



TESIS DOCTORAL

**El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.**

Jesús Acevedo Borrega

Programa de Doctorado en Innovación en Formación del Profesorado.

Asesoramiento, Análisis de la Práctica Educativa y TIC en Educación

2022



TESIS DOCTORAL

**El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias,
desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.**

Jesús Acevedo Borrega

Programa de Doctorado en Innovación en Formación del Profesorado. Asesoramiento,
Análisis de la Práctica Educativa y TIC en Educación

Conformidad del Director:

Fdo.: Jesús Valverde Berrocoso

Esta tesis cuenta con la autorización del director de la misma y de la Comisión Académica del programa. Dichas autorizaciones constan en el Servicio de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Extremadura.

2022

Dedicatoria

Dedicado a quienes me queréis y cuidáis de mi,
estéis cerca o lejos una parte de este viaje es vuestro,
espero os sintáis orgullosos y orgullosas

Agradecimientos Personales

Tengo que agradecer a muchas personas haber llegado hasta aquí. Pero con permiso de todas ellas, en primer lugar me gustaría escribir unas líneas de agradecimiento a la persona que comenzó siendo un profesor, un guía, un referente, para terminar convirtiéndose en un compañero, un amigo, quien se preocupa de ti, te cuida y te protege. En definitiva, no es un solamente tutor o director, es la persona que abrió camino y estaba ahí para todo. Gracias Jesús.

«Pa mis muchachas», como diría Christina Aguilera, y es que unas personas tan duras como yo fueron las que me enseñaron todo este *flow*. Juntas crearon un lugar donde las alegrías se multiplican por mil, las penas se llevan mejor y el consuelo, los besos y vítores nunca faltan. Sin vosotras esto no hubiera sido posible, gracias a mi Grupo “L@s Desafectad@s”. Gracias Ana, Carmina, Carmen y Rosa, nótese el orden alfabético, porque todas son responsables en igual medida.

En 2016 el Laboratorio de Videojuegos NodoPlay lo formábamos dos personas, hoy lo forman muchas más. Y tengo que agradecerles a todas y cada una de las personas que lo conforman por hacer de mi lugar de trabajo un sitio donde da gusto ir. Una segunda casa, un refugio en la vorágine del día a día. Gracias por todos los momentos sin los cuales el camino hubiera sido mucho más duro.

A las chicas de rojo, animadoras inagotables de esta aventura. Gracias a todas por vuestro cariño y apoyo, sobre todo por esas charlas bajo el sol que conseguían romper con el resto. Eso sí, permitidme agradecer en especial a Mercedes, porque sin ella nada hubiera sido igual, ni los días buenos ni los malos.

Agradecer a mi Grupo de Investigación cuanto me han enseñado, cuanto han compartido conmigo. He aprendido mucho de vosotras y vosotros y parte de mis logros nacen de las semillas que un día plantasteis. Sois un grupo muy heterogéneo y todas y todos habéis tenido algo que aportarme.

No es fácil cambiar de país, mucho menos viajar al otro lado del océano atlántico, y sentirte como si estuvieras en casa. Y así es como me sentí todos y cada uno de los días que estuve allí. Y eso fue gracias a mi familia de Chile, abrieron sus puertas, sus hogares, sus familias y me recibieron como a uno más. Una familia donde aprendí mucho de lo que hago hoy en día y de la que me siento muy orgulloso, en especial del «Profe» Marcelo y de quien me abrió las puertas del país, de su trabajo y de su casa, siempre en el corazón: Graciela.

A los treinta miembros del panel de expertos. Sin vosotros y vosotras no hubiera podido llevar a cabo mi segunda investigación. Algunos os conocía personalmente, mas a otros ha sido un placer conocerlos. Gracias a vuestras aportaciones he comprendido aún más este universo educativo que es el Pensamiento Computacional.

Gracias, Rubén. Nunca podré olvidar mi primer congreso, mi primera comunicación y mi primer póster; y de eso la culpa es únicamente tuya. Me mostraste posibilidades que nunca me planteé e hice cosas que jamás pensé que podría realizar. Plantaste unas semillas que han ido floreciendo poco a poco.

A la familia que se hereda, fuente inagotable de energía. Habéis sido muy pacientes conmigo; con esas largas temporadas sin vernos, sin saber de mi (más de lo normal). Se que ha sido duro, pero no os habéis enfadado y siempre estáis ahí. Mamá, Dany y «Tita» nunca me cansaré de daros las gracias, lo he hecho siempre y ahora, con el viaje terminado, con más razón. Y a los que ya no estáis a mi lado, papá, abuela y abuelo, simplemente espero que os sintáis orgullosos de la persona que he llegado a ser.

A la familia política, porque ya son muchos años a nuestras espaldas y nunca han faltado las palabras de aliento, los abrazos y las sonrisas. Desde «el infierno está lleno de buenas intenciones» a «focalízate en lo bueno», gracias M.^a José.

A la familia que no se hereda, que se elige. Sufridores incansables de: “No puedo, tesis”, “He de decir que no, tesis”, “Me encantaría, pero tesis”. Sois pocos y de muchos lugares, pero sois los mejores. Mis compañeros y compañeras de travesuras Myky, Marta, Jorge, Karen y Javi, gracias por estar siempre ahí, siempre. En especial a Chris, que ha sufrido como ninguno mi lado oscuro.

A Alberto, «*Always*», pues siempre lo he dicho y siempre lo diré: «sacas la mejor versión de mi». Si esta Tesis Doctoral tiene algo bueno, has sido el responsable de hacerlo aflorar. Y esa parte, siempre te la debo a ti.

A todas esas personas que me quieren y cuidan como Marisol, Ciro, Beatriz, Cati o M.^a Ángeles. Y es que sois muchas y muchos los que habéis compartido este largo caminar junto a mi. Sentir que una parte, grande o pequeña, también es vuestra. No lo dudes y date por aludido o aludida porque mientras escribo cada palabra estoy pensando en ti.

Y por último, a Ohana o mi Piña favorita.

¡Gracias!

Agradecimientos Institucionales

La realización de la presente Tesis Doctoral ha sido posible a través de los siguientes apoyos institucionales:

- Ayuda del Programa de Formación de Profesorado Universitario (FPU) con código FPU15/05730 de la Convocatoria publicada por Resolución de 19 de noviembre de 2015 (BOE de 27 de noviembre) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Ayudas de Movilidad para Estancias Breves en Otros Centros Españoles y Extranjeros y para Traslados Temporales a Centros Extranjeros del Subprograma de Formación de Profesorado Universitario (FPU) con código EST17/00928 por Resolución de 27 de octubre de 2017 (BOE de 07 de septiembre) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.



Índice

Capítulo 1. La Odisea.....	25
1.1. Lo que aún no Existe.....	27
1.2. Los Preparativos.....	28
1.3. El Viaje.....	34
PRIMERA PARTE. LA BIBLIOTECA DE ALEJANDRÍA.....	37
Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional.....	39
2.1. ¿Qué es el Pensamiento Computacional?.....	48
2.1.1. Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas.....	51
2.1.2. Procesos Específicos del Pensamiento Computacional.....	54
2.1.2.1. <i>Dimensión Conceptual</i>	54
2.1.2.2. <i>Dimensión Práctica</i>	55
2.1.2.3. <i>Dimensión Perspectiva</i>	56
2.2. ¿Cómo se Desarrolla el Pensamiento Computacional?.....	58
2.2.1. Sin Tecnología.....	61
2.2.1.1. <i>Lápiz y Papel</i>	62
2.2.1.2. <i>Juegos de Mesa</i>	63
2.2.2. Con Tecnología.....	66
2.2.2.1. <i>Programación Visual</i>	66
2.2.2.2. <i>Robótica Educativa</i>	72
2.2.2.3. <i>Inteligencia Artificial</i>	76
Capítulo 3. Realidad Educativa del Pensamiento Computacional.....	77
3.1. Situación del Pensamiento Computacional a nivel Internacional.....	79
3.2. España y el Pensamiento Computacional.....	86
3.3. Extremadura ante el Reto del Pensamiento Computacional.....	91
3.4. Iniciativas para la promoción del Pensamiento Computacionales.....	93
3.4.1. Bebras.....	94
3.4.2. Centros de Profesores y de Recursos de Extremadura.....	95
3.4.3. Code Club.....	96
3.4.4. CodeWeek.....	96
3.4.5. Code.org.....	97
3.4.6. CoderDojo.....	98
3.4.7. CódigoEx.....	98

3.4.8. Coding pirates.....	99
3.4.9. Escuela del Pensamiento Computacional.....	99
3.4.10. E3x.....	100
3.4.11. EURobotics League.....	101
3.4.12. First LEGO League.....	101
3.4.13. HispaRob.....	102
3.4.14. NCC Extremadura.....	103
3.4.15. Olimpiada Internacional de Informática.....	103
3.4.16. ProgramaMe.....	105
3.4.17. Programamos.....	106
3.4.18. Robocampeones.....	106
3.4.19. Sistema THEAD.....	107
3.4.20. School Computing.....	107
3.4.21. Technovation.....	108
SEGUNDA PARTE. EL FARO DE ALEJANDRÍA.....	109
Capítulo 4. Marco Metodológico.....	111
4.1. Objetivos de la Investigación.....	114
4.2. Planteamiento Metodológico.....	115
Primer Estudio. La Trilogía de Atenas Revisión Sistemática de la Literatura.....	117
Capítulo 5. Metodología.....	119
5.1. Fase I: Identificar.....	126
5.1.1. Revisión de Revisiones.....	126
5.1.2. Preguntas de Investigación.....	135
5.1.3. Criterios de Elegibilidad.....	138
5.2. Fase II: Cribar.....	138
5.2.1. Búsqueda.....	138
5.2.2. Selección.....	141
5.3. Fase III: Incluir.....	143
5.3.1. Codificación.....	143
5.3.2. Síntesis de Datos: Técnicas de Análisis Documental.....	144
Capítulo 6. Resultados.....	147
6.1. Marco Conceptual.....	149
6.1.1. ¿Cuál es la Relación Conceptual Alrededor del Término Pensamiento Computacional?.....	149

6.2. Características Documentales.....	155
6.2.1. ¿Cuál es la distribución de los artículos según las dimensiones del Pensamiento Computacional y su posición en la base de datos?.....	155
6.2.2. ¿Cuáles y cómo son las interacciones y relaciones existentes entre las autorías?....	157
6.2.3. ¿Cuáles son las temáticas desde las que están publicados los artículos?.....	164
6.2.4. ¿Cuál es la distribución geográfica de las publicaciones y su relación con su inclusión o no en el currículum oficial?.....	165
6.2.5. ¿Cuáles son las metodologías de investigación y el tamaño de las muestras?.....	169
6.3. Dimensión Pedagógica.....	173
6.3.1. ¿Cuáles son los niveles educativos y áreas de conocimiento implicados?.....	173
6.3.2. ¿Cuáles son las características metodológicas para el desarrollo del Pensamiento Computacional?.....	178
6.3.3. ¿Cuáles son las herramientas didácticas utilizadas para el desarrollo del Pensamiento Computacional?.....	183
6.3.4. ¿Son formados en Pensamiento Computacional los docentes participantes en las prácticas?.....	187
Segundo Estudio. El Oráculo de Delfos Estudio Prospectivo Delphi.....	189
Capítulo 7. Metodología.....	191
7.1. Fase 1: Identificar.....	197
7.2. Fase 2: Diseñar.....	199
7.2.1. Panel de Expertos.....	200
7.3. Fase 3: Debatir.....	205
7.3.1. Herramienta para la Recogida de Datos.....	205
7.3.1.1. Aspectos Éticos.....	207
7.3.1.2. Módulo 01 – Concepto Pensamiento Computacional.....	208
7.3.1.3. Módulo 02 – Impacto del Pensamiento Computacional.....	209
7.3.1.4. Módulo 03 – Currículum y Pensamiento Computacional.....	210
7.3.1.5. Módulo 04 – Formación del profesorado y Pensamiento Computacional.....	211
7.3.1.6. Módulo 05 – Experiencias y referentes sobre Pensamiento Computacional. .	212
7.3.2. Análisis de Datos.....	213
Capítulo 8. Resultados.....	215
8.1. Índice de Competencia Experta.....	217
8.2. Primera Iteración – Debate Abierto.....	221
8.2.1. ¿Qué es para usted el “Pensamiento Computacional”?.....	221
8.2.2. Identifique, al menos tres, ideas o conceptos que considere que están vinculados estrechamente con su visión del "Pensamiento Computacional" y justifíquelo.....	223

8.2.3. ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes considera que el "Pensamiento Computacional" puede desarrollar en las personas?.....	224
8.2.4. ¿Cuál cree que es la relevancia del "Pensamiento Computacional" para la formación en competencias del estudiante del siglo XXI?.....	227
8.2.5. ¿Cómo cree que se debería enseñar y aprender "Pensamiento Computacional"? .	228
8.2.6. ¿Qué recursos (herramientas, aplicaciones, materiales) considera que son los más adecuados para enseñar y aprender "Pensamiento Computacional"?.....	230
8.2.7. ¿Cree que debería incluirse el "Pensamiento Computacional" en el currículo oficial de la educación obligatoria (Primaria y ESO)? ¿Por qué?.....	231
8.2.8. ¿Qué implicaciones cree que tendría la introducción del "Pensamiento Computacional" en el sistema educativo?.....	232
8.2.9. ¿Qué barreras, limitaciones o amenazas considera más probables en la formación del profesorado sobre "Pensamiento Computacional"?.....	233
8.2.10. ¿Considera que el "Pensamiento Computacional" debería ser un componente de la Competencia Digital Docente? Argumente su respuesta.....	236
8.2.11. ¿Cuáles son las condiciones de calidad que deberían darse en la formación del profesorado sobre "Pensamiento Computacional"?.....	236
8.2.12. Describa una o más experiencias educativas de ámbito regional, nacional o internacional sobre "Pensamiento Computacional" que considere muy destacadas (incluya, en su caso, direcciones web).....	238
8.2.13. Identifique personas, grupos, asociaciones, organismos o instituciones que destaquen por su labor educativa con relación al "Pensamiento Computacional".....	240
8.3. Segunda Iteración – Debate Cerrado.....	242
8.3.1. Clasificación de ideas en torno al concepto de Pensamiento Computacional.....	245
8.3.2. Jerarquía de acciones en función de su relación con el Pensamiento Computacional.	247
8.3.3. Ordenación de competencias en función de su relevancia respecto al Pensamiento Computacional.....	249
8.3.4. Ordenación de habilidades básicas en función de su importancia para el Pensamiento Computacional.....	251
8.3.5. Ordenación de habilidades de pensamiento en función de su relevancia para el Pensamiento Computacional.....	253
8.3.6. Ordenación de habilidades transversales en función de su vinculación con el Pensamiento Computacional.....	255
8.3.7. Jerarquía de motivaciones que justifican la puesta en práctica del Pensamiento Computacional.....	257
8.3.8. Secuencia de estrategias educativas para un aprendizaje idóneo del Pensamiento Computacional.....	259
8.3.9. Jerarquía de diferentes modalidades de introducción del Pensamiento Computacional en la educación.....	261
8.3.10. Ordenación de amenazas que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.....	263

