

Validación de contenido de una escala sobre actitudes hacia la programación y el pensamiento computacional en docentes de Primaria a partir del método Delphi

Validation of content of a scale on attitudes towards programming and computational thinking in primary school teachers using the Delphi method



Dña. Ana González-Cervera

Estudiante de Doctorado. Universidad Pontificia de Comillas, España



Dra. Olga Martín-Carrasquilla

Profesora asociada. Universidad Pontificia de Comillas, España



Dra. Yolanda González-Arechavala

Profesora propia adjunta. Instituto de investigación tecnológica. Universidad Pontificia de Comillas, España

Recibido: 2023/12/30; **Revisado:** 2024/01/08; **Aceptado:** 2024/04/08; **Online First:** 2024/04/09; **Publicado:** 2024/05/01

RESUMEN

El avance tecnológico y el cambiante panorama mundial han planteado retos y oportunidades únicos a los sistemas educativos de todo el mundo. Por ejemplo, se ha introducido en muchos currículos la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional como recoge la reciente ley educativa, LOMLOE, en España. Esta incorporación implica la preparación del profesorado en el orden metodológico, didáctico y tecnológico para afrontar este desafío. Por ello, se ha diseñado y validado una escala para medir las actitudes de los docentes de Educación Primaria hacia la programación, considerándola como un recurso para desarrollar el pensamiento computacional. La metodología empleada ha sido el método Delphi, con la participación de doce expertos con un alto nivel de competencia experta. Tras un riguroso proceso de dos rondas, se llegó a un consenso y se estableció la estructura final de la escala. La escala se compone de 33 ítems distribuidos en cinco dimensiones: autoeficacia, percepción de utilidad social, relevancia de la enseñanza para los estudiantes, interés y percepción en función del sexo. Según el panel de expertos, la escala de medición es válida para conocer el nivel de autoeficacia, interés y percepción de utilidad y relevancia de los docentes hacia la programación.

ABSTRACT

Technological advancement and the changing global landscape have presented unique challenges and opportunities to education systems around the world. For example, the teaching of programming and computational thinking has been introduced in many curricula, as reflected in the recent educational law, LOMLOE, in Spain. This incorporation implies the preparation of teachers in the methodological, didactic and technological order to face this challenge. Therefore, a scale has been designed and validated to measure the attitudes of Primary Education teachers towards programming, considering it as a resource to develop computational thinking. The methodology used was the Delphi method, with the participation of twelve experts with a high level of expert competence. After a rigorous two-round process, a consensus was reached and the final structure of the scale was established. The scale is composed of 33 items distributed in five dimensions: self-efficacy, perceived social usefulness, relevance of teaching for students, interest and gender perception. According to the panel of experts, the measuring scale is a valid instrument to determine the level of self-efficacy, interest and perception of usefulness and relevance of teachers to programming.

PALABRAS CLAVES · KEYWORDS

Escala de medición, actitud, programación, pensamiento computacional, delphi.
Measuring scale, attitude, programming, computational thinking, delphi.

1. Introducción

El rápido avance de la tecnología y el cambiante panorama mundial han planteado retos y oportunidades únicos a los sistemas educativos de todo el mundo. La introducción del marco BANI (*Brittle, Anxious, Nonlinear, Incomprehensible*) como respuesta a la naturaleza volátil e impredecible de los entornos contemporáneos ha enfatizado aún más la necesidad de enfoques innovadores para la educación (Bushuyev et al., 2023). Las instituciones educativas deben adaptarse con flexibilidad a las demandas y necesidades diferentes de los estudiantes, el profesorado y la sociedad en su conjunto. Las innovaciones tecnológicas pueden mejorar significativamente el proceso de aprendizaje y ampliar el acceso al conocimiento, ayudando a crear una cultura innovadora que fomente la creatividad, la experimentación y la colaboración (Erkkilä & Piironen, 2018). Los estudiantes deben estar preparados para un mundo que cambia rápidamente y ser capaces de aplicar sus conocimientos y habilidades en una variedad de situaciones (Mpofu, 2020).

Todo lo anterior justifica la necesidad de desarrollar un ecosistema de educación digital para mejorar las competencias digitales. Según Soria y Rivero (2019) es preciso incluir el pensamiento computacional en los currículos educativos desde la enseñanza inicial a la superior como una habilidad indispensable en la formación de los educandos, lo que implica la urgente necesidad de preparar a los docentes en el orden metodológico, didáctico y tecnológico para enfrentar este desafío (Guamán et al., 2019). En el caso de España, la Ley Orgánica por la que se Modifica la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE, 2020) ha integrado los elementos básicos del pensamiento computacional y la programación en diferentes áreas y asignaturas de Educación Primaria, Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

El profesorado es fundamental en la construcción de los aprendizajes y clave esencial en los procesos de transformación y mejora del sistema educativo (OECD, 2019). Actualmente, se enfrenta al reto de desarrollar capacidades cognitivas, prácticas y emocionales para afrontar la incertidumbre, complejidad y singularidad que caracterizan cada vez más su práctica profesional (Song, 2019). La calidad y desarrollo de la alfabetización tecnológica en las aulas dependen en gran medida de su capacidad para usar los recursos y herramientas que promueven la enseñanza del pensamiento computacional y la programación con el propósito de que puedan lograr en sus estudiantes el desarrollo de habilidades de orden superior (Greca et al., 2021). Es esencial que los docentes no solo aprendan a pensar computacionalmente ellos mismos, sino que también adquieran habilidades para enseñar al alumnado a desarrollar este tipo de pensamiento (Guamán et al., 2019).

