*(2), 174-190. <https://doi.org/10.1080/04250494.2019.1610328>
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (1989). *Pensar matemáticamente*. Labor. <https://books.google.com.ec/books?id=XmGENAAACAAJ>
- Meinck, S., & Brese, F. (2019). Trends in gender gaps: Using 20 years of evidence from TIMSS. *Large-Scale Assessments in Education*, *7*(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40536-019-0076-3>
- Merino-Armero, J. M., González-Calero, J. A., & Cózar-Gutiérrez, R. (2020). Computational thinking in K-12 education. An insight through meta-analysis. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-26. Academic Search Complete.
- Mühling, A., Ruf, A., & Hubwieser, P. (2015). Design and First Results of a Psychometric Test for Measuring Basic Programming Abilities. *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 2-10. <https://doi.org/10.1145/2818314.2818320>
- Prat, C. S., Madhyastha, T. M., Mottarella, M. J., & Kuo, C.-H. (2020). Relating Natural Language Aptitude to Individual Differences in Learning Programming Languages. *Scientific Reports*, *10*(1), 3817.

- <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60661-8>
- Román-Gonzalez, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2015). *Test de Pensamiento Computacional: Diseño y psicometría general*. 7.
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2). <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Scherer, R., & Siddiq, F. (2019). The relation between students' socioeconomic status and ICT literacy: Findings from a meta-analysis. *Computers & Education*, 138, 13-32. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.011>
- Senkbeil, M., Ihme, J. M., & Wittwer, J. (2013). *The Test of Technological and Information Literacy (TILT) in the National Educational Panel Study: Development, empirical testing, and evidence for validity*. <https://doi.org/10.25656/01:8428>
- Sullivan, A., & Umaschi Bers, M. (2016). Girls, Boys, and Bots: Gender Differences in Young Children's Performance on Robotics and Programming Tasks. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 15, 145-165. <https://doi.org/10.28945/3547>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Winters, T., & Payne, T. (2005). What do students know?: An outcomes-based assessment system. *Proceedings of the 2005 International Workshop on Computing Education Research - ICER '05*, 165-172. <https://doi.org/10.1145/1089786.1089802>
- Zhu, Z. (2007). *Gender differences in mathematical problem solving patterns: A review of literature*. 17.