8.3.11. Valoración de barreras que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.....	265
8.3.12. Jerarquía de limitaciones que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.....	267
8.3.13. Clasificación de condiciones previas a la introducción del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.....	269
TERCERA PARTE. EL ÁGORA DE ALEJANDRÍA.....	273
Capítulo 9. Discusión y Conclusiones.....	275
9.1. Discusión Primer Estudio.....	277
9.2. Discusión Segundo Estudio.....	283
9.3. Conclusiones.....	292
9.3.1. PI1 ¿Cómo se ha conceptualizado el Pensamiento Computacional?.....	293
9.3.2. PI2 ¿Cómo se ha incluido el Pensamiento Computacional en el currículo académico?	293
9.3.3. PI3 ¿Cómo se trabaja el Pensamiento Computacional actualmente en la práctica educativa?.....	294
9.3.4. PI4 ¿Qué iniciativas se llevan a cabo para promover el Pensamiento Computacional?	294
9.3.5. PI5 ¿Cómo se forman los docentes para incluir el Pensamiento Computacional en su práctica educativa?.....	295
9.3.6. PI6 ¿Qué recursos didácticos se utilizan para desarrollar el Pensamiento Computacional?.....	295
9.3.7. PI7 ¿Cuáles son las expectativas del Pensamiento Computacional en la educación del futuro?.....	296
Capítulo 10. Limitaciones, Prospectiva y Difusión.....	301
10.1. Limitaciones.....	303
10.2. Prospectiva.....	305
10.3. Difusión.....	307
APÉNDICES.....	311
Referencias Bibliográficas.....	313
Anexos.....	351
Anexo I – Codificación Revisión Sistemática de la Literatura.....	353
Anexo II – Recursos obtenidos de la Revisión Sistemática de la Literatura.....	354
Anexo III – Consentimiento Informado.....	355
Anexo IV – Respuestas Debate Abierto.....	357
Anexo V – Respuestas Debate Cerrado.....	358

Anexo VI – Análisis JASP.....	359
Anexo VII – Recursos obtenidos del Estudio Prospectivo Delphi.....	360
Anexo VIII – Recursos Pensamiento Computacional.....	361

Índice de Tablas

Tabla 1: Procesos específicos del Pensamiento Computacional.....	57
Tabla 2: Situación de los currículos de 17 países de la Unión Europea en torno al desarrollo del PC.....	84
Tabla 3: Inclusión del Pensamiento Computacional en el currículo oficial de las Comunidades Autónomas de España.....	87
Tabla 4: Desarrollo metodológico de la Tesis Doctoral.....	116
Tabla 5: Resultados Búsquedas RSL Previas.....	128
Tabla 6: Ámbitos, preguntas y criterios de codificación inicial.....	137
Tabla 7: Panel de Expertos.....	201
Tabla 8: Panel de Especialistas.....	202
Tabla 9: Panel de Facilitadores.....	203
Tabla 10: Panel de Usuarios.....	204
Tabla 11: Índice de Competencia Experta del Panel en la primera iteración.....	218
Tabla 12: Índice de Competencia Experta del Panel en la segunda iteración.....	219
Tabla 13: Índice de respuesta en la primera iteración.....	221
Tabla 14: Resultados de la categorización de las respuestas a la cuestión PI3.....	224
Tabla 15: Resultados de la categorización de las respuestas a la cuestión PI9.....	233
Tabla 16: Resultados de la categorización de las respuestas a la cuestión PI11.....	237
Tabla 17: Resultados de la categorización de las respuestas a la cuestión PI12.....	239
Tabla 18: Resultados de la categorización de las respuestas a la cuestión PI13.....	240
Tabla 19: Índice de respuesta en la segunda iteración.....	242
Tabla 20: Items valorados con la máxima puntuación para cada una de las 13 preguntas.....	243
Tabla 21: Items valorados con la mínima puntuación para cada una de las 13 preguntas.....	244
Tabla 22: Ideas en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor preferencia.....	244
Tabla 23: Acciones con relación al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor relación.....	248

Tabla 24: Competencias relacionadas al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor relevancia.....	250
Tabla 25: Habilidades básicas del Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor importancia.....	252
Tabla 26: Habilidades de Pensamiento entorno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor relevancia.....	254
Tabla 27: Habilidades transversales en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor vinculación.....	256
Tabla 28: Motivación entorno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor relevancia.....	258
Tabla 29: Estrategias educativas para un aprendizaje óptimo del Pensamiento Computacional ordenadas de inicio a fin.....	260
Tabla 30: Modalidades de introducción del Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor preferencia.....	262
Tabla 31: Amenazas en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor amenaza.....	264
Tabla 32: Barreras en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor dificultad.....	266
Tabla 33: Limitaciones en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor limitación.....	268
Tabla 34: Condiciones previas en torno a la introducción del Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor importancia.....	270

Índice de Figuras

Figura 1: Versión de LOGO implementada en World of Warcraft.....	46
Figura 2: Modelo iterativo para la resolución de problemas.....	52
Figura 3: Ciclo de pensamiento creativo.....	53
Figura 4: Representación gráfica de la evolución del consumidor a productor.....	59
Figura 5: Representación del modelo de juego Duelo de CodyRoby.....	64
Figura 6: Juego de mesa Moon: 1110011.....	65
Figura 7: Interfaz Scratch 3.0.....	69
Figura 8: Interfaz ScratchJr.....	71
Figura 9: Modelo para el desarrollo de las habilidades del Pensamiento Computacional haciendo uso de robótica.....	73
Figura 10: Robot Educativo Codi Oruga.....	74
Figura 11: Robots Educativos LEGO Mindstorms.....	75
Figura 12: Comparativa de los términos: Pensamiento Computacional, Robótica Educativa y Programación Visual.....	80
Figura 13: Integración del Pensamiento Computacional en el currículo educativo de los países de la Unión Europea.....	85
Figura 14: Mapa de frecuencia de búsqueda del término Pensamiento Computacional.....	88
Figura 15: Mapa de frecuencia de búsqueda del término Programación Visual.....	89
Figura 16: Mapa de frecuencia de búsqueda del término Robótica Educativa.....	89
Figura 17: Pilares para incentivar el Pensamiento Computacional.....	93
Figura 18: Pilares de una competición de IOI.....	104
Figura 19: Proceso Revisión Sistemática de la Literatura siguiendo los estándares de PRISMA.....	123
Figura 20: Modelo para el desarrollo de las habilidades del Pensamiento Computacional.....	131
Figura 21: Diagrama de flujo del proceso de selección de la literatura.....	141
Figura 22: Nube de palabras generada con NVivo 12 a partir de la frecuencia de palabras.....	150
Figura 23: Mapa de co-ocurrencia por palabras clave (mínimo frecuencia 2). Elaborada con VOSViewer.....	151

Figura 24: Red conceptual de nodos y subnodos en base a las tres dimensiones del Pensamiento Computacional.....	153
Figura 25: Distribución de artículos por cada dimensión del Pensamiento Computacional, nivel Q y base de datos. Elaborado con RAWGraphs.....	155
Figura 26: Número de publicaciones según la calidad de la revista.....	156
Figura 27: Número de artículos por año de publicación.....	157
Figura 28: Mapa de co-autoría de los artículos en posesión de DOI. Elaborado con Litmaps...	158
Figura 29: Mapa de co-autoría de los artículos. Elaborado con VOSViewer.....	159
Figura 30: Clusters de co-autoría en base a los artículos. Elaborado con VOSViewer.....	160
Figura 31: Nivel de calidad de los artículos según su revista y su relación con el género de los autores. Elaborado con RAWGraphs.....	162
Figura 32: Distribución de artículos por área temática de las revistas científicas.....	164
Figura 33: Distribución de artículos según disciplinas de las revistas científicas.....	165
Figura 34: Número de publicaciones por continente.....	166
Figura 35: Número de artículos científicos por país donde se realizó la práctica.....	167
Figura 36: Número de artículos científicos por país donde se desarrolló la investigación.....	168
Figura 37: Número de publicaciones por enfoque metodológico.....	169
Figura 38: Número de artículos científicos según la metodología de su investigación.....	170
Figura 39: Frecuencia de artículos en base a enfoque y metodología.....	171
Figura 40: Distribución de publicaciones según la muestra de sus prácticas.....	172
Figura 41: Distribución de publicaciones científicas en base al tipo de práctica desarrollada....	173
Figura 42: Número de artículos científicos según el nivel educativo al que van dirigido sus investigaciones.....	174
Figura 43: Distribución de publicaciones según el área de conocimiento.....	175
Figura 44: Número de publicaciones según la asignatura en la que desarrollan el Pensamiento Computacional.....	176
Figura 45: Distribución de artículos científicos según la asignatura en la que desarrollan el Pensamiento Computacional.....	177
Figura 46: Distribución de artículos según el tipo de recurso utilizado para desarrollar el Pensamiento Computacional.....	178
Figura 47: Niveles Educativos relacionados con tipo de recursos. Elaborado con RAWGraphs.	179

Figura 48: Resultados obtenidos por las investigaciones de los artículos.....	180
Figura 49: Red conceptual de nodos y subnodos en base a los tipos de recursos usados para el desarrollo del Pensamiento Computacional.....	183
Figura 50: Número de tipos de recursos utilizados en las publicaciones.....	184
Figura 51: Distribución de artículos científicos cuyas prácticas formaron a los docentes.....	187
Figura 52: Proceso Delphi de dos iteraciones.....	195
Figura 53: Distribución porcentual de las preferencias de los expertos/as sobre ocho ideas sobre Pensamiento Computacional (1=más preferida y 7=menos preferida).....	247
Figura 54: Distribución porcentual de las relaciones de los expertos/as sobre quince acciones relacionadas con el Pensamiento Computacional (1=más relación y 7=menos relación).....	249
Figura 55: Distribución porcentual de la relevancia otorgada por los expertos/as sobre la relación de las competencias con el Pensamiento Computacional (1=más relevancia y 7=menos relevancia).....	251
Figura 56: Distribución porcentual de la importancia otorgada por los expertos/as sobre habilidades básicas relacionadas con el Pensamiento Computacional (1=más importancia y 7=menos importancia).....	253
Figura 57: Distribución porcentual de la relevancia otorgada por los expertos/as sobre Habilidades de Pensamiento relacionadas con el Pensamiento Computacional (1=más relevancia y 7=menos relevancia).....	255
Figura 58: Distribución porcentual de la vinculación otorgada por los expertos/as sobre habilidades trasversales en torno al Pensamiento Computacional (1=más vinculación y 7=menos vinculación).....	257
Figura 59: Distribución porcentual de la relevancia otorgada por los expertos/as sobre la motivación generada por el Pensamiento Computacional (1=más relevancia y 7=menos relevancia).....	259
Figura 60: Distribución porcentual de las estrategias educativas ordenadas por los expertos/as de principio a fin (1=paso inicial y 7=paso final).....	261
Figura 61: Distribución porcentual de las modalidades de introducción del Pensamiento Computacional ordenadas por los expertos/as (1=más preferida y 7=menos preferida).....	263
Figura 62: Distribución porcentual de las amenazas en torno al Pensamiento Computacional ordenadas por los expertos/as (1=mayor amenaza y 7=menor amenaza).....	265
Figura 63: Distribución porcentual de las barreras en torno al Pensamiento Computacional ordenadas por los expertos/as (1=mayor dificultad y 7=menor dificultad).....	267
Figura 64: Distribución porcentual de las limitaciones en torno al Pensamiento Computacional ordenadas por los expertos/as (1=mayor limitación y 7=menor limitación).....	269

Figura 65: Distribución porcentual de las importancia otorgada por los expertos/as sobre cinco condiciones previas a la introducción del Pensamiento Computacional (1=mayor importancia y 7=menor importancia).....	271
Figura 66: Marco teórico para el desarrollo del Pensamiento Computacional (Procesos, Relaciones y Habilidades) - PC_prh.....	298

Capítulo 1. La Odisea

La Odisea del poeta Homero son un conjunto de 24 cantos en los que se narra el viaje de vuelta de Ulises finalizada la guerra de Troya. Un regreso reflejo de los ascensos y descensos que viven hasta los inalcanzables héroes de antaño, pero que son necesarios para forjar la leyenda. Bajo este símil se plantea un viaje de aprendizaje y desarrollo personal con la realización de la presente tesis doctoral. Así, mirar al futuro, teniendo en cuenta el pasado y sin olvidar el presente.

1.1. Lo que aún no Existe

Cuando se alza la vista intentado vislumbrar lo que depara el futuro es cada vez más complicado alcanzar a comprender cómo será según nos alejamos. Así se configura uno de los mayores retos de la educación: prepararnos para lo desconocido. Y es que desde que comienza nuestra andadura educativa con los primeros pasos en Educación Infantil hasta que somos hombres y mujeres miembros de la sociedad pasan más de 20 años.

Una realidad que evoluciona a una velocidad cada vez más acelerada por los nuevos descubrimientos e investigaciones. Un mundo tecnológico que es distinto al de ayer y lo será al de mañana necesita de una educación distinta a la del pasado y mejor cada día. En definitiva, un sistema vivo capaz de amoldarse con rapidez a las necesidades de los futuros ciudadanos de nuestra sociedad.

La dificultad de un futuro incierto requiere de una educación basada en desarrollar las competencias de los discentes, con ánimo de que sepan hacer frente a sus futuros problemas y dificultades. Es por ello que desarrollar esas habilidades en el presente es fundamental para

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

lograr el objetivo. Así, la creatividad, la innovación o el emprendimiento, entre otras muchas más, se convierten en herramientas fundamentales para un docente que desea desarrollar tales competencias.

1.2. Los Preparativos

Todo viaje tiene un comienzo, un tiempo en el que sin saberlo o siendo consciente te preparas para embarcarte y partir. Un tiempo y un espacio determinados que sitúan al investigador en un contexto específico que ha de ser abordado en profundidad antes de iniciar el trabajo de investigación.

La primera vez que escuché hablar del Pensamiento Computacional fue hace ya 7 años; en el año 2015 Jesús Valverde Berrocoso me preguntó si sabía lo que era ese concepto y ante mi ignorancia sobre el tema ya teníamos línea de investigación para mi Trabajo Fin de Grado. Así, vio la luz “Lenguajes de Programación Visual en Educación Primaria: *Scratch* y *ScratchJr*”, una investigación que diseccionaba el *software* de Mitchel Resnick (Resnick et al., 2009) para enseñar Pensamiento Computacional: *Scratch*. A través de una programación por bloques, se simplifica el proceso de programación tradicional, permitiendo el acceso a la programación desde edades tempranas. Aún no lo sabía, pero ese fue el año en el que comenzó mi viaje para convertirme en Doctor, una persona experta en determinados saberes. El barco partía y la Odisea ya no se podía parar.

Finalizado el Grado de Educación Primaria, con mención en lenguas extranjeras: Inglés, comencé el Máster Universitario de Educación Digital. en el cual todos los trabajos académicos, ponencias, disertaciones, exposiciones, etc. eran dirigidos hacia el Pensamiento Computacional.

La mejor prueba de ello sería el Trabajo Fin de Máster titulado “El pensamiento computacional en la educación obligatoria. Una revisión sistemática de la literatura” (Acevedo-Borrega, 2017), una investigación que fue alojada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Extremadura “Dehesa”, la cual ha sido observada en más de 550 ocasiones y descargada más de 1.800 veces.

En octubre de 2016 firmaba mi contrato como Personal Docente e Investigador en Formación para la Universidad de Extremadura, gracias a la Ayuda del Programa de Formación de Profesorado Universitario (FPU15/05730), financiada por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, y entraba a formar parte del Grupo de Investigación Nodo Educativo (sej035). Ese mismo año comenzó a tomar forma el Laboratorio de Videojuegos Nodoplay al que a día de hoy sigo ligado y en el que se implementó “como línea de innovación el uso de la programación visual y direccional y robótica educativa” (Fernández-Sánchez et al., 2020, p. 52) para formar a estudiantes de los Grados de Educación Infantil y Primaria en Pensamiento Computacional. Fruto de esa participación en mayo de 2018 obteníamos la “Ayuda a Grupos” de investigación (GR18071), financiado por la Junta de Extremadura, que permitiría implementar muchas de las acciones llevadas a cabo con posterioridad. Asimismo, juntos conseguimos la financiación para el proyecto “Nómadas del Conocimiento en contextos pedagógicos emergentes: Cartografiando prácticas disruptivas en Educación Secundaria” (FundaciónCOTEC-2017), financiado por la Fundación COTEC. Los resultados de ese proyecto están disponibles en el Laboratorio Nomadis¹ donde se puede comprobar cómo enriqueció mi crecimiento profesional, sino también el desarrollo de mi especialización en Pensamiento Computacional dado que una gran porcentaje de las prácticas recogidas tienen relación con dicho campo.