1.1 Pensamiento computacional y programación

En la década de los años 60 y 70 del pasado siglo XX se dan los primeros pasos en la introducción de la computación y con ella la programación en el ámbito educativo (Sánchez-Vera, 2019). El concepto de pensamiento computacional es introducido por Jeannete Wing, quien expresó que “implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la ciencia de la computación. El pensamiento computacional incluye una amplia variedad de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la computación [...] representa una actitud y unas habilidades universales que todos los individuos, no sólo los científicos

computacionales, deberían aprender y usar” (Wing, 2006, p. 33-34). Este término abarca la actividad mental realizada al formular y buscar soluciones a problemas, permitiendo tanto a personas como a máquinas comprender y ejecutar tareas sin dificultad (Grover & Pea, 2018). Según, Yusoff et al., (2021) se podría definir como la competencia básica y principal para la resolución de problemas.

En la última década, la investigación sobre el pensamiento computacional ha ido creciendo en muchas direcciones, incluyendo el desarrollo de estudios empíricos centrados en los efectos sobre el aprendizaje cuando el pensamiento computacional se incorpora en diferentes disciplinas (Costa et al., 2017) o estudios sobre las perspectivas, la capacidad y la confianza del profesorado (Grgurina et al. 2014; Yadav et al., 2014).

El término "programación" implica comunicarse con un ordenador mediante un lenguaje que ambos comprenden (Papert, 1982). Supone aprender este lenguaje para interactuar y dar instrucciones específicas al ordenador. Implica dominar el lenguaje de programación para crear instrucciones que indican a un ordenador o máquina cómo resolver un problema. La presente investigación se ha centrado en la exploración de las actitudes hacia programación visual por bloques del profesorado de Primaria, una herramienta educativa que facilita la adquisición de conocimientos fundamentales en programación utilizando un lenguaje muy sencillo, como puede ser Scratch o App Inventor. El motivo de dicha elección se justifica en que se trata de un lenguaje más ajustado a las necesidades educativas de Educación Primaria y en consonancia con las disposiciones de la LOMLOE, que a partir del segundo ciclo de Primaria promueve el aprendizaje de la programación por bloques.

Kafai (2016) sostiene que tanto el pensamiento computacional como la programación son prácticas sociales y, como tales, deben practicarse dentro de una comunidad de colaboración e intercambio.

1.2. TIC y currículo en la Educación Primaria

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han impactado significativamente en el ámbito educativo, considerándose herramientas generadoras de pensamiento que proporcionan una nueva perspectiva a la educación (Quiroga, 2018). Fortalecer aspectos relacionados con la programación y el pensamiento computacional implica cultivar habilidades que contribuyan al desarrollo del razonamiento, análisis crítico, creación, toma de decisiones y resolución de problemas, competencias esenciales para la alfabetización del ciudadano del siglo XXI (Vázquez et al., 2019).

En este contexto, la LOMLOE (2020) destaca la necesidad de considerar el cambio digital que se está produciendo en nuestras sociedades y que afecta a la actividad educativa. Presta especial atención al desarrollo de la competencia digital de estudiantes de todas las etapas educativas, tanto a través de contenidos específicos como en una perspectiva transversal, haciendo hincapié en la brecha digital de género.

El Real Decreto 157/2022, enfatiza la integración de la programación y el pensamiento computacional al incluirlos en diferentes elementos del currículo, tales como los objetivos de etapa, las competencias clave, las competencias específicas y los criterios de evaluación. De esta manera, existen claras referencias en dos de las competencias clave del currículo: la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) y la competencia digital (CD), así como en los descriptores operativos del perfil de salida de

ambas competencias, con referencias explícitas a la cultura digital (descriptor STEM4) y al uso seguro, saludable, sostenible, crítico y responsable de las tecnologías digitales (CD1 a CD5). Al explorar el desarrollo curricular de la etapa de Educación Primaria, se encuentran referencias específicas a la programación y al pensamiento computacional en el área del Conocimiento del Medio Natural y Social y en otras áreas, como la Educación Artística o las Matemáticas.

La programación y el pensamiento computacional se integran en los currículos educativos españoles, incorporando sus elementos básicos en diversas áreas y asignaturas. Algunas comunidades autónomas, como la Comunidad de Madrid, lo incluyen como asignatura optativa bajo la denominación de Tecnología y robótica. Es interesante destacar que, además, estos contenidos se abordan a través de propuestas extracurriculares y extraescolares, como los campus tecnológicos.