1 <https://labnomadis.com>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Ese mismo año, concretamente en septiembre, realicé una estancia en el Centro de Investigación en Educación y Desarrollo (CIEDE) de la Universidad Católica de la Santísima Concepción de la mano del Doctor Marcelo Careaga Butter. Gracias a la Ayuda de Movilidad para Estancias breves en otros Centros Españoles y Extranjeros y para Traslados Temporales a Centros Extranjeros del Subprograma de Formación al Profesorado Universitario (FPU) con referencia: EST17/00928, financiado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Como resultados obtenidos tras la realización de aquella estancia breve, durante las dos primeras semanas, se realizó la organización y desarrollo del VI Congreso Internacional de Videojuegos y Educación, al mismo tiempo que se entré a formar parte de tres proyectos en los que el IP es coordinador o colaborador:

- Pirámide de Necesidades para el Ciudadano Digital, basada en aplicaciones de un Ambiente Virtual Enriquecido de Aprendizaje, para prefigurar un paradigma educativo distribuido.
- Desarrollando Habilidades TIC para el Aprendizaje: implementando planes de integración de TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Desarrollo de la Habilidad del Siglo XXI de Colaboración: Aprendizaje e Innovación a través de la aplicación de un modelo de asociación universidad-escuela.

El primero, "Pirámide de Necesidades para el Ciudadano Digital, basada en aplicaciones de un Ambiente Virtual Enriquecido de Aprendizaje, para prefigurar un paradigma educativo distribuido" es un proyecto altamente vinculado a la tesis doctoral debido a la importancia que tiene el desarrollo del Pensamiento Computacional en el cambio de paradigma educativo y, por

supuesto, en las necesidades del Ciudadano Digital. Además, permitió el replanteamiento de varias cuestiones teóricas desde un nuevo enfoque.

El segundo, "Desarrollando Habilidades TIC para el Aprendizaje: implementando planes de integración de TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje" es un proyecto no estrechamente vinculado con la Tesis Doctoral, pero sí con el desarrollo de mi carrera profesional. El currículum oficial de Chile, al igual que el de España, incluyen habilidades y competencias digitales que el estudiantado debe desarrollar; sin embargo, no existen protocolos para comprobar el desarrollo de las mismas, exceptuando al final del proceso. Con este proyecto se han desarrollado dos herramientas para la evaluación de las habilidades y competencias de forma práctica en dos niveles educativos diferenciados en 4 años, en los que poder realizar las intervenciones necesarias para mejorar.

El tercero, "Desarrollo de la Habilidad del Siglo XXI de Colaboración: Aprendizaje e Innovación a través de la aplicación de un modelo de asociación universidad-escuela" es un proyecto no vinculado inicialmente al desarrollo de la tesis doctoral, pero en el cual introdujimos el Pensamiento Computacional a través de la Programación Visual. Se incluyó la herramienta *Scratch*, no contemplada inicialmente, para el desarrollo y evaluación de las habilidades del siglo XXI en estudiantes de enseñanza básica y universidad. Con todo ello, no sólo fue posible conocer la realidad educativa chilena y los proyectos de investigación del centro receptor, sino que, además, se produjo un intercambio académico y formativo, mejorando la producción científica en un ámbito internacional.

En febrero de 2019 comenzamos con el proyecto "Plan integral de Educación Digital (PIED) para la mejora de los resultados de aprendizaje en Educación Primaria y Secundaria".

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Un proyecto, que aunque no posee un estrecho vínculo con los estudios doctorales, está relacionado estrechamente con mi carrera profesional. En la actualidad, el proyecto está en proceso, pero con el trabajo realizado se puede afirmar el enriquecimiento profesional no sólo con conocimientos, sino con el recurso más importante: las personas.

En el año 2020 tuvimos la suerte de lograr otro proyecto más con la financiación de la Fundación COTEC: “Forge of Destiny: Videojuego Interactivo para la detección de Noticias Falsas en la era de la posverdad”. Un proyecto, aún en desarrollo, que está vinculado con mi especialización en Pensamiento Computacional a través del desarrollo técnico del mismo. La programación realizada con RPG Maker MZ, no es sino la expresión de un problema general que se secciona en problemas más concretos a resolver, el Pensamiento Computacional en su estado más puro. Fruto de este proyecto es el artículo científico “Desinformación y multialfabetización: una revisión sistemática de la literatura” publicado en la revista Comunicar.

Mas el año 2020 también nos trajo el reconocimiento a la práctica docente llevada a cabo durante los últimos tres años. La Asociación Espiral, Educación y Tecnología premió con la Peonza de Oro en la categoría Adultos/Universidad la experiencia “Los Últimos Días de la Magia: una narrativa inspirada y ambientada en el universo de Harry Potter”. En la cual los estudiantes desarrollaron sus habilidades, relacionadas con el Pensamiento Computacional, a través de la práctica de la programación visual.

Y recientemente, ese mismo año, tuvo lugar mi incorporación al Grupo de Innovación Docente «Nodo Innova». La Universidad de Extremadura (UEX), en su deseo por incentivar la innovación educativa, puso en práctica esta iniciativa con el objetivo de fomentar la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en sus títulos apostando por la renovación del modelo

educativo, lo cual se tradujo en la creación de Grupos de Innovación Docente y en proyectos del mismo calado. Así, pude participar en tres proyectos de Innovación docente:

- Misión OGETEA: Sistema gamificado para una asignatura de Máster online.
- Proyecto "JANO": Materiales educativos digitales orientados a las prácticas académicas de los grados en educación.
- Nodo Future Classroom Lab: Diseño y desarrollo de experiencias de aprendizaje en el Aula del Futuro.

Fue con el segundo proyecto con el que se desarrolló un recurso educativo con eXeLearning titulado “Iniciación al Pensamiento Computacional”². Una forma de iniciarse, como profesional o estudiante, a través de preguntas algunas de ellas son: ¿qué es? ¿qué relación tiene con la programación visual? ¿es interesante incluirlo en educación? ¿cómo lo desarrollamos? o ¿cómo lo introducimos en un aula? De esta manera un docente en activo o un futuro docente en formación pueden enriquecerse sobre el Pensamiento Computacional de forma completamente autónoma.

Esta escalada en el viaje, bajo un breve resumen, supuso un gran crecimiento profesional y académico que se traduce en: 6 proyectos I+D+i competitivos y uno no competitivo, 5 proyectos de Innovación Docente, una estancia en un Centro I+D+i de la República de Chile, la dirección de 7 Trabajos Fin de Grado y 3 Trabajo Fin de Máster, 3 artículos científicos, 6 capítulos de libro, llevado a cabo más de 10 talleres de trabajo, más de 25 ponencias en Congresos Internacionales, más de 80 congresos, seminarios y cursos y dos premios a la Innovación Docente. Un currículum profesional y académico que es fruto del trabajo personal,

² <https://bit.ly/3duVaHG>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

pero que nunca habría sido posible sin la ayuda de mi tutor, mi grupo de investigación, mis amigas y amigos y mis compañeras y compañeros de trabajo. Y es así, como llego a esta última etapa de mi doctorado a punto de finalizar esta odisea tan especial.

1.3. El Viaje

Todo buen viaje se caracteriza por estar bien planeado, tener una buena ruta de navegación es sinónimo de un viaje inolvidable. Por tanto, evitando seguir el ejemplo de La Odisea de Homero esta aventura tan particular tiene cinco localizaciones bien establecidas, por las que se desarrollarán las diferentes etapas en busca del conocimiento. Y, aunque en momentos nos sintiéramos perdidos como Homero siguiendo la ruta marcada al final llegamos a buen puerto.

Nuestra primera parada tendrá lugar en la antigua Biblioteca de Alejandría, pues no hay mejor lugar en la Grecia Clásica para buscar el conocimiento más actual. Así, podremos desentrañar los entresijos del Pensamiento Computacional a través no sólo de sus autores más destacables como los doctores Seymour Papert, Mitchel Resnick o Jeannette Marie Wing, sino de los últimos avances y teorías para el desarrollo de los mismos a través de la educación.

Bajo este contexto, enriquecido por tanto conocimiento, partiremos hacia nuestro nuevo destino guiados por el Faro de Alejandría. El cual, con su potente luz, nos ayudará a cruzar el mar Mediterráneo y llegar a la imponente ciudad de Atenas. Paseando por sus empedradas calles hasta caminar por la calle Panepistimiou, donde encontraremos La Trilogía de Ateniense. El lugar donde se produce la conjunción de la Universidad Propilea, la Academia de Atenas y la Biblioteca Nacional, el lugar perfecto para buscar las últimas experiencias educativas que buscan

desarrollar el Pensamiento Computacional. Allí, podremos recopilar y analizar todo cuanto se realiza para, de esta forma, realizar una revisión sistemática de la literatura de los últimos cinco años.

Una vez analizado el presente y el pasado la pregunta más obvia que todo investigador podría hacerse es: ¿qué nos deparará el futuro?, o más concretamente, ¿Qué le deparará el futuro al Pensamiento Computacional? Y, este enigma llevará nuestros pasos hacia Delfos. Allí, construido en honor del dios Apolo nos encontraremos con el Oráculo de Delfos para intentar discernir lo que el destino tiene escrito para este concepto, el Método Delphi y el panel de expertos se convertirán en nuestros aliados. El lugar donde a través del debate y el consenso conseguiremos dar respuesta a todas esas preguntas que nos acompañaron hasta esta etapa del viaje.

Resueltas las cuestiones acerca del futuro del Pensamiento Computacional, nuestra pequeña odisea nos llevará a nuestro destino final. El Ágora de Alejandría es el sitio elegido para discutir sobre todo aquello que se ha aprendido. Las conclusiones, las limitaciones o la prospectiva, entre otros, tendrán lugar en esta última etapa del viaje hacia la especialización, hacia el doctorado.

PRIMERA PARTE.

LA BIBLIOTECA DE ALEJANDRÍA

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

Llegado el momento, el ser humano tuvo la imperiosa necesidad de comunicarse con la máquina Balagurusamy (2009). Fue entonces cuando los primeros lenguajes de programación comenzaron a evolucionar; códigos y símbolos de alto nivel de complejidad sustituyeron el lenguaje binario usado por los ordenadores. En la década de los sesenta se crearía BASIC, el primer lenguaje pensado para iniciarse en la programación textual.

En este contexto es donde comienza a germinar la idea de incluir la programación informática dentro del aula. Haciendo uso de herramientas educativas, creando asignaturas nuevas, trabajando a través de un contenido transversal, elaborando un proyecto educativo o, sencillamente, como un recurso didáctico más. Puede parecer que estos debates o iniciativas tengan como base un escenario actual, pero hace ya más de cincuenta años, aproximadamente, cuando comienzan a gestarse dichas propuestas.

En los años sesenta, un matemático llamado Seymour Papert co-fundó el *Massachusetts Institute of Technology (MIT) Artificial Intelligence Laboratory* con su compañero Marvin Minsky. Discípulo de Jean Piaget hacia el que ha mostrado su respeto y admiración en múltiples ocasiones. Para Papert (1999), Piaget fue el primero en abordar el estudio del pensamiento infantil de manera formal, llegando afirmar que Piaget “is revered by generations of teachers inspired by the belief that children are not empty vessels to be filled with knowledge [...] but active builders of knowledge—little scientists who are constantly creating and testing their own theories.” (Papert, 1999, p. 105).

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tras cinco años trabajando con Piaget, en 1964, queda prendado de esta teoría, por la cual los niños y niñas son constructores activos de su aprendizaje (Papert, 1980). Y, aunque no aceptaba todas las hipótesis de Piaget, creía fervientemente que se explicaban correctamente el desarrollo cognitivo humano. Las investigaciones de Piaget apoyaban el uso educativo de la programación informática, dada su vinculación con el desarrollo cognitivo de los educandos que están expuestos a dicha actividad.

Para Pea y Kurland (1984) la contribución de Papert a las habilidades matemáticas viene determinada por su relación con la informática, estableciendo una relación que, aunque no es necesaria, sustenta la una a la otra. Asimismo, la interconexión que puede establecerse entre la forma de programar y la resolución de problemas en el entorno próximo del estudiantado permite un incremento de las habilidades relacionadas con el razonamiento analógico, fomentando un uso interdisciplinar de las habilidades involucradas en dicho proceso.

Papert's (1980) constructionism is rooted in Piaget's (1954) constructivism – which conveys the idea that the child actively builds knowledge through experience – and the related “learn-by-doing” approach to education. While Piaget's (1954) theory was developed to explain how knowledge is constructed in an individual's mind, Papert (1980) expands on it to focus on the ways that internal constructions are supported by constructions in the world, including through the use of computers and robotics. (Bers et al., 2014, p. 146)

De esta forma Papert desarrolló en 1967 la primera versión de LOGO. Un lenguaje de programación que fue diseñado como una herramienta para aprender geometría (Lye & Koh, 2014). Una nueva herramienta que no se desarrolló, únicamente, bajo las teorías de Piaget, si no

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

que también podemos encontrar sus raíces epistemológicas en el “Pedagogical Activism of 19th century, aroused from Dewey (1938) and inherited by authors like Montessori (1950), Decroly et al. (1973), Claparède (1971) and in Constructionism (Papert 1980, 1986)” (Ronsivalle et al., 2019, p. 228).

LOGO fue diseñado como un entorno virtual de programación visual (Logo Computer Systems Inc, 1999), en el que los discentes deben resolver un problema, realizar elecciones, experimentar, comprobar las soluciones y, en definitiva, construir su aprendizaje (Watt, 1982). basado en cuatro principios básicos, a saber: modularidad, extensibilidad, interactividad y flexibilidad. Y, aunque la gran mayoría de investigaciones que se realizaron con LOGO fueron en el campo de las matemáticas; también se estudió su impacto en otras áreas como lengua, concretamente en las conversaciones, las habilidades lingüísticas y en el vocabulario (Moreno-León, Robles, et al., 2016).

La actividad del software, por tanto, no se basa exclusivamente en aprender un lenguaje de programación, sino que permitía aprender aspectos relacionados con las áreas de matemáticas, lengua, música, ciencia y, por supuesto, arte. Era un sistema sencillo, apto para los no versados, incluidos las niñas y niños. Sin embargo, aunque en 1966 los ordenadores eran escasos, grandes y aislados, LOGO inspiró a las siguientes generaciones.

Después de LOGO existieron otras iniciativas, sin embargo, no se desarrollaron con la misma amplitud (Lye & Koh, 2014). El entorno más conocido fue «Turtle», un artefacto similar a una tortuga que podía moverse a voluntad del usuario sobre una superficie. Cada movimiento era recogido e interpretado como un recorrido. Finalmente, el itinerario terminaba siendo una forma definida. Este proceso era desarrollado únicamente con dos órdenes: «*forward*» and

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

«right». Esa «tortuga» había sido confeccionada para superar las barreras que el lenguaje de programación tradicional, incluidos los lenguajes más sencillos diseñados para comenzar en el mundo de la programación, presentaba a los usuarios (Resnick et al., 2009). Los futuros lenguajes debían cumplir tres ideas básicas: sintaxis sencilla y adaptada al discente, las actividades debían estar conectadas con sus intereses y experiencias, y, por último, debía permanecer en un contexto cercano al discente.