Precisamente el interés por el pensamiento computacional y la programación, unido a la necesidad por conocer cuáles son las claves que pueden llevar a un docente a interesarse por ellas, han sido los puntos de partida de esta investigación que tiene como prioridad diseñar una escala de medición objetiva, fiable y válida, con las adecuadas características psicométricas, que mida las actitudes hacia la programación como recurso para desarrollar el pensamiento computacional de los docentes de Educación Primaria. El diseño y la construcción de la escala ha supuesto analizar las dificultades que presentan otros instrumentos pensados para este fin (Kong et al., 2018; Sun et al., 2022) de las que se obtuvo una panorámica de las dimensiones más comunes y relevantes. Es interesante resaltar que solo se ha encontrado una escala sobre las actitudes del profesorado de Primaria (Rich et al., 2020), denominada “Teacher Beliefs about Coding and Computational Thinking” (TBaCCT), traducida al español como “Creencias de los Profesores sobre Codificación y Pensamiento Computacional” (CPsCPT). Esta escala posibilita la medición de las creencias del profesorado de Educación Primaria sobre la enseñanza de la computación en sus prácticas y desarrollo profesional. Consta de 33 ítems distribuidos en cuatro factores: creencias del valor de la enseñanza, autoeficacia en la codificación, autoeficacia en el pensamiento computacional y autoeficacia en la enseñanza.

La escala ha sido diseñada a la luz de la literatura y basándonos en otras escalas (Adams et al., 2019; Altun & Kasalak, 2018; Bean et al., 2015; Cetin & Ozden, 2015; Martín-Carrasquilla, 2020; Rich et al., 2020; Sun et al., 2022; van Aalderen-Smeets & Walma van der Molen, 2013; Yadav et al., 2014). Como resultado del análisis de las dimensiones y de los ítems de las diferentes escalas, se construyó una primera versión de la escala formada por 40 ítems en el que se estructuró el constructo en cinco dimensiones, como se aprecia en la Tabla 1.

Por último, una vez determinadas las dimensiones y los ítems asociados a cada una de ellas se estructuró conceptualmente el cuestionario en cuatro partes diferenciadas: una primera que contenía los datos sociodemográficos, otra con preguntas sobre la percepción hacia la programación y el pensamiento computacional, otra con preguntas relacionadas con los apoyos y barreras contextuales y la última, con todos los ítems de las dimensiones determinadas. Se ha utilizado una escala Likert de cinco respuestas que va desde Totalmente en desacuerdo hasta Totalmente de acuerdo.

Tabla 1

Estructura de la primera versión de la escala de medición

Dimensiones (ítems)	Definición dimensión
Autoeficacia (10)	Creencias y percepciones que tienen sobre su capacidad para comprender, hacer y enseñar programación.
Utilidad (7)	Utilidad valorada para el desarrollo personal y social.
Relevancia (7)	Importancia de enseñar programación a los estudiantes de Educación Primaria.
Interés (6)	Intención de seguir formándose en su tiempo libre y enseñar programación en las asignaturas que imparten.
Gusto y Disfrute (10)	Disfrute de aprender y enseñar programación.

Para garantizar la validez de contenido de la escala diseñada, se ha empleado el método Delphi. Utilizando la técnica Delphi se intentará dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

- (P1) ¿Qué ítems y dimensiones son necesarios para conformar la escala de actitudes hacia la programación como recurso para desarrollar el pensamiento computacional según los criterios de los expertos?
- (P2) ¿Qué relación existe entre las opiniones de los expertos y la literatura existente sobre el tema de estudio?

En base a los resultados, se podrán tomar medidas para mejorar la capacitación tecnológica de las nuevas generaciones para que puedan hacer frente a las tecnologías emergentes.

2. Metodología

2.1. Justificación de la metodología

La metodología utilizada ha sido el método Delphi, una técnica de carácter cualitativo que recoge los juicios de un grupo de expertos dispersos geográficamente (Cabero, 2014; García-Ruiz & Lena-Acebo, 2018; Landeta, 2006; López-de-Arana Prado et al., 2020).

Este proceso se ha desarrollado en dos rondas consecutivas, donde el panel de expertos ha evaluado los ítems de la escala, compartiendo sus conocimientos sobre el tema. Se ha respetado el anonimato de los participantes, ya que la comunicación fue directamente entre el equipo coordinador y cada experto, sin interacción personal con otros miembros del panel. Esta confidencialidad disminuye la deseabilidad social y evita respuestas influenciadas por las aportaciones de otras personas. En cuanto al feedback controlado, el equipo coordinador ha sido responsable de analizar, organizar e interpretar las respuestas individuales del panel. Esta información se ha presentado a los expertos en

la ronda siguiente como referencia de las opiniones y contribuciones del resto del panel. Finalmente, se han realizado una serie de cálculos estadísticos (media, desviación típica, coeficiente de variación, porcentajes, coeficiente V de Aiken y límites inferior y superior) con los resultados obtenidos para conseguir unas puntuaciones grupales. En definitiva, se ha cumplido con las principales características definidas originalmente por Dalkey y Helmer (citadas en Landeta, 1999).

2.2. Criterios de selección del panel de expertos

El panel de expertos está formado por doce miembros, divididos equitativamente con seis hombres y seis mujeres. Se ha buscado asegurar una diversidad en los perfiles de los expertos, abarcando tanto aspectos profesionales—como titulación, experiencia laboral, nivel educativo al que dirigen su enseñanza, trayectoria profesional y centro o institución para la cual trabajan— como personales, incluyendo sexo y formación previa.

Aunque hay variadas perspectivas sobre cuántos expertos deberían formar el panel, diversos autores defienden que deben ser al menos siete (Landeta, 1999), siendo preferible un mínimo de diez (Akins et al., 2005).