En poco tiempo, la «tortuga» se transformó en pájaros, coches, aviones o cualquier otro diseño que se deseara en base a los intereses del estudiante. Su uso fue cada vez mayor con la llegada de los ordenadores personales en los primeros años de los setenta. El recorrido vio su esplendor con la publicación de Seymour Papert de «*Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*» (1980), una publicación que expuso el potencial del que disponía LOGO. Será en esta misma época cuando Logo Computer Systems saque al mercado LOGOWriter, una versión de LOGO con procesamiento de textos, que fue implementado en varias lenguas y se hizo popular a nivel mundial.

Dicho renombre tuvo que ser compartido con LEGO LOGO, ya que Mitchel Resnick desarrolló un sistema para conectar el lenguaje de programación que el usuario desarrollaba, a través del software, con el mundo real. Motores, luces o sencillos sensores podían dar vida a construcciones realizadas con los bloques de LEGO y otros elementos.

We do this by designing a series of microworlds. The Turtle World was a microworld, a "place," a "province of Mathland," where certain kinds of mathematical thinking could hatch and grow with particular ease. The microworld was an incubator. Now we shall

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

design a microworld to serve as an incubator for Newtonian physics. (Papert, 1980, p. 125)

Al comienzo de la década de los noventa, apareció una nueva versión denominada «MicroWorlds», creada por Logo Computer Systems Inc. (LCSI). Aunque la versión incluía nuevas extensiones de dibujo, editores de forma, melodía y la posibilidad de importar gráficos y sonidos, el verdadero avance de esta versión fue la posibilidad de multitarea o procesamiento paralelo. Poder realizar varios procesos al mismo tiempo era posible en LOGO, pero de una forma muy compleja frente a la naturalidad de «MicroWorlds».

High-school students have used StarLogo to create and explore a variety of decentralized microworlds. One pair of students programmed the motion of cars on a highway, exploring how and why traffic jams form. [...] My observations of the students, along with self-observations of my own StarLogo projects, provided me with ideas for improving StarLogo as a language -and, more important, insights into how people think (and how, given new tools, they might think) about decentralized systems. [...] Inside the classroom, a growing number of educators are recognizing the value of child-centered approaches to learning, transforming the teacher from a central authority figure into a catalyst, coach and collaborator. (Resnick, 2002, pp. 6-10)

Tras ello, se suceden una serie de versiones que mantienen la idea inicial de Seymour Papert viva, aunque el proyecto inicial dejara de evolucionar. Aproximadamente, son más de trescientas las versiones de LOGO que han tenido una vida limitada o que continúan en la actualidad. Finalmente en 2004, un nuevo entorno digital educativo continuará con la senda marcada por LOGO, aunque en esta ocasión se le denominará «*Scratch*», un nuevo lenguaje de

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

programación basado en los cuatro principios básicos originales que nacerá de «Lifelong Kindergarten Group» en los laboratorios de MIT Media Lab. Utilizando bloques de programación, como hizo en su día «LOGO Blocks».

En el año 1980 Papert era consciente de las limitaciones tecnológicas de aquellos años y, por tanto, la imposibilidad de un desarrollo profundo y a gran escala. Sin embargo, no solo concibió el Pensamiento Computacional, sino que predijo su futuro, nuestra realidad actual, “Their visions of how to integrate computational thinking into everyday life was insufficiently developed. But there will be more tries, and more and more.» (Papert, 1980, p. 182).

Figura 1

Versión de LOGO implementada en World of Warcraft



Nota. La figura representa la adaptación de LOGO como misión dentro del videojuego *World of Warcraft* en su parche 8.0.1.27291, 2018, Blizzard.

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

Y es que, no sólo se crearon mejores versiones de LOGO, también se incluyó en el día a día como se puede observar en la Figura 1 o como decía Papert (1980) “«Sesame Street» might offer better and more engaging explanations than a child can get from some parents or nursery school teachers” (p. 20) llegaría a la televisión, en esta ocasión de la mano de Apple+ y Barrio Sésamo.

Ahora, 40 años después, podemos confirmar sus palabras así como lo acertado de sus afirmaciones. Y es que sus investigaciones y aportaciones a la inteligencia colectiva hace que muchos le consideren el «padre» del Pensamiento Computacional. Persistente como un eco constante, pero no definido. Será en el año 2006 cuando el concepto Pensamiento Computacional comienza a cobrar una entidad en si misma gracias a la que se considera su «madre», Jeannette Marie Wing.

Nacida en 1956, actualmente es directora del Instituto de Ciencias de Datos de la Universidad de Columbia. Aunque ha sido Vicepresidenta de Microsoft Research y directora de la Fundación Nacional para la Ciencia. Directora de múltiples proyectos de investigación, con una larga carrera de estudios. En 2006 publicó la comunicación titulada «*Computational Thinking*» en la que, con tan sólo tres páginas, puso nombre y apellidos al concepto. Un punto de inflexión en la historia, pero ¿cómo se ha definido el concepto de Pensamiento Computacional?

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

2.1. ¿Qué es el Pensamiento Computacional?

Como ocurre con cualquier concepto creado por el ser humano, este sufre cambios o evoluciones que van ligados a los avances realizados en el campo de estudio. La definición de Pensamiento Computacional ha evolucionado hacia un consenso generalizado. Estudiado desde diferentes ópticas (Román-González, 2016), a saber: genéricas, operativas, psicológico-cognitivas y educativo-curriculares, el concepto ha mantenido un rumbo hacia la convergencia. Dado que para ser útil “[...] a definition must ultimately be coupled with examples that demonstrate how computational thinking can be incorporated in the classroom. Research regarding the implementation of computational thinking skills in informal education also provides valuable insights.” (Barr & Stephenson, 2011, p. 50).

En el año 2009, la Asociación de Profesores de Ciencias Computacionales y la Sociedad Internacional de Tecnología Educativa (CSTA & ISTE) elaboró una definición «operativa» sobre el Pensamiento Computacional basada en las características del concepto: Formular problemas de manera que nos permita utilizar un ordenador para ayudar a resolverlos.

El pensamiento computacional es la capacidad de formular y solucionar problemas apoyándose en los conceptos fundamentales de la computación, y usando la lógica inherente a los lenguajes informáticos de programación: secuencias o direcciones básicas, bucles, condicionales, funciones, y variables. (Román-González, 2016, p. 163)

Cuando hablamos de Pensamiento Computacional la gran mayoría de personas focalizan el concepto no sólo en las ingenierías, la informática o la ciencia computacional (Duncan & Bell,

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

2015; Heintz et al., 2016; Hubwieser et al., 2015); sino también en un nivel educativo superior como Educación Secundaria Obligatoria o estudios superiores. Una preconcepción que provoca que la mayoría de docentes tenga la falsa creencia de que el Pensamiento Computacional está relacionado únicamente con la programación (Israel et al., 2015).

Computational thinking is based on processes, either by a human or a machine. The methods and computational models allow solving problems and designing systems that we could not do alone. Therefore it comes to using a computer to solve a series of problems through problem representation, prediction, and abstraction (Sáez-López et al., 2016, p. 131)

Se trata de definiciones que vinculan el Pensamiento Computacional con las Ciencias Computacionales, la Informática y las ingenierías. Este tipo de definiciones profundizan en la idea de vincular el concepto a una determinada parte de la sociedad. Sin embargo, aunque las definiciones que hemos observado son posteriores al texto de Wing (2006) la investigadora estipulo que en el Pensamiento Computacional los conceptos de Ciencia Computacional se encuentran al servicio de la resolución de problemas y no al revés.

Computational thinking involves solving problems, designing systems and understanding of human behavior, using the fundamental concepts of computer science. [...] Computational thinking is reformulating a seemingly difficult problem into one we know how to solve, perhaps by reduction, embedding, transformation, or simulation. (Wing, 2006, p. 33)

Así, diferentes autores a lo largo de los años fueron alejándose de esas definiciones herméticas hacia definiciones más aperturistas que buscaban la inclusión del Pensamiento

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Computacional en la resolución de cualquier tipo de problema complejo descompuesto en problemas más sencillos para la obtención de una posible solución (Barr & Stephenson, 2011; Basogain Olabe et al., 2018; Brennan & Resnick, 2012; Cuny et al., 2010; Lye & Koh, 2014; Vee, 2013).

El cambio en la formulación de la definición de Pensamiento Computacional llevó a una nueva concepción alejada de la programación y más cercana a una forma de pensar. “More modern definitions of CT elaborate on the idea that problems and solutions can be proposed in terms of an information processing agent, including some precise definitions of CT related skills.” (Estevez et al., 2019, p. 179028). No se trata de aprender a pensar como un ordenador, se trata de aprender a resolver problemas humanos. Por tanto, no se trata de un aprendizaje memorístico si no de una habilidad fundamental. O, en palabras de Wing (2006) “For everyone, everywhere.” (p. 35).

Este nuevo rumbo provocó que el Pensamiento Computacional comenzará a influir en múltiples disciplinas (Bundy, 2007). Biología, Estadística, Astronomía o Economía son algunas de las áreas en las que ya existen múltiples investigaciones relacionadas con el Pensamiento Computacional (Wing, 2008). Sin embargo, aún quedan disciplinas en las que se trabaja con lo que se denomina el «Pensamiento Computacional Simple».

Por tanto, para realizar una definición actual del termino esta deberá contemplar que en un contexto educativo, el desarrollo del Pensamiento Computacional en los discentes les lleva a comprender cómo funciona aquello que se cuestionan. Ofreciéndoles las herramientas necesarias para resolver problemas complejos (Johnson et al., 2014).

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

If computational thinking will be used everywhere, then it will touch everyone directly or indirectly. This raises an educational challenge. If computational thinking is added to the repertoire of thinking abilities, then how and when should people learn this kind of thinking and how and when should we teach it? (Wing, 2008, p. 3720)

Revisada la evolución sufrida el concepto de Pensamiento Computacional a lo largo de los años y cómo está definido en la actualidad. ¿Qué características tiene el Pensamiento Computacional que ayudan a resolver un problema?

2.1.1. Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas

Se puede definir el concepto de problema de múltiples formas, para la civilización griega se trataba de un obstáculo que impedía acceder a nuestro interés o para Jonassen (2011) se trata de un asunto que debe ser analizado y resuelto. En definitiva, una cuestión surgida del contexto cercano que requiere de un proceso de resolución para obtener una respuesta óptima. Si existen diferentes formas de enunciar un problema, es lógico pensar que existen diferentes procesos cognitivos para resolverlos.

Así, se pueden identificar múltiples modelos para la resolución de problemas como el modelo clásico de Newell y Herbert (1972) denominado «General Problem Solver», el conocido por sus siglas «IDEAL» de Bransford y Stein (1993) o uno de los más conocidos, no por su autor Pólya y Conway (2004), si no por su aplicación en el mundo de las matemáticas: comprender el problema, diseñar un proceso de resolución, llevarlo a cabo y comprobar el resultado.

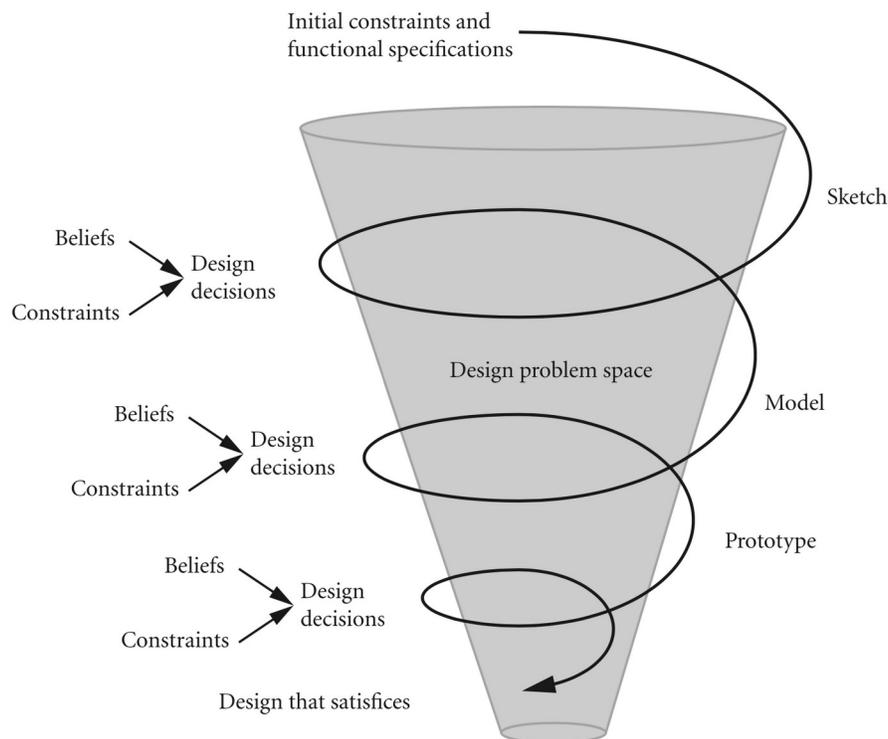
Sin embargo, todos los modelos contemplan un proceso sistemático y lineal, que no contemplan la posibilidad de múltiples opciones de resolución, el contexto, las limitaciones y

El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

decisiones. Es por ello que Jonassen (2011) propone un modelo de resolución de problemas, Figura 2, al cual denomina «Iterative Design Process».

Figura 2

Modelo iterativo para la resolución de problemas



Nota. La figura representa un proceso iterativo para la resolución de problemas. Obtenido de *Iterative design process* (p.144), por Jonassen, 2011, Routledge.

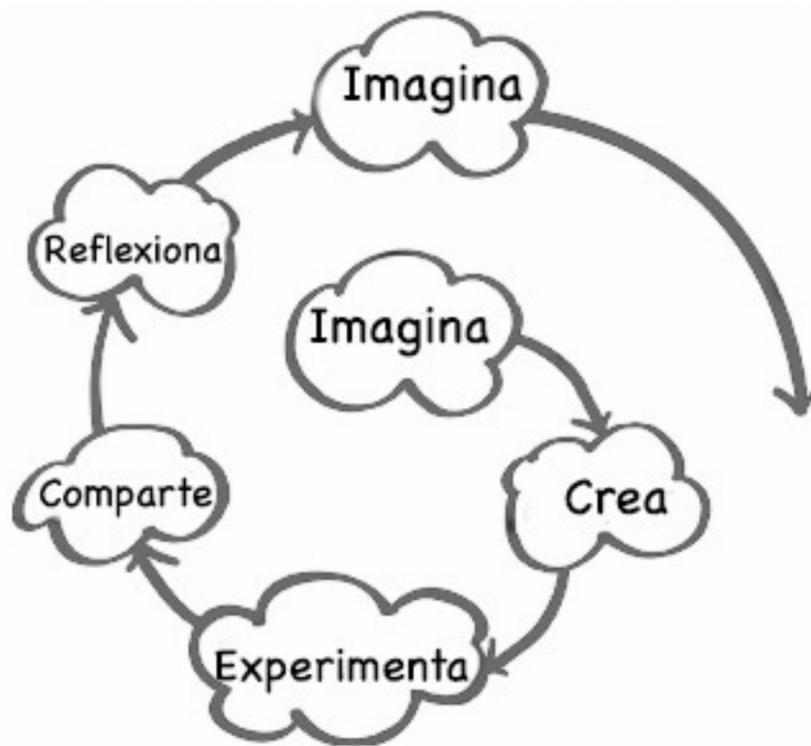
El autor rompe con los procesos clásicos lineales al tener en cuenta un espacio para el diseño del problema. Dicha dimensión comienza siendo muy amplia, contemplando una multitud de posibles soluciones para un mismo problema, y se contrae a medida que se toman decisiones. Esas decisiones estarán condicionadas por dos elementos básicos: creencias y límites

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

del contexto. Así, pasaremos por un boceto, un modelo y, finalmente, un prototipo en un proceso iterativo que busca la solución más satisfactoria. En definitiva, el discente se encuentra en el centro de una espiral de imaginación, creatividad (Salamanca Garay & Badilla Quintana, 2021b) y nuevas invenciones que ya proponía Papert (1980) y que Resnick (2007) tradujo en la siguiente figura.

Figura 3

Ciclo de pensamiento creativo



Nota. Proceso iterativo del pensamiento creativo. Adaptado de *New technologies help students navigate the creative thinking spiral* (p.18), por Resnick, M., 2007, International Society for Technology in Education (ISTE).

El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Todo da comienzo a través de la imaginación, como se puede apreciar en la Figura 3. El usuario tiene una idea, crea su primer proyecto, lo experimenta, si cuando se depura obtiene un fallo podrá volver a diseñar la idea gracias a la retroalimentación recibida. Lo cual le introduce en una continua espiral: una idea, un proyecto, lo prueba, lo publica, tiene nuevas ideas, inicia nuevos proyectos y vuelve a comenzar. Seguir este proceso implica que los discentes no aprendan a utilizar una herramienta como finalidad en sí misma, aunque aprendan a usarla (Badger, 2009).

2.1.2. Procesos Específicos del Pensamiento Computacional

Al igual que ocurre con la definición del concepto, durante años la academia ha considerado diferentes conceptos, prácticas y procesos como propios del Pensamiento Computacional. Serán los autores Brennan y Resnick (2012) quienes a partir del análisis del software denominado Scratch establecerán tres dimensiones, «Conceptual», «Práctica» y «Perspectiva», que recogen los elementos que forma parte del Pensamiento Computacional.

2.1.2.1. Dimensión Conceptual

Se trata de la dimensión más básica de las tres. Nace de los conceptos computacionales relacionados directamente con el Pensamiento Computacional (Brennan & Resnick, 2012). Autoras como Lye y Koh (2014) afirman que esta dimensión es la más investigada o, al menos, es la que atrae el foco de interés de los investigadores. Su composición se basa en:

- Secuencias, entendido como el conjunto de órdenes, comportamientos o acciones que se deben ejecutar.

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

- Bucles, definidos como un mecanismo para la reproducción de una misma secuencia en determinadas ocasiones.
- Eventos, hace alusión a desencadenantes que provocan determinadas secuencias. El ejemplo más básico sería: «Cuando X ocurre Y».
- Paralelismo, entendido como secuencias que ejecutan al mismo tiempo.
- Condicionales, «Sí X entonces Y, en caso contrario, Z», así el término hace referencia a las condiciones necesarias para que lleven a cabo determinadas secuencias.
- Operadores, entendido como las operaciones básicas puramente matemáticas, a saber: suma, resta, multiplicación, división, etc.
- Datos, hace alusión a valores que pueden ser guardados, llamados o, simplemente, actualizados.

2.1.2.2. Dimensión Práctica

En esta dimensión, los autores Brennan y Resnick (2012) recogen aquellos elementos de construcción y diseño que no pueden ser recogidos como conceptos.

- Iteración, se trata de un proceso definido como adaptativo a través del cual se va dando respuesta al problema con pequeñas acciones.
- Depuración, este proceso es entendido como las estrategias para detectar, hacer frente y anticiparse a los problemas.
- Combinación, hace alusión a la práctica de partir del trabajo de otras personas reutilizándolo o adaptándolo a las necesidades de su proyecto.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Abstracción, se trata de unas de las prácticas más importantes en la resolución de problemas. Entendemos, por tanto, el término como la construcción de una acción compleja a partir de acciones más simples.

2.1.2.3. Dimensión Perspectiva

La última dimensión propuesta por Brennan y Resnick (2012) nace de los cambios de perspectiva que desarrollan los discentes al desarrollar el Pensamiento Computacional. “Computational perspectives entail students developing understandings of themselves and their relationships with others and the technological world. For example, this dimension of computational thinking was evident when students were expressing themselves with programming.” (Lye & Koh, 2014, p. 56). La dimensión recoge las siguientes acciones:

- Expresando, entendida como el cambio cognitivo producido en el discente que comienza a crear y no solo consumir.
- Conectando, definido como el hecho de crecer cognitivamente al interactuar con otras personas o sus proyectos.
- Cuestionando, este último termino hace alusión al cambio producido cuando el discente conoce cómo funciona aquello que le rodea y se hace preguntas.

Ante esta propuesta la gran mayoría de investigadores reaccionaron positivamente (Nouri et al., 2019; Tucker-Raymond et al., 2021), aunque el contenido de las dimensiones puede variar en algunos de sus elementos (Grover & Pea, 2013; Lye & Koh, 2014). Así, esta propuesta es la que más consenso ha logrado entre los autores.

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

Sin embargo, con el paso del tiempo diferentes autores han aportado elementos a tener en cuenta. Para Barr y Stephenson (2011), Huang y Leng (2019) y Lye y Koh (2014) en la dimensión «Práctica» se debería incluir «Descomposición», o el proceso por el cual se reduce un problema en elementos más pequeños. Asimismo, de nuevo para Barr y Stephenson (2011) y Lye y Koh (2014) se debería incluir, en la misma dimensión, «Automatización», o el proceso por el cual determinadas secuencias trabajan de forma automática. El siguiente concepto a añadir, también a la misma dimensión, es propuesto por Zapata-Ros (2019), la «Recursividad» o el acto de repetir el proceso hasta que se obtiene un resultado determinado. Por último, aunque fue contemplado por Wing (2006), el siguiente elemento es rescatado por Zapata-Ros (2019) para la dimensión «Perspectiva»; se trata del termino «Heurística», haciendo referencia al hecho de inventar o hallar.

Tabla 1

Procesos específicos del Pensamiento Computacional.

Dimensión	Procesos			
Conceptual	Secuencias	Bucles	Eventos	Paralelismos
	Condicionales	Operadores	Datos	
Práctica	Iteración	Depuración	Combinación	Abstracción
	Descomposición	Automatización	Repetición	
Perspectiva	Expresando	Conectando	Cuestionando	Inventando

Nota. La tabla resume los procesos específicos del Pensamiento Computacional partiendo del original de Brennan y Resnick (2012) actualizado con las aportaciones de diversos autores.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

2.2. ¿Cómo se Desarrolla el Pensamiento Computacional?

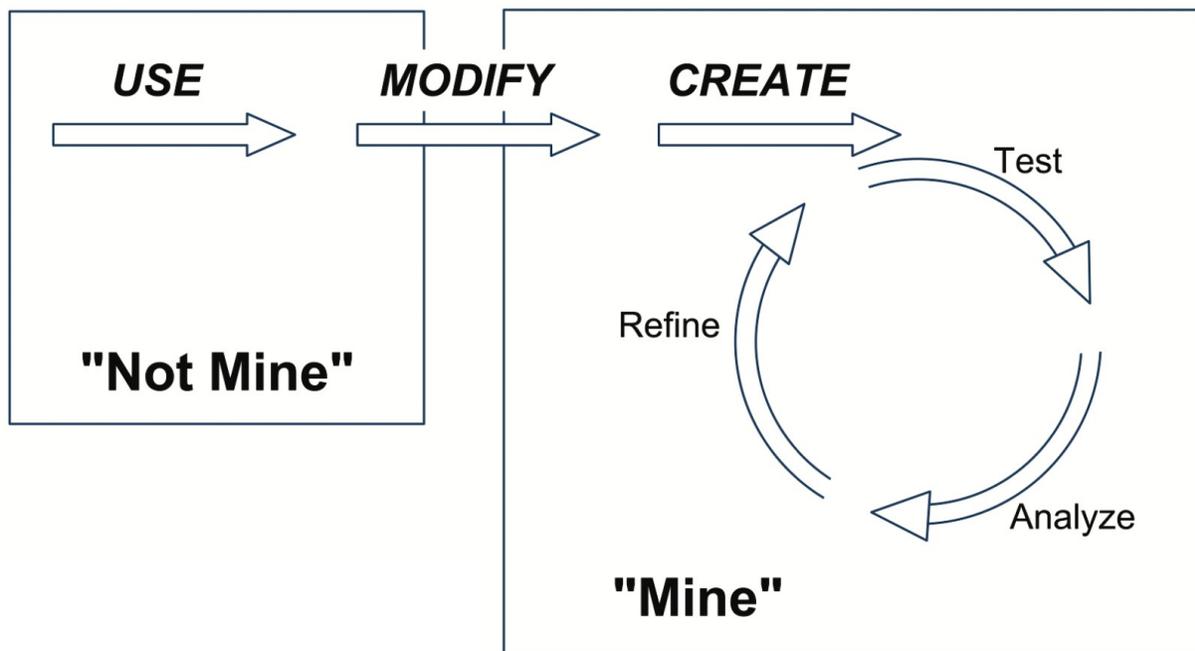
Definido el concepto, analizado la resolución de un problema y expuesto las dimensiones del proceso, se debe tener en cuenta que, para obtener un desarrollo óptimo del Pensamiento Computacional, las prácticas educativas deben alejarse de la repetición sistemática, acercándose a un proceso creativo, donde el discente no sea únicamente un consumidor si no también un creador.

Dejar de ser un consumidor y comenzar a ser un creador, es una idea que se considera cada vez más esencial. Apoyándonos en la tecnología los ciudadanos podrán participar plenamente dentro de la sociedad digital del futuro (Clark et al., 2013; Gardner & Feng, 2010; Lambert & Guiffre, 2009).

Ya en los años setenta, diferentes teorías, como las de Toffler, colocaban el foco sobre la transformación que debía sufrir la sociedad para pasar de consumir a producir (González Guerrero & Rincón Caballero, 2013) (González y Rincón, 2013). Las autoras Sánchez Carrero y Contreras Pulido (2012) analizaron las teorías de Toffler y McLuhan, quienes definirían el concepto denominado prosumidor o personas que producen contenidos en base a las necesidades del consumidor y las limitaciones de creador.

Figura 4

Representación gráfica de la evolución del consumidor a productor



Nota. Proceso iterativo del pensamiento creativo. Adaptado de *Use-Modify-Create Learning Progression* (p.35), por Lee, I., et al., 2011, ACM Inroads.

Si en el modelo de Lee et al. (2011) el discente se mantuviera en la primera fase únicamente reproduciría aquello con lo que está trabajando, independientemente de la herramienta, tecnológica o no, que estuviera utilizando. Sin embargo, cuando el discente comienza a tomar decisiones, siguiendo el modelo de Jonassen (2011), se producen esas modificaciones que hacen cruzar la línea al discente hacia el ser prosumidor.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Al mismo tiempo, cuando se piensa en introducir el Pensamiento Computacional en el currículo, en desarrollarlo en la práctica educativa, no se puede evitar realizar analogías entre contenidos o habilidades ya definidas y el concepto. Así, en Educación Infantil, discentes de cuatro o cinco años, comienzan aprender los números; en Educación Primaria se les introduce en el álgebra elemental; en Educación Secundaria comienzan el trabajo de cálculo básico hasta llegar a los Estudios Superiores donde trabajan con un cálculo más avanzado. Sin embargo, con el Pensamiento Computacional, como se puede ver, existen varios posibles caminos a recorrer para desarrollarlo (Wing, 2008).

El Pensamiento Computacional se puede desarrollar a través de la programación, una habilidad fundamental de la ciencia computacional, dada la implicación que tienen diferentes tareas cognitivas en el proceso (Grover & Pea, 2013). Sin embargo, también se puede introducir en la práctica educativa más allá de la programación o la robótica (Ronsivalle et al., 2019; Salamanca Garay & Badilla Quintana, 2021a), como muestran diversos estudios relacionados con las ciencias sociales, lengua y literatura, ciencias o, incluso, arte; es una realidad de los últimos años (Baratè et al., 2017; Sengupta et al., 2013; Settle et al., 2013; Xefteris & Palaigeorgiou, 2019).

Se debe diferenciar, por tanto, entre las herramientas para desarrollarlo y el propio Pensamiento Computacional (Wing, 2008). La herramienta no debe convertirse en un impedimento para que el discente comprenda el concepto, debe ser su facilitador. Ya que, saber utilizar la herramienta nunca debe ser el factor para garantizar que se ha asimilado o desarrollado el Pensamiento Computacional. "It is obviously not necessary to work with computers in order to acquire good strategies for learning. Surely "debugging" strategies were

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

developed by successful learners long before computers existed.” (Papert, 1980, p. 23). Sin embargo, vivimos en una época histórica donde un cambio es posible y, para ello, se debe reconocer la potencialidad de las herramientas actuales para el desarrollo del concepto (Papert, 1980).

Indeed, this tool can be useful for reinforcing not just computational thinking concepts but also concepts in other fields. A second opportunity is that most children today are facile with the mechanics of using the tool and are not afraid to explore and play with it. We can take advantage of the routine exposure children have to computational devices at home and in school today. (Wing, 2008, p. 3721)

Fijando así la atención en el concepto, a la hora de obtener resultados con el desarrollo del Pensamiento Computacional, debemos tener en cuenta el proceso de transferencia cognitiva (Moreno-León, Robles, et al., 2016). Usar las habilidades y conocimientos desarrollados en otros contextos distintos a la práctica educativa es necesario para un desarrollo óptimo. Dado que enseñar a los discentes en ausencia de contexto provocará que no sepan tomar decisiones o diseñar posibles soluciones (Jonassen, 2011). Sin embargo, se debe tener en cuenta que esto dependerá de la edad de los discentes y del nivel de desarrollo del Pensamiento Computacional. Se deberá utilizar, por tanto, la herramienta más idónea para ello de entre los diferentes tipos de recursos disponibles.

2.2.1. Sin Tecnología

Pero ¿qué actividades? Las que sin duda propicien el mayor acercamiento y el mayor y más eficiente adquisición de habilidades y constructos cognitivos de las componentes del

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

pensamiento computacional. Pero además el pensamiento computacional de este tipo supone crear espacios, organizar recursos y dotarse de metodologías adecuadas. Consistentemente con lo dicho en otros sitios, y sin ánimo de ser exclusivos, dos van a ser las componentes metodológicas dominantes: la perspectiva Montessori de los rincones de trabajo para estas etapas y el dominio del aprendizaje (mastery learning). (Zapata-Ros, 2019, p. 9)

2.2.1.1. Lápiz y Papel

La idea de desarrollar el Pensamiento Computacional sin tecnología se relaciona con el concepto «desenchufado» del término en inglés «*unplugged*». Así, se engloban todas las actividades y diseños educativos elaborados para fomentar el desarrollo cognitivo. La mayoría de los estudios se enfocan en Educación Infantil (Sun et al., 2022), aunque su uso es recomendable independientemente del nivel educativo (Zapata-Ros, 2019). Láminas educativas, juegos motores, juguetes tradicionales y demás recursos educativos de «papel y lápiz».

By removing the computer, the act of designing an algorithm as an unplugged activity is explicitly separated from the act of programming [...] unplugged pedagogy supports CT development, framed as supporting or complementing programming, measuring CT, and fresh imagining of CT. (W. Huang & Looi, 2021, p. 23)

Estudios como el de los autores Sun et al. (2022) muestran que la introducción de materiales educativos «desenchufados» en primer lugar es más eficaz. Es por ello, que existen movimientos que promueven el desarrollo del Pensamiento Computacional sin uso de tecnología, como es el caso del «Proyecto *CS Unplugged*»³ cuyo objetivo principal es estimular

3 <https://www.csunplugged.org/es/>

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

el Pensamiento Computacional a través de recursos analógicos gratuitos (Montes-León et al., 2020).