La identificación de los miembros del panel de expertos se realizó siguiendo los criterios establecidos por Gordon (1994). Este proceso implicó la realización de búsquedas bibliográficas para localizar a autores que hubieran publicado trabajos relevantes y recientes sobre pensamiento computacional y programación. Además, se consideraron las recomendaciones por parte de conocidos con el fin de incluir a expertos cualificados en el panel. La selección de los miembros del panel de expertos se basó en el conocimiento, la experiencia práctica en la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional en centros educativos o universidades, y la disponibilidad de los expertos (López-Gómez, 2018).

2.3. Calidad del panel de expertos

Para calcular la calidad del panel de expertos se ha utilizado el índice o coeficiente de Competencia Experta (K) (Blasco et al., 2010; Cabero & Barroso, 2013; Cabero & Infante, 2014) para conocer la autoevaluación de conocimiento por parte de los expertos (Tabla 2). Se calcula con la fórmula: $K = 1/2 (K_c + K_a)$, donde K_c es el “Coeficiente de conocimiento”, basada en la autoevaluación del experto acerca de su conocimiento medido en una escala del 1 al 10 que luego se multiplica por 0.1, y K_a es el “Coeficiente de argumentación”, que se refiere a los méritos que corroboran el nivel de conocimiento del candidato. Se calcula asignando puntuaciones diversas a cada una de las fuentes de argumentación presentadas por el experto.

Tabla 2*Valores del Coeficiente de Competencia Experta de cada experto*

Expertos	Kc	Ka	K	Valoración/grupo
1	1	1	1	Alta
2	0.7	0.8	0.75	Media
3	0.9	0.9	0.9	Alta
4	0.8	0.8	0.8	Alta
5	0.9	1	0.95	Alta
6	1	1	1	Alta
7	0.9	0.8	0.85	Alta
8	1	0.9	0.95	Alta
9	1	0.9	0.95	Alta
10	0.7	0.8	0.75	Media
11	1	1	1	Alto
12	0.9	0.9	0.9	Alto
	0.9	0.9	0.9	Alta

En relación a los datos, el 83% del panel cuenta con un coeficiente de competencia experta alta y el 17% restante presenta un coeficiente de competencia media. Por lo tanto, estamos ante un Coeficiente de Competencia Experta media de 0.9, correspondiente a un nivel alto.

2.4. Desarrollo de las rondas del Delphi

Se realizó un estudio utilizando el método Delphi en dos rondas para valorar los ítems y dimensiones de la escala diseñada.

En la primera ronda, enviada el 30 de mayo de 2023, los expertos realizaron cuatro tareas: (1) completar un formulario para conocer el índice de competencia; (2) firmar el consentimiento informado; (3) valorar el grado de claridad (la redacción del ítem es correcta desde el punto ortográfico, semántico y gramatical), pertinencia (el ítem tiene coherencia con la dimensión) y relevancia (el ítem es importante para medir el constructo) de cada uno de los 40 ítems que conforman la propuesta de la escala. También, se les pidió valorar la suficiencia de los ítems para medir la dimensión correspondiente y la redacción y pertinencia de cada una de las dimensiones. Se utilizó una escala Likert con un rango de 1 a 5 para asignar puntuaciones a cada ítem, donde 1 representa la “ausencia total de la cualidad” y 5 denota “la presencia total de la cualidad”; (4) aportar sugerencias y observaciones de los ítems de la propuesta planteada.

En la segunda ronda, enviada el 24 de julio de 2023, los expertos tuvieron que valorar la nueva propuesta de ítems de la escala. A pesar de que se eliminaron varios ítems tras la primera ronda, la escala seguía contando con 40 ítems ya que se añadieron nuevos a raíz de las propuestas de los expertos y para un mejor ajuste al modelo teórico de la Teoría Cognitivo Social de la Carrera (Lent et al., 1994). Se les concedió más tiempo para responder con respecto a la primera ronda, teniendo en cuenta el cierre de las universidades y colegios por vacaciones. La ronda terminó el 24 de septiembre.

3. Análisis y resultados

Con las puntuaciones de los expertos se han calculado varias medidas para estimar el nivel de consenso, es decir, la convergencia entre las opiniones de los participantes. Tras una revisión de la literatura se resalta que no existe una única manera de estimar el consenso (López-Gómez, 2018). Entre las distintas posibilidades, las más empleadas en la práctica son: la media, mediana y desviación típica como medidas de tendencia central (Cabero, 2014; García-Ruiz & Lena-Acebo, 2018; López-de-Arana Prado et al., 2020), el rango intercuartílico (Lavallo & de Nicolas, 2017), los porcentajes (López-de-Arana Prado et al., 2020) y el coeficiente de variación como medida de dispersión (García-Ruiz & Lena-Acebo, 2018; Ortega Mohedano, 2008) que según éstos últimos autores es la prueba más adecuada. Un menor coeficiente de variación implica respuestas más homogéneas, es decir, mayor consenso.

Además, con el objetivo de asegurar la validez de contenido por criterio de jueces, existen tres pruebas: la prueba binomial, el índice simple de acuerdo y el coeficiente V de Aiken (Aiken, 1980; Aiken, 1985). De acuerdo con Ecurra (1988), quien realizó un estudio comparativo de los resultados obtenidos de estas tres pruebas, concluyó que el coeficiente V de Aiken es el más completo. Este coeficiente combina las ventajas del índice de acuerdo y la prueba binomial, que permite la contrastación estadística (Ecurra, 1988, p. 108). Además, mide la relevancia de diversos ítems a través de un conjunto de N de jueces con una magnitud distribuida en un rango de valores 0.00 a 1.00, siendo este último el que indica mayor nivel de acuerdo entre los jueces (García-Ruiz & Lena-Acebo, 2018), por lo tanto, tendrá mayor validez de contenido. Para calcular el valor de V de Aiken se ha empleado la ecuación modificada por Penfield & Giacobbi (2004).