2.2.1.2. Juegos de Mesa

En la actualidad el diseño, planificación y reproducción de juegos de mesa resulta un proceso sencillo y económico en las áreas académicas o de investigación. Un hecho que ha procurado la supervivencia de este tipo de recursos en la práctica educativa frente a la era digital en la que estamos inmersos (Bayeck, 2020).

La interacción producida durante el juego genera motivación e implicación, dos factores que potencian el aprendizaje del usuario (Steinkuehler et al., 2012). Y en este caso, al buscar el desarrollo del Pensamiento Computacional, nos encontramos con juegos de mesa con un objetivo de aprendizaje claro: «*serious board games*» o juegos de mesa serios. Una herramienta de investigación cada vez más predominante en las últimas investigaciones (Bayeck, 2020).

Cody Roby. Creado en el año 2014, uno de los juegos de mesa más comunes y antiguo es *Cody Roby*⁴, basado en la corriente «hazlo tú mismo» o *Do It Yourself* (DIY) es una de las formas para introducir el Pensamiento Computacional a través de la codificación y la robótica sin necesidad de nada más que papel. Se descarga el paquete inicial (figura de Roby, tablero de cuadrícula y cartas de acción), se imprime y a jugar.

Actualmente hay varias versiones usando los mismos materiales originales, mas la versión original trata de un pequeño robot llamado Roby al que hay que indicarle qué debe hacer a través de Cody, que son las órdenes: girar a la derecha, girar a la izquierda y avanzar.

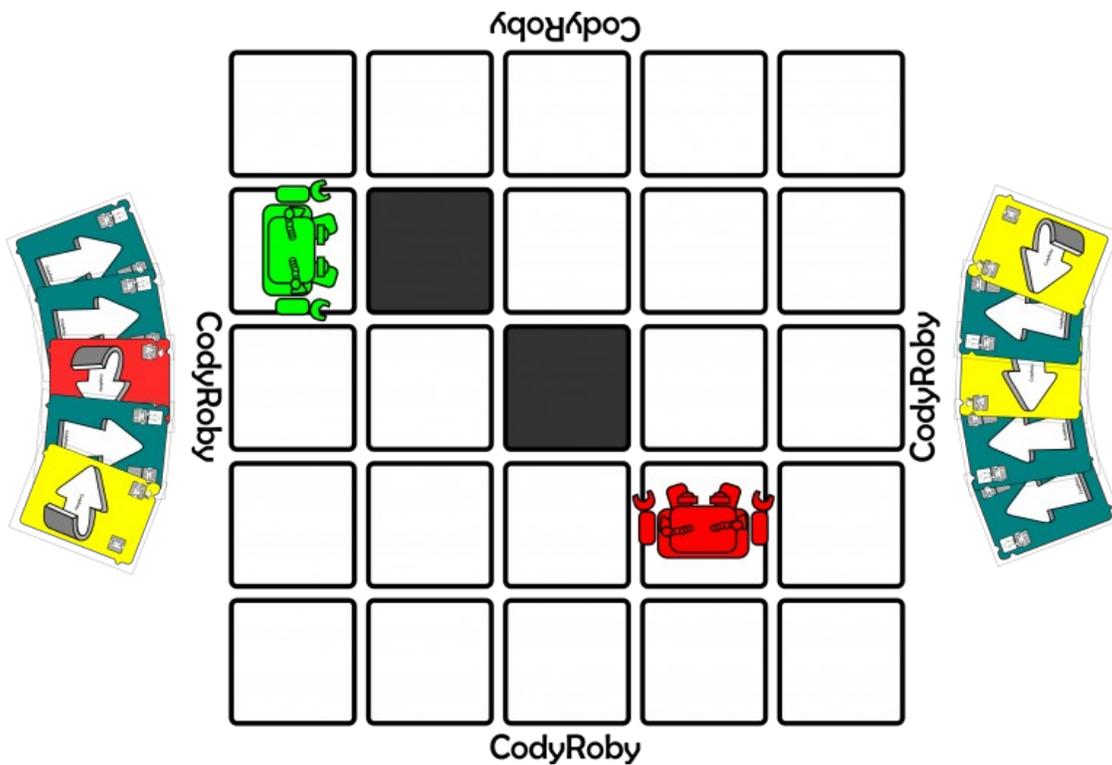
4 <http://www.codeweek.it/cody-roby-en/>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Una vez seleccionada la acción a realizar se escoge la carta y se mueve la ficha en el tablero (Klopfenstein et al., 2017).

Figura 5

Representación del modelo de juego Duelo de CodyRoby



Nota. Adaptado de *CodyRoby Duel*, por CodeWeekEU, 2014, CodeWeek.it (<https://bit.ly/3olJe7T>). Creative Commons Attribution 4.0

Con estos tres elementos se puede jugar, de forma individual o con más personas, a la versión ¡Sígueme! y el Duelo, Figura 5. El primer modo de juego es cooperativo, al tener que ayudar a Roby entre todos para recorrer el camino marcado, mientras que el segundo es competitivo, dado que cada jugador posee un robot Roby que deberá enfrentarse al rival.

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

Moon: 1110011. En el año 2018 Deusto LearningLab⁵ inició su proyecto «COMPUS: the computer is us»⁶, cuyo objetivo principal era la creación de juegos de mesa que desarrollaran el Pensamiento Computacional. Pensados para las escuelas diseñaron dos juegos de mesa y un libro de actividades *copyleft*. El primero de esos juegos es *Moon: 1110011*. Un juego donde se controla el ordenador del módulo lunar Eagle cuando va a realizar su primer alunizaje. Así, el objetivo será la de establecer las rutinas para ayudar a los astronautas ha llegar de forma segura a la luna. Se puede abordar esta misión de forma individual o junto a otras tres personas.

Figura 6

Juego de mesa Moon: 1110011



5 <https://learninglab.deusto.es>

6 <https://compus.deusto.es>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Nota. Adaptado de *Moon: 1110011*, por *Deusto LearningLab*, 2014, Compus (<https://bit.ly/3owcVLI>). Copyleft

Con más de 100 cartas bajo la corriente *DIY*, existe la posibilidad de jugar de forma cooperativa, unidos con el único objetivo de hacer aterrizar el módulo, o competitiva, entorpeciendo el trabajo de las computadoras rivales. Con esta narrativa el jugador se familiariza con el lenguaje binario al tiempo que realiza operaciones lógicas y matemáticas.

2.2.2. Con Tecnología

No one had the power to implement it. Now things are different. Many millions of people are learning programming languages for reasons that have nothing to do with the education of children. Therefore, it becomes a practical proposition to influence the form of the languages they learn and the likelihood that their children will pick up these languages. [...] The educator must be an anthropologist. The educator as anthropologist must work to understand which cultural materials are relevant to intellectual development. (Papert, 1980, p. 32)

2.2.2.1. Programación Visual

El lenguaje de programación tradicional supone una barrera visual tediosa para el usuario medio no especializado, debido a la complejidad de las estructuras o lo abstracto del lenguaje. Romper esa barrera, a través de un entorno visual, con un nuevo lenguaje de programación gráfico que lo hace accesible para cualquiera persona que desee iniciarse en la codificación de una forma dinámica y lúdica.

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

La programación visual se basa, por tanto, en un entorno basado en bloques de programación muy similar a un puzzle donde el usuario puede combinar las diferentes piezas para generar un código de programación (Wangenheim et al., 2018; Weintrop & Wilensky, 2015). Entre sus muchas cualidades estos entornos de programación permiten al usuario recibir una retroalimentación instantánea, lo que se traduce en que el discente podrá comprobar en el mismo instante si su creación es válida (Wangenheim et al., 2018; Wolber et al., 2015).

Entre las mejores aplicaciones para trabajar el Pensamiento Computacional a través de la Programación Visual según (Acevedo-Borrega et al., 2020; García-Peñalvo et al., 2016), encontramos: ScratchJr, Tynker, ScriptKit, Hopscotch: Coding for Kids, Lightbot, Kodable, Robozzle, Cargo-Bot, SpaceChem Mobile, Code Combat, Puzzlets, Bee-Bot y KidsTuby. Todas ellas están basadas en “Programming environments such as Scratch, Scratch Jr, and Alice play an essential role in this process.” (Basogain et al., 2018, p. 412).

Scratch. Actualmente, la web de Scratch es el punto focal para una comunidad de más de cuarenta y dos millones de usuarios que trabajan en más de ciento trece millones de proyectos⁷. En una década Scratch ha sido traducido a más de setenta idiomas y es usado en países de todo el mundo. Un software que aunque ha sido diseñado para aprender en un entorno visual similar al de un videojuego (su aspecto recuerda a un puzzle o un rompecabezas), son sus resultados, en su gran mayoría, lúdicos los que le impiden ser categorizado como un serious game.

Diseñado para usuarios de entre ocho y dieciséis años, los cuatro últimos cursos de Educación Primaria y Educación Secundaria, aunque es usado por personas de todas las edades.

⁷ <https://bit.ly/3v3cGLM>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

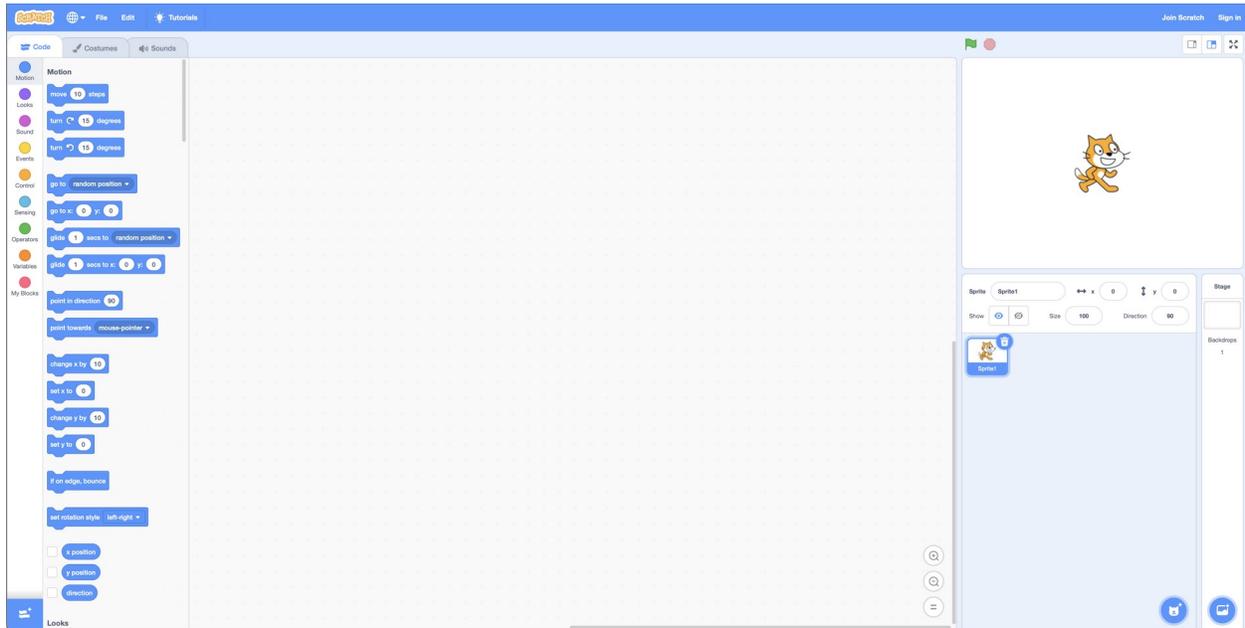
La sencilla unión de bloques, permite realizar desde las ideas más sencillas hasta las más complejas, haciendo uso de la herramienta de forma online o descargándola en el ordenador para utilizarla de forma offline.

Creado en 2007, con fines educativos, con tan sólo 27 meses de vida, Scratch ya alojaba más de quinientos mil proyectos en sus servidores (Resnick et al., 2009). Desde la página web de Scratch y bajo el lema “Únete, crea y comparte” se invita al usuario a hacer uso de la herramienta. Una difusión que continuó en aumento con el apoyo público de Barack Obama y John McCain en el año 2008; una situación que dio lugar al proyecto «*President of Scratch*» (Resnick et al., 2009, p. 65). En el año 2019, Scratch recibió su última versión ofreciendo mejoras en su interfaz y ampliando sus posibilidades. Durante estos quince años son múltiples los estudios que recogen el impacto positivo que tiene el uso de la herramienta en el contexto educativo (Iyamuremye & Nsabayeze, 2022; Kyza et al., 2022).

En cinco pasos, para los cuales el único requisito es únicamente poseer un correo electrónico, se puede crear una cuenta gratuita, la cual se convertirá en nuestro perfil de scratcher. Todas nuestras creaciones se almacenarán en nuestra carpeta virtual, la misma que nos permite compartirlas con el resto de la comunidad. “The site’s collection of projects is wildly diverse, including video games, interactive newsletters, science simulations, virtual tours, birthday cards, animated dance contests, and interactive tutorials, all programmed in Scratch.” (Resnick et al., 2009, p. 60).

Figura 7

Interfaz Scratch 3.0.



Nota. Adaptado de *Scratch 3.0.*, por *Lifelong Kindergarten Group*, 2019, Scratch (<https://bit.ly/3wJPTED>). Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0

Desde la sección de ayuda se ofrece al usuario guías de texto, tarjetas, video tutoriales e incluso proyectos de inicio, materiales para iniciarnos en la programación visual. Además, nuestro perfil nos ofrece la posibilidad de acceder a los foros de la página web, donde podemos solicitar ayuda o ayudar, debatir, informar o sugerir en temas ya creados o creando un nuevo tema. Siempre respetando, eso sí, las seis normas de convivencia que se establecen para mantener una comunidad amigable y creativa.

ScratchJr. Scratch mantiene un nivel de dificultad lógico que le impide, aun con sus actualizaciones, ser usado en niveles inferiores. Superar esta barrera implicaba simplificar aún

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

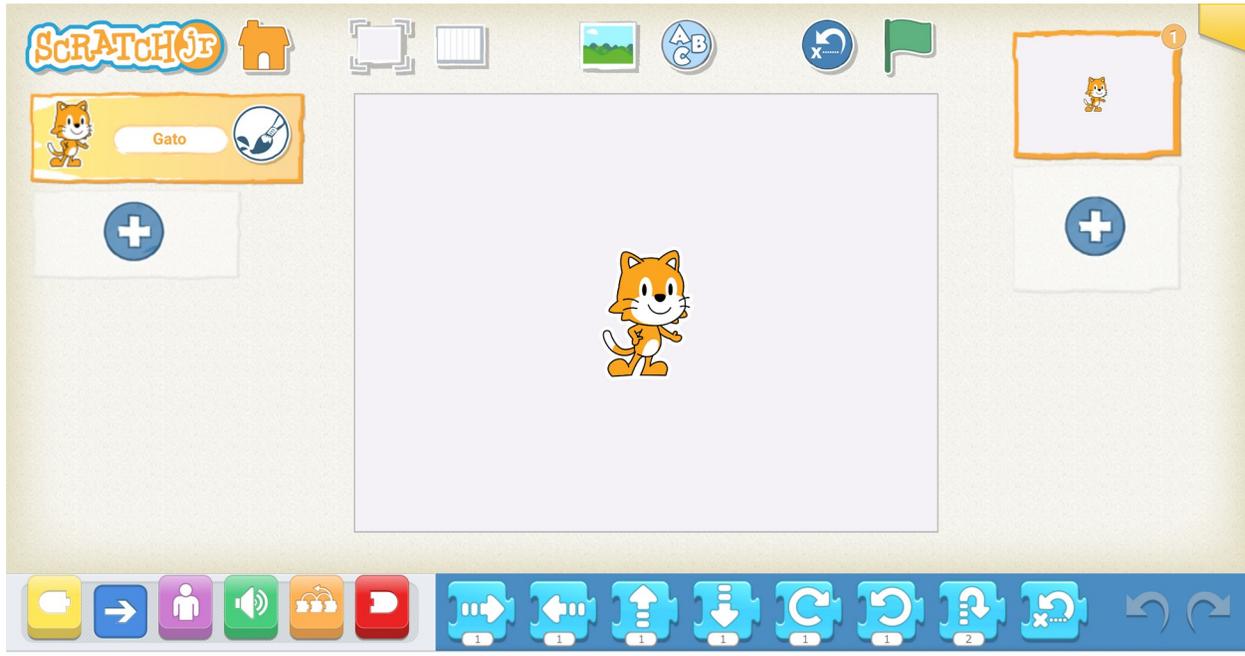
más el lenguaje de programación, hacerlo más visual e incluso aumentar el nivel intuitivo. Estas necesidades se sumaron a un concepto que fue germinado en los años setenta y ochenta (Stošić & Bogdanović, 2013), pero que comenzó a usarse con más fuerza con la llegada de «smartphones» y tablets: m-learning.