3.1. Rondas

3.1.1. Primera ronda

Los resultados de la primera ronda están disponibles en el siguiente [enlace](#).

Los criterios de exclusión se aplicaron con menos rigurosidad en la primera ronda del Delphi que en la segunda ronda. Esta estrategia ha permitido una revisión adicional de los ítems y la toma de decisiones basadas en los datos recopilados en ambas rondas. Los criterios de exclusión se han extraído de García-Ruiz & Lena-Acebo (2018) y Miranda Morais et al., (2019), los cuales se han adaptado para ajustarse a las características específicas de la presente escala. El equipo coordinador ha fijado que para que un ítem sea eliminado definitivamente deben cumplirse al menos cuatro de los criterios de eliminación establecidos (Tabla 3) y/o que su eliminación sea sugerida por al menos dos miembros del panel de expertos. En el caso de que se incumplan menos criterios de los establecidos (4) los ítems deberán ser revisados y mejorados para ser considerados en la segunda ronda, quedando marcados para ser analizados más exhaustivamente con las puntuaciones que adquieran en la segunda ronda del Delphi. La consideración de estos criterios para la exclusión de los ítems garantiza tener en cuenta aquellos con mayor consenso entre el panel de expertos, lo cual reporta mayor rigor a la escala.

Tabla 3*Criterios de exclusión para los ítems en la primera ronda del Delphi*

Criterios de eliminación
<ul style="list-style-type: none"> • Media inferior a 3.5. • Desviación típica superior a 1.5. • Coeficiente de variación superior a 40%. • Valoraciones con puntuaciones de 4 o 5 menor al 60% de las respuestas. • Valor de V de Aiken inferior a 0.69 según lo establecido por Aiken (1985) para escalas con un rango de puntuaciones de 5 y con 12 expertos. • Solicitud de exclusión por parte de dos expertos y el grupo coordinador lo estime necesario.

A partir de las respuestas y aportaciones de los expertos se ha creado una nueva versión de la escala, ver estructura en Tabla 4.

Tabla 4*Estructura de la escala de medición tras la primera ronda*

Dimensiones (ítems)	Definición dimensión
Autoeficacia (7)	Sin modificaciones.
Utilidad social (5)	Utilidad para desarrollarse en la sociedad actual donde las competencias necesarias en el siglo XXI son: colaboración, comunicación, capacidad de pensamiento crítico y creatividad, y entre otras.
Relevancia para los estudiantes (8)	Importancia de enseñar programación a los estudiantes de Educación Primaria
Relevancia para los docentes (5)	Importancia de tener conocimientos y enseñar programación para los docentes.
Interés (8)	Intención que tiene el docente de seguir formándose y enseñar programación en las áreas que imparte.
Percepción en función del sexo (7)	Influencia del sexo en el aprendizaje y enseñanza de la programación.

El panel de expertos decidió unificar la dimensión de “Gusto y Disfrute” e “Interés” por ser similares, mientras que la dimensión de “Relevancia” se dividió en dos: Relevancia para los estudiantes y para los docentes. Igualmente, se añadió una nueva dimensión “Percepción de la programación en función del sexo” por su importancia para medir las actitudes de los docentes y porque aporta mayor valor a la escala.

A pesar de las sugerencias de redactar todos los ítems en positivo, se mantuvieron algunos en negativo siguiendo la recomendación psicométrica de Likert (1932) para evitar respuestas estereotipadas. La presencia de ítems positivos y negativos puede fomentar respuestas más cuidadosas y atentas (Morales, 2000).

3.1.2. Segunda ronda

Los resultados de la segunda ronda están disponibles en el siguiente [enlace](#).

En la segunda ronda, enviada a los doce miembros del panel, participaron diez expertos. Dos de ellos, que contribuyeron en la primera ronda, se retiraron con razones personales relevantes. A pesar de ello, el método Delphi continúa cumpliendo con los criterios de expertos recomendado (Skulmoski et al., 2007).

En esta segunda ronda los criterios de eliminación pueden verse en la Tabla 5:

Tabla 5

Criterios de exclusión para los ítems en la segunda ronda del Delphi

Criterios de eliminación
<ul style="list-style-type: none">• Media inferior a 4.• Desviación típica superior a 1.5.• Coeficiente de variación superior a 25%.• Valoraciones con puntuaciones de 4 o 5 menor al 70% de las respuestas.• Valor de V de Aiken inferior a 0.70 según lo establecido por Aiken (1985) para escalas con un rango de puntuaciones de 5 y con 10 expertos.• Diferencia entre el límite inferior y superior mayor de 0.25.• Solicitud de exclusión por parte de dos expertos y el grupo coordinador lo estime necesario.

Tras el análisis de los expertos se llevó a cabo una segunda depuración de los ítems, donde se eliminaron 10 ítems con bajo nivel de consenso o recomendaciones de eliminación. Se añadieron dos ítems en la dimensión de autoeficacia para ajustarse mejor a la medida de los cinco elementos del pensamiento computacional (abstracción, creación de algoritmos, descomposición, evaluación y generalización). También se añadió un ítem en la dimensión de utilidad social, respondiendo a un comentario de un experto para cubrir todas las competencias del siglo XXI (comunicación, colaboración, pensamiento crítico y creatividad) indicadas en la definición de la propia dimensión, ya que una de ellas no se contemplaba en ningún ítem.

Además, se optó por ajustar la escala a cinco dimensiones. La decisión de ajustar la escala a cinco dimensiones se tomó debido a que varios ítems de la cuarta dimensión, "Relevancia de la programación para los docentes", no alcanzaron un nivel de consenso satisfactorio entre los expertos. Además, se solicitó la reubicación de otros ítems. Las dimensiones finales de la escala reflejan las más utilizadas en estudios de actitudes hacia la programación (Kong et al., 2018; Mason & Rich, 2020; Rich et al., 2020; Sun et al., 2022) y son las siguientes: 1) Autoeficacia (9 ítems); 2) Utilidad social (5 ítems); 3) Relevancia de la enseñanza para los estudiantes de Educación Primaria (9 ítems); 4) Interés (6 ítems); 5) Percepción de la programación visual por bloques en función del sexo (4 ítems).

3.1.3. Cierre del Delphi

El equipo coordinador ha decidido no realizar una tercera ronda al observar una mejora significativa en las puntuaciones de los ítems en la segunda ronda. Además, de prevenir el riesgo de pérdida de participación de los expertos y sobrecargarlos con trabajo adicional. La literatura confirma esta limitación, de ahí que raramente se realicen más de dos rondas (Landeta, 1999; López-Gómez, 2018). En su lugar, se han mantenido algunos ítems en duda, con el propósito de observar cómo se comportan en el análisis exploratorio.

En el siguiente [enlace](#) se presentan los datos calculados en la primera y segunda ronda para cada una de las dimensiones y categorías (claridad, pertinencia y relevancia). Las tablas muestran la evolución del consenso entre rondas para cada uno de los ítems.

4. Discusión y conclusiones

El método Delphi empleado respeta las principales características definidas originalmente por Dalkey y Helmer (citadas en Landeta, 1999). Igualmente, se resalta un alto nivel de Competencia Experta (0.9) por parte de los expertos (Blasco et al., 2010; Cabero & Barroso, 2013; Cabero & Infante, 2014). Esta alta competencia no solo refuerza la credibilidad de los resultados obtenidos a través del juicio de expertos, sino que también garantiza la calidad de las respuestas obtenidas para configurar la escala sobre las actitudes hacia la programación.

El método Delphi implementado ha seguido un proceso riguroso de dos rondas, número común en la mayoría de aplicaciones según López-Gómez (2018). No se han requerido más rondas dado que los resultados han alcanzado un nivel de consenso significativamente alto, tal y como se puede corroborar con las distintas pruebas estadísticas realizadas. La escala, tras la depuración e incorporaciones sugeridas por los expertos ha quedado constituida por 33 ítems, de los cuales 30 de ellos se han mantenido de la segunda versión de la escala.

Se puede concluir que en opinión del panel de expertos, la escala sobre las actitudes hacia la programación y el pensamiento computacional del profesorado de Primaria, es una escala válida para conocer el nivel de autoeficacia, el interés y la percepción de utilidad y relevancia de los mismos. Entre otros motivos porque se han seguido rigurosamente las fases para el desarrollo de una escala que enuncia DeVellis (2017) citado en (Mason & Rich, 2020). La escala proporciona una herramienta innovadora y precisa para entender las actitudes de los maestros de Educación Primaria hacia la programación, abordando un área poco tratada en la investigación y mejorando los estándares de fiabilidad y validez psicométrica. Resalta la importancia del pensamiento computacional en el desarrollo profesional docente y promueve la innovación en la enseñanza. Esta escala de medición también se postula como recurso para orientar las políticas educativas y generar intervenciones que potencien las habilidades digitales del profesorado. Es crucial, sin embargo, reconocer las limitaciones de la escala. El procedimiento de consenso para eliminar o ajustar ítems puede no captar todos los elementos del concepto medido. Además, la confirmación definitiva de la estructura y la validez de la escala dependerá del análisis factorial exploratorio y confirmatorio pendiente.

La creciente integración de lo digital y de las tecnologías emergentes en educación, hace imprescindibles que el profesorado cuente con una alfabetización científico-tecnológica. De ahí, que la escala diseñada sobre las actitudes hacia la programación y el pensamiento computacional sea útil para obtener un diagnóstico y poder tomar medidas de mejora del sistema educativo así como ofrecer las respuestas necesarias que el alumnado necesita para ser digitalmente competentes ante las necesidades actuales y futuras.

Contribuciones de autores

Conceptualización, A. G.-C., O.M.-C.y Y. G.-A.; **análisis formal**, A. G.-C.; **adquisición de financiación**, A. G.-C.; **investigación**, A. G.-C., O.M.-C.y Y. G.-A.; **metodología**, A. G.-C.; **software**, A. G.-C.; **supervisión**, A. G.-C., O.M.-C.y Y. G.-A.; **validación**, A. G.-C.; **visualización**, A. G.-C., O.M.-C.y Y. G.-A.; **escritura: preparación del borrador original**, A. G.-C., O.M.-C.y Y. G.-A.; **redacción: revisión y edición**, A. G.-C., O.M.-C.y Y. G.-A.