M-learning is the future of e-learning. The new form of learning takes a new shape that is more accepted among younger generations grow up with mobile devices. M-learning can be characterized as a transition from distance learning, e- learning to m-learning. (Stošić & Bogdanović, 2013, p. 5)

En los laboratorios del MIT fusionaron este concepto con el de su software original «Scratch» obteniendo lo que denominaron «ScratchJr» (2014). Una nueva aplicación que superaba las barreras de su antecesor, un software que no pretende sustituir a su predecesor, sino complementarlo. La nueva versión supone la posibilidad de acercar el lenguaje de programación visual desde Educación Infantil hasta la Educación Secundaria, pasando, por supuesto, por la Educación Primaria. En octubre de 2020 más de sesenta millones de proyectos han sido desarrollados con esta aplicación gratuita (Unahalekhaka & Bers, 2022).

Figura 8

Interfaz ScratchJr



Nota. Adaptado de *ScratchJr*, por *Lifelong Kindergarten Group*, 2014, Scratch (<https://bit.ly/2YQnkc8>). Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0

Así, «ScratchJr» es la versión para niños y niñas de entre cinco a siete años de edad de «Scratch». El mismo lenguaje de programación que sirve para introducir a los alumnos a través de la creación de sus propias presentaciones, juegos o historias. Este software rediseñó la interfaz de «Scratch» adaptándola al desarrollo cognitivo y las características personales,

El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

sociales y emocionales de niños y niñas de los tres primeros cursos de la Educación Primaria; siempre y cuando se incluyan en las actividades del currículum (Valls et al., 2021).

Con este ánimo, por tanto, se ha simplificado no sólo la interfaz sino todo el proceso que rodea a la aplicación. Se accede a un escritorio, donde se almacenan los proyectos para seguir trabajando con ellos o iniciar uno nuevo. Al hacerlo accedemos la interfaz de diseño y creación que se puede observar en la Figura 8.

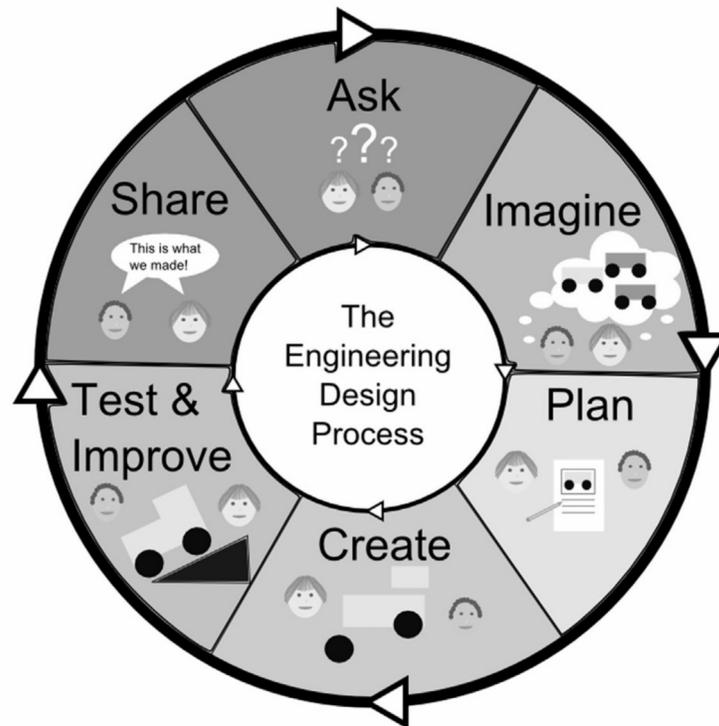
2.2.2.2. Robótica Educativa

Como con cualquier tecnología educativa, introducir la robótica en la práctica educativa debe llevar implícito un objetivo y desarrollo pedagógico. En definitiva, debe llevar aparejado la comprensión del problema a resolver, el análisis de variables, la representación mental, la programación del robot y, por último, una autoevaluación del proceso seguido (Ronsivalle et al., 2019).

Entre los mejores kits de robótica educativa para trabajar el Pensamiento Computacional a través de la Robótica, según García-Peñalvo et al. (2016), encontramos: LEGO Mindstorms EV3, Bee-Bot, Robbo, Cubelets, Ozobots, Edison y mBot. Investigaciones recientes exploran la utilización de estos kits desde la etapa de Educación Infantil (Olaskoaga Arrate, 2016), pasando por la Educación Primaria y Secundaria (Kopcha et al., 2017; Lobo Martínez & Méndez, 2016; Valls Pou, 2016), a Educación Superior (González Martínez et al., 2018).

Figura 9

Modelo para el desarrollo de las habilidades del Pensamiento Computacional haciendo uso de robótica



Nota. La figura representa un modelo para el desarrollo del Pensamiento Computacional haciendo uso de la robótica como herramienta. Obtenido de *An illustration of the engineering design process* (p.155), por Bers et al., 2014, Computers & Education.

Codi-oruga. Este robot está orientado a niños y niñas pequeños (menos de 5 años) y con él pueden aprender secuencias, por lo que es ideal para desarrollar el pensamiento computacional en niños y niñas que aún no saben leer. Se pueden comprar más módulos después y no hace falta ninguna pantalla para controlarlo. Además, es bastante económico. El primer robot de *Fisher Price* para aprender programación tiene la apariencia de una oruga e

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

incluye ocho bloques que se combinan mediante conexiones USB con funciones direccionales diferentes (avanzar, emitir sonido o girar a izquierda o derecha).

Figura 10

Robot Educativo Codi Oruga



Nota. Adaptado de *Fisher-Price-Codi-oruga (Mattel DKT39)*, por *Codi-Oruga*, 2016, Fisher Price (<https://amzn.to/3CdJ2nV>). Copyright

LEGO MINDSTORMS. En los años 80, LEGO LOGO innovaría en el mercado con su «*Programmable Brick*», un bloque en el que se podía descargar el programa creado por el usuario y al ser conectado con el motor realizaba su programación base de forma autónoma. Este «ladrillo programable» ha tenido varias versiones, en sus inicios fue el RCX, más tarde pasó a llamarse NXT (Cam & Kiyici, 2022; Ortega Díaz et al., 2021) y, en la actualidad, nacido en 1998, se le conoce por EV3, perteneciente a la gama de productos LEGO *Mindstorms*.

Capítulo 2. Un Concepto Denominado Pensamiento Computacional

En la actualidad, el «*Programmable Brick*» se compone de un corazón inteligente con un procesador ARM9, un puerto USB y Micro SD, conexión WiFi y cuatro conexiones de motor. Tecnológicamente mucho más avanzado, mas en esencia sigue siendo el puente entre la programación realizada en el mundo digital y el mundo real. Sin embargo, más allá de hardware o el software las investigaciones recientes muestran como la práctica educativa asistida por LEGO *Mindstorms* aumenta las habilidades de los discentes para resolver problemas (Cam & Kiyici, 2022; Suters & Suters, 2020).

Figura 11

Robots Educativos LEGO Mindstorms



Nota. Adaptado de *La Banda*, por LEGO Mindstorms, 2020, LEGO (<https://bit.ly/3wJ7s7P>).

Copyright

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

2.2.2.3. Inteligencia Artificial

Si analizamos lo que subyace bajo casi toda la tecnología que nos rodea, véase redes sociales, asistentes de voz y virtuales, motores de búsqueda, en definitiva toda aquella tecnología que incluye el prefijo «smart», encontraremos una Inteligencia Artificial (IA). Así, las IA pueden estar alojadas en un lugar físico o virtual y están destinadas a cambiar todos los estilos de vida, ya sean económicos, profesionales, personales o educativos (Stone et al., 2016).

The definition of artificial intelligence can be narrow or broad. In the narrow sense, AI is concerned with extending the capacity of machines to perform functions that would be considered intelligent if performed by people. Its goal is to construct machines and, in doing so, it can be thought of as a branch of advanced engineering. But in order to construct such machines, it is usually necessary to reflect not only on the nature of machines but on the nature of the intelligent functions to be performed. (Papert, 1980, p. 157)

Aunque en la actualidad las investigaciones sobre IA aplicada en la educación formal están aumentando, la realidad es que aún es muy escasa (McArthur et al., 2005). Sin embargo, es cuestión de tiempo que veamos esta herramienta implementada en investigaciones e, incluso, el propio currículo. "Cada vez más observaremos ejemplos de cómo asegurar una docencia amplia con inteligencia artificial" (Peñaherrera Acurio et al., 2022, p. 411). Una afirmación como esta se encuentra basada en el hecho de la potencialidad del desarrollo del Pensamiento Computacional a través del diseño y creación de una IA para la resolución de problemas (Estevez et al., 2019).

Capítulo 3. Realidad Educativa del Pensamiento Computacional

Capítulo 3. Realidad Educativa del Pensamiento Computacional

Analizada la teoría es necesario ver la transferencia producida en el mundo educativo. Para ello, se realizará una visión de la situación actual del Pensamiento Computacional a nivel internacional, nacional y autonómico. ¿Cómo se ha implementado el Pensamiento Computacional en los sistemas educativos? ¿Qué acciones han llevado a cabo para su fomento y desarrollo? Para dar respuesta a estas preguntas se ha realizado un análisis de la evolución de las normas y leyes y de más de una veintena de iniciativas públicas y privadas.

3.1. Situación del Pensamiento Computacional a nivel Internacional

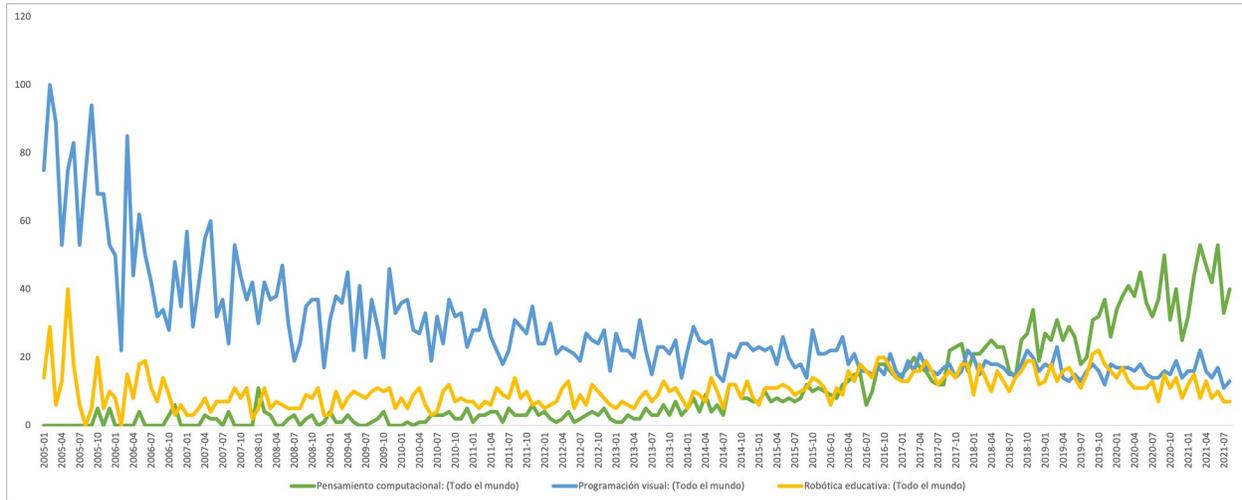
Desde el ya mencionado artículo de Wing (2006), la expansión del Pensamiento Computacional a lo largo de la tierra ha sido muy diferente. Mientras algunos países aceptaban el reto de incluirlo en sus planes de estudio, otros países optaban por dar libertad en su territorio o incluso en sus centros educativos, o sencillamente potenciaban programas específicos.

Estas decisiones provocarían una fotografía muy desigual a lo largo del globo. A lo largo de los años esta exposición no hacía más que reflejar un gran interés por el concepto. Sin embargo, también muestra la no existencia de un criterio único o válido. Al contrario, cada país optó por fórmulas que pretendían desarrollar habilidades como la programación visual o la programación direccional a través de la robótica educativa.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Figura 12

Comparativa de los términos: Pensamiento Computacional, Robótica Educativa y Programación Visual



Y es que, como se puede observar en la Figura 12⁸, el interés por el Pensamiento Computacional, y todo cuanto le rodea, ha estado presente durante todos estos años. Realizada con la herramienta *Google Trends*, se observa cómo en el año 2005, justo antes de la publicación de Wing (2006), los términos Programación Visual y Robótica Educativa estaban ya en tendencias del buscador más usado, confirmando así las palabras de la doctora. Sin embargo, aunque es observable como existen algunos picos de búsqueda, el término de Pensamiento Computacional se mantiene muy discreto frente a los otros dos. Un dato que refleja como en los diez primeros años no se ha trabajado tanto el concepto si no las herramientas para desarrollarlo. Esto cambiará a partir del año 2016, dónde se puede observar cómo el Pensamiento Computacional comienza un ascenso constante. Un hecho que puede ser interpretado como un aumento de la importancia, pedagógicamente hablando.

⁸ Los datos han sido obtenidos de Google Trends, consultados el 01 de septiembre de 2021

Capítulo 3. Realidad Educativa del Pensamiento Computacional

Sin embargo, tratar de analizar los currículos de los diferentes países y cómo estos incluyen el desarrollo del Pensamiento Computacional se trata de una empresa compleja (Webb et al., 2017). Llevar la teoría del concepto a la realidad del diseño curricular hace que los planes de estudio se tensionen y limiten. Por ejemplo, con el caso de los Estados Unidos de América el propio Presidente Barak Obama se marcó como objetivo de su administración que todos los estudiantes, de cualquier nivel educativo, desarrollaran habilidades de la ciencia computacional. Incentivó varias iniciativas como la «hora del código», pero no realizó ninguna actualización del currículo a nivel nacional.

Otra complicación surge debido a las posibles denominaciones con las que se pretende incluir en el currículo, a saber: «Tecnología Informática», concepto referido al uso de ordenadores; «Ciencia Computacional», disciplina científica; «Alfabetización Digital», lo referido al uso de los ordenadores; «Computación», que incorpora los tres conceptos mencionados anteriormente: Tecnología Informática, la Ciencia Computacional y la Alfabetización Digital; «Pensamiento Computacional», haciendo alusión al razonamiento y resolución de problemas; y «Programación» o proceso de creación de programas de ordenador (Webb et al., 2017).

Teniendo estas circunstancias en cuenta, podemos comenzar nuestro análisis en Australia, donde se consideró importante incluir en el currículo la necesidad de que los estudiantes desarrollaran Computación con ánimo de formar a los futuros miembros de una sociedad digital (Australian Council for Computers in Education, 2014; Hu et al., 2017; Videnovik et al., 2020). En otoño de 2015, Canadá rediseñó su currículo y Corea del Sur

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

comenzó un programa piloto, que será implementado en todos los niveles educativos, centrado en el desarrollo del Pensamiento Computacional.