Financiación

Esta investigación es parte de una Tesis Doctoral en la Universidad Pontificia Comillas, España. La doctoranda ha estado financiada por la Cátedra STEM Mujer, patrocinada por la Fundación Iberdrola y EMT, y recientemente se le ha concedido la ayuda para la formación del profesorado universitario del Ministerio de Universidades en España, cuyo número de referencia es FPU22/00480.

Referencias

- Adams, C., Cutumisu, M., Yuen, C., Hackman, L., Lu, C., & Samuel, M. (2019). *Callysto Computational Thinking Test (CCTt) for Teachers [Measurement Instrument]*. [Online] <https://www.callysto.ca/>
- Aiken, L. R. (1980). Content Validity and Reliability of Single Items or Questionnaires. *Educational and Psychological Measurement*, 40(4), 955-959. <https://doi.org/10.1177/001316448004000419>
- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients for Analyzing the Reliability and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131-142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Akins, R. B., Tolson, H., & Cole, B. R. (2005). Stability of response characteristics of a Delphi panel: application of bootstrap data expansion. *BMC Medical Research Methodology*, 5(1), 37. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-5-37>
- Altun, A., & Kasalak, I. (2018). Perceived self-efficacy scale development study related to block-based programming: Scratch case. *Education Technology Theory and Practice*, 8(1), 209-225. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v4i1.59>
- Bean, N., Weese, J., Feldhausen, R., & Bell, R. S. (2015). Starting from scratch: Developing a pre-service teacher training program in computational thinking. 2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). <https://doi.org/10.1109/FIE.2015.7344237>

- Blasco, J. E., López, A., & Mengual, S. (2010). Validación mediante método Delphi de un cuestionario para conocer las experiencias e interés hacia las actividades acuáticas con especial atención al windsurf. *Ágora para la Educación Física y el Deporte*, 12(1), 75-96.
- Bushuyev, S., Bushuyeva, N., Murzabekova, S., & Khussainova, M. (2023). Innovative development of educational systems in the BANI environment. *Scientific Journal of Astana IT University*, 104-115. <https://doi.org/10.37943/14ynsz2227>
- Cabero, J. (2014). Formación del profesorado universitario en TIC. Aplicación del método Delphi para la selección de los contenidos formativos. *Educación XX1*, 17(1). <https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.10707>
- Cabero, J., & Barroso, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el Coeficiente de competencia experta. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 65(2), 25-38. <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/brp.2013.65202>
- Cabero, J., & Infante, A. (2014). Empleo del método Delphi y su empleo en la investigación en comunicación y educación. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 48 <https://doi.org/10.21556/edutec.2014.48.187>
- Cetin, I., & Ozden, M. Y. (2015). Development of computer programming attitude scale for university students. *Computer applications in engineering education*, 23(5), 667-672. <https://doi.org/10.1002/cae.21639>
- Costa, E. J. F., Campos, L. M. R. S., & Guerrero, D. D. S. (2017). Computational thinking in mathematics education: A joint approach to encourage problem-solving ability. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*. <https://doi.org/10.1109/fie.2017.8190655>
- Erkkilä, T., & Piironen, O. (2018). *Rankings and global knowledge governance: Higher education, innovation and competitiveness*. Palgrave Macmillan.
- Escurra, L. M. (1988). Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. *Revista de Psicología*, 6(1-2), 103-111. <https://doi.org/10.18800/psico.198801-02.008>
- García-Ruiz, M. E., & Lena-Acebo, F. J. (2018). Aplicación del método Delphi en el diseño de una investigación cuantitativa sobre el fenómeno FABLAB. *Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, (40), 129-166. <https://doi.org/10.5944/empiria.40.2018.22014>
- Gordon, T. J. (1994). *The Delphi method*. United Nations University.
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla J. & Arriassecq I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1) 1802. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802
- Grgurina, N., Barendsen, E., Zwaneveld, B., Veen, K. v., & Stoker, I. (2014). Computational thinking skills in dutch secondary education. Proceedings of the 14th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. <https://doi.org/10.1145/2674683.2674704>