En Europa, entre los países con una mayor tradición incluyendo la Informática en el sistema educativo, encontramos a Polonia, con más de 30 años de experiencia (Webb et al., 2015). Sin embargo, mantienen cambios constantes de lo que implica en el currículum. Asimismo, en el año 2015, Francia comenzó una reestructuración con numerosas reformas curriculares y Finlandia introdujo el término «pensamiento algorítmico». Malta, Croacia y Dinamarca, por su parte, enfocaron sus modificaciones hacia la mejora de la capacidad digital de sus ciudadanos (Xing & Zhang, 2020).

En ese mismo año, Inglaterra estaba sumida en una renovación de sus planes de estudios (Nouri et al., 2019). El Pensamiento Computacional pasaba a la primera línea (Webb et al., 2017) y se convertía en el primer país europeo en introducir, de forma obligatoria, el desarrollo del concepto. En Escocia, Portugal, Turquía, e Italia comenzaba a mencionarse el «Pensiero Computazionale» en sus respectivos currículos. En conjunto estos 11 países únicamente renovaron sus currículum adaptándolos, de una forma u otra, al concepto.

A los países nombrados se suman otras siete naciones que estaban planificando la inclusión del Pensamiento Computacional en sus respectivos currículos (Bocconi et al., 2016). Entre ellos encontramos Suiza, cuyas expectativas para la inclusión eran el verano de 2016, o Singapur, con su objetivo de ser una «Smart Nation» a partir del año 2017. Ambas naciones, son seguidas por Gales y Nueva Zelanda, para el año 2018, y la República Checa, Japón e Irlanda, tenían previsto su inclusión para el año 2020. Y, aunque, Noruega, Grecia y Países Bajos estaban

Capítulo 3. Realidad Educativa del Pensamiento Computacional

a favor de la renovación e inclusión, por primera vez, del concepto se desconocía cuándo podría llevarse a cabo.

Por último, encontramos un grupo de seis países cuya tradición en el concepto de estudio es mayor (Bocconi et al., 2016). Por un se sitúa, en 1985 a Eslovaquia, con una asignatura de «Informática», Chipre, desde el año 2001, incluye la «Ciencia Computacional» en su currículum. Al igual que lo hace, con una larga tradición, Israel. Hungría, en el año 2012, incluyó el pensamiento algorítmico como una competencia básica de su currículum. Cierran el grupo Austria y Lituania que incluyen el «Pensamiento Computacional» en el área de estudio de la Informática.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 2

Situación de los currículos de 17 países de la Unión Europea en torno al desarrollo del P.C.

País	Nivel de Integración			Ubicación en el currículo		
	Nacional	Autonómico	Centro Educativo	Asignatura	Informática	Transversal
Austria	X			X	E	E
Bulgaria	X			X		
Chipre	X			X	X	
República Checa			X	E	E	E
Dinamarca	X			E	E	X
Estonia	X		X	E	E	E
Francia	X				X	X
Grecia	X			X	X	
Hungría	X			X	X	X
Irlanda	X		X	X		
Italia	X		X		E	E
Lituania	X		X		X	
Malta	X			X		
Polonia	X			X	X	
Portugal	X				E	
Eslovaquia	X		X	E	X	X
Reino Unido	X			X	E	E

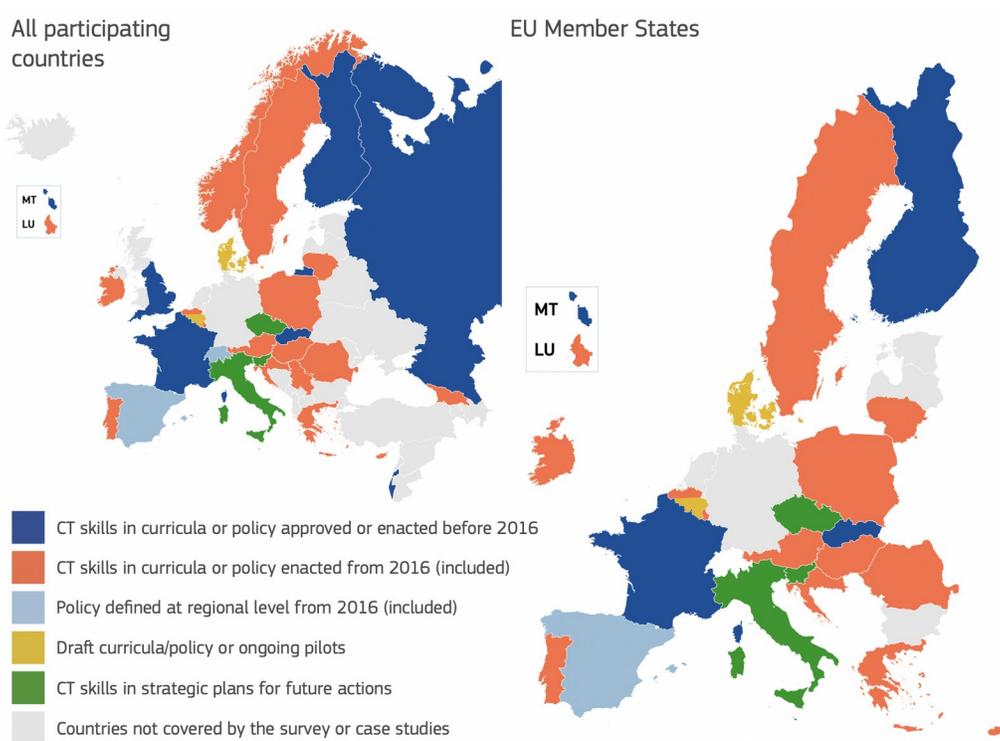
Nota. La tabla representa la situación de los currículos de 17 países de la Unión Europea en torno al desarrollo del Pensamiento Computacional. Elaborado a partir de *Educación en ciencias de la computación en España 2015*. (p.15), por FECYT, Google & Everis. (2016).

Capítulo 3. Realidad Educativa del Pensamiento Computacional

La Tabla 2 nos muestra, a modo de resumen, cómo se distribuía el Pensamiento Computacional a lo largo de Europa a partir del año 2015 (FECYT et al., 2016). Este breve recorrido por la evolución de los currículos nos permite justificar el aumento de búsquedas sobre el Pensamiento Computacional detectado a partir de 2016, justo con la inclusión del Pensamiento Computacional en los sistemas educativos de todo el mundo.

Figura 13

Integración del Pensamiento Computacional en el currículo educativo de los países de la Unión Europea



Nota. La figura muestra el estado de integración del Pensamiento Computacional en los países de la Unión Europea actualizado hasta el año 2021. Obtenido de *Overview of the state of CT*

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

skills integration in the compulsory education curricula of the 29 analysed countries (p. 31),
por Bocconi, S. et al., 2022, Publications Office of the European Union.

No podemos finalizar sin hacer mención de nuevo a Australia, pues con el paso de los años finalmente incluyó el Pensamiento Computacional en todos los niveles de su currículo (Australian Council for Computers in Education, 2022). Y es que, en palabras de Webb (2014) “The lessons from curriculum theory and from experiences of curriculum design in other subjects suggest that we need to live with uncertainty and to accept the need for a dynamic and continually renegotiated curriculum.” (p. 279).

3.2. España y el Pensamiento Computacional

La situación en el ámbito nacional distaba mucho de sus homólogos europeos. Mientras en la mayoría de países de la unión se reformaban las normas o leyes estatales en España se transfiere la responsabilidad a las Comunidades Autónomas. Es por eso que, si se analizan los diferentes currículos se aprecia como en ningún documento oficial, de carácter estatal, aparece el concepto Pensamiento Computacional. Si bien se puede encontrar la asignatura de «Tecnología» en el currículo de Educación Secundaria Obligatoria a nivel nacional, será en los decretos autonómicos donde se puede encontrar elementos similares.

Así en Andalucía, Castilla y León, Comunidad de Madrid, Comunidad Valenciana, Comunidad Autónoma de Canarias o La Rioja hacían referencia a la tecnología y digitalización en los respectivos decretos que establecía el currículo. Mientras que la Región de Murcia, Castilla-La Mancha y Cantabria incluyeron asignaturas de libre configuración relacionadas directamente con la robótica (Ministerio de Educación y Formación Profesional & INTEF,

Capítulo 3. Realidad Educativa del Pensamiento Computacional

2018). Asimismo, a nivel internacional en los informes recogidos por la Unión Europea destacan la Comunidad Autónoma de Cataluña por buscar el desarrollo de la Competencia Digital desde Educación Primaria y Secundaria de forma obligatoria haciendo hincapié en la robótica y la programación.

Tabla 3

Inclusión del Pensamiento Computacional en el currículo oficial de las Comunidades Autónomas de España

Comunidad Autónoma	Nivel Educativo				Tipo de Asignatura		
	E.I.	E.P.	E.S.O.	E.S.	Troncal	Específica	Libre Configuración
Andalucía			X	X	X	X	X
Aragón							
Asturias			X				X
Cantabria			X				X
Castilla y León			X				X
Castilla La Mancha			X				X
Cataluña		X	X		X	X	X
Comunidad Foral de Navarra		X			X		
Comunidad de Madrid		X	X				X
Comunidad Valenciana			X	X		X	X
Galicia			X	X			X
Islas Baleares			X		X		
Islas Canarias			X		X	X	
La Rioja			X	X		X	
País Vasco			X	X		X	
Región de Murcia			X				X

El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Nota. La tabla representa la situación de los currículum de 16 Comunidad Autónomas de España en torno al desarrollo del Pensamiento Computacional. Elaborado a partir de *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España y propuesta normativa.* (p.8-31), por Ministerio de Educación y Formación Profesional, y INTEF. (2018).

En la Tabla 2 podemos observar un resumen de cómo estaban organizados los currículos de las diferentes comunidades autónomas entre los años 2015 y 2018. Únicamente tres comunidades optaron por introducir el Pensamiento Computacional en Educación Primaria y cinco lo hicieron en Bachillerato, frente a las otras trece que utilizaron la posibilidad de la «Libre Configuración» para introducir asignaturas propias en Educación Secundaria. Sólo cinco comunidades autónomas introdujeron los nuevos contenidos en asignaturas obligatorias.

Figura 14

Mapa de frecuencia de búsqueda del término Pensamiento Computacional

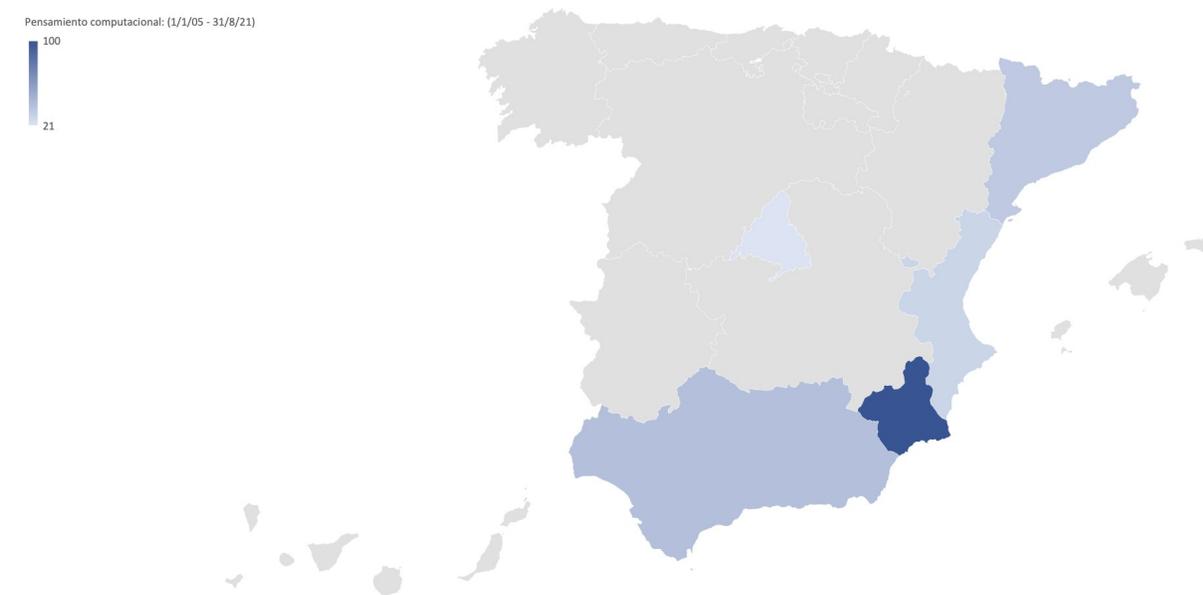


Figura 15

Mapa de frecuencia de búsqueda del término Programación Visual

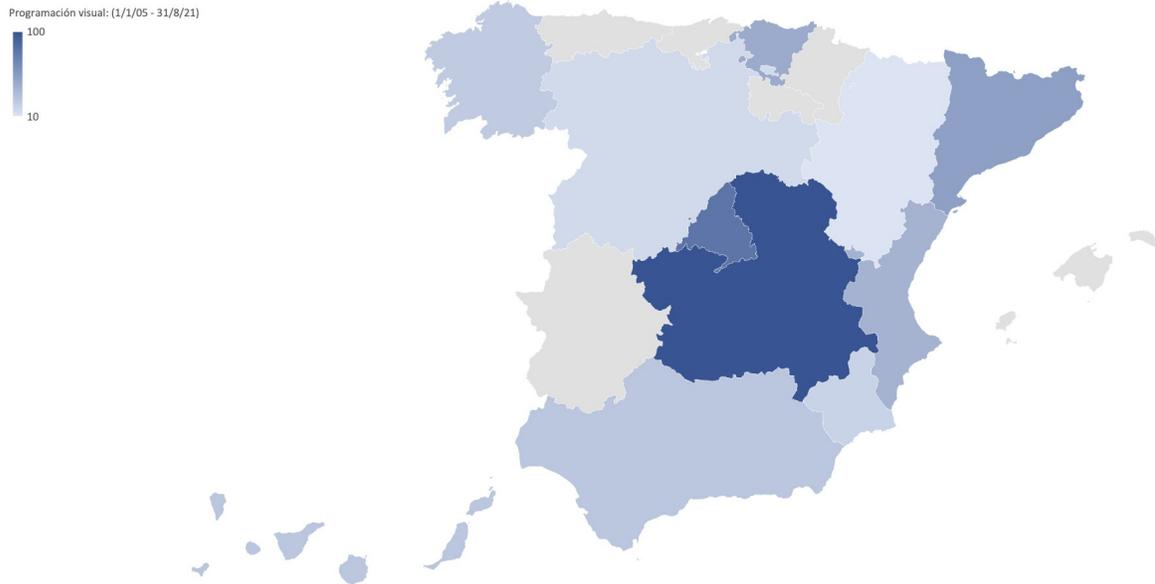


Figura 16

Mapa de frecuencia de búsqueda del término Robótica Educativa



El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Asimismo, las Figuras 14, 15 y 16⁹ muestran la frecuencia de búsqueda de los términos Pensamiento Computacional, Programación Visual y Robótica Educativa. Al igual que a nivel internacional, los cambios promovidos en los currículos provocaron que el Pensamiento Computacional pasara desapercibido y se hiciera más hincapié en las herramientas para desarrollarlo. La única excepción en las figuras es la Región de Murcia, donde el volumen de búsquedas de Pensamiento Computacional es el más alto. Un hecho que puede tener relación directa con que se incluyera el razonamiento lógico-abstracto en el currículo, lo cual llevará a la búsqueda del concepto en sí (Decreto 