- Grover, S., & Pea, R. (2018). Computational thinking: A competency whose time has come. In S. Sentance, E. Barendsen & C. Schulte (Eds.), *Computer science education. perspectives on teaching and learning in school* (pp. 19-38). Bloomsbury Academic.
- Guamán Gómez, V. J., Daquilema Cuásquer, B. A., & Espinoza Guamán, E. E. (2019). El pensamiento computacional en el ámbito educativo. *Revista Sociedad & Tecnología*, 2(1), 59-67. <https://doi.org/10.51247/st.v2i1.69>
- Kafai, Y. B. (2016). From computational thinking to computational participation in k--12 education. *Communications of the ACM*, 59(8), 26-27. <https://doi.org/10.1145/2955114>
- Kong, S., Chiu, M. M., & Lai, M. (2018). A study of primary school students' interest, collaboration attitude, and programming empowerment in computational thinking education. *Computers and Education*, 127, 178-189. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.026>
- Landeta, J. (1999). *El método Delphi: una técnica de previsión para la incertidumbre*. Ariel.
- Landeta, J. (2006). Current validity of the Delphi method in social sciences. *Technological Forecasting & Social Change*, 73, 467-482. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.09.002>
- Lavalle, C., & de Nicolas, V. L. (2017). Peru and its new challenge in higher education: Towards a research university. *PLoS ONE*, 12(8), e0182631. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182631>
- Lent, R. W., Brown, S., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79-122. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. Recuperado de <https://bit.ly/46iano7>
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitude. *Archives of Psychology*, 140, 44-53.
- López-de-Arana Prado, E., Aramburuzabala Higuera, P., & Opazo Carvajal, H. (2020). Diseño y validación de un cuestionario para la autoevaluación de experiencias de aprendizaje-servicio universitario. *Educación XX1*, 23(1), 319-347. <https://doi.org/10.5944/educxx1.23834>
- López-Gómez, E. (2018). El método Delphi en la investigación actual en educación: Una revisión teórica y metodológica. *Educación XX1*, 21(1), 17-40. <https://doi.org/10.5944/educXX1.20169>
- Martín-Carrasquilla, O. (2020). *Las actitudes hacia la ciencia en la educación STEM en niños de 10-14 años. Diseño y validación de un instrumento de medida*. [Tesis Doctoral, Universidad Pontificia Comillas]. <http://hdl.handle.net/11531/52849>
- Mason, S. L., & Rich, P. J. (2020). Development and analysis of the Elementary Student Coding Attitudes Survey. *Computers and education*, 153, 103898. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103898>
- Miranda Morais, M., Burguera Condon, J. L., Arias Blanco, J. M., & Peña Suárez, E. (2019). Inclusión, diversidad y equidad: diseño y validación de un cuestionario de opinión dirigido al profesorado de

- orientación educativa (IDEC-O). *Revista investigación educativa*, 37(2), 505-524.
<https://doi.org/10.6018/rie.37.2.333891>
- Morales, P. (2000). *Medición de actitudes en psicología y educación*. 2ª Edición. Universidad Pontificia Comillas.
- Mpofu, V. (2020). A Theoretical Framework for Implementing STEM Education. En K. G. Fomunyan (Eds.), *Theorizing STEM Education in the 21st Century*. IntechOpen.
- OECD (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2020*. Recuperado de 2023 de <https://bit.ly/47pZMZc>
- Ortega Mohedano, F. (2008). El método Delphi, prospectiva en Ciencias Sociales a través del análisis de un caso práctico. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 63, 31-54. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20612981004>
- Papert, S. (1982). *Desafío a la mente: computadoras y educación*. 2.º Ed. Galápagos.
- Penfield, R. D., & Giacobbi, P. R. (2004). Applying a Score Confidence Interval to Aiken's Item Content-Relevance Index. *Measurement in physical education and exercise science*, 8(4), 213-225. https://doi.org/10.1207/s15327841mpee0804_3
- Quiroga, L. P. (2018). La robótica: Otra forma de aprender. *Revista de Educación y Pensamiento*, 25, 51-64. <https://bit.ly/3sVY0fj>
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, 52, de 2 de marzo de 2022.
- Rich, P. J., Larsen, R. A., & Mason, S. L. (2020). Measuring Teacher Beliefs about Coding and Computational Thinking. *Journal of Research on Technology in Education*, 53(3), 296-316. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1771232>
- Sánchez-Vera, M. M. (2019). El pensamiento computacional en contextos educativos: una aproximación desde la Tecnología Educativa. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 23, 24-39. <https://doi.org/10.7203/realia.23.15635>
- Skulmoski, G. J., Hartman, F. T., & Krahn, J. (2007). The Delphi Method for Graduate Research. *Journal of Information Technology Education*, 6, 1-21. <https://doi.org/10.28945/199>
- Song, M. (2019). Integrated stem teaching competencies and performances as perceived by secondary teachers in South Korea. *International Journal of Comparative Education and Development*, 22(2), 131-146. <https://doi.org/10.1108/ijced-02-2019-0016>
- Soria, V., E. & Rivero, P. C. (2019). Pensamiento computacional: una nueva exigencia para la educación del siglo XXI. *Revista Espaço Pedagógico*, 26(2), 323-337. <https://doi.org/10.5335/rep.v26i2.8702>
- Sun, L., Hu, L., & Zhou, D. (2022). Programming attitudes predict computational thinking: Analysis of differences in gender and programming experience. *Computers and education*, 181, 104457. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104457>

- van Aalderen-Smeets, S., & Walma van der Molen, J. (2013). Measuring Primary Teachers' Attitudes Toward Teaching Science: Development of the Dimensions of Attitude Toward Science (DAS) Instrument. *International journal of science education*, 35(4), 577-600. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.755576>
- Vázquez, A., Bottamedi, J. & Brizuela, M. L. (2019). Pensamiento computacional en el aula: el desafío de los sistemas educativos de Latinoamérica. RIITE. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7, 26-37. <http://dx.doi.org/10.6018/riite.397901>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambruch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14 (1), 1–16. <http://dx.doi.org/10.1145/2576872>
- Yusoff, K. M., Ashaari, N. S., Wook, T. S. M. T., & Ali, N. M. (2021). Validation of the Components and Elements of Computational Thinking for Teaching and Learning Programming using the Fuzzy Delphi Method. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(1), 80-88. <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120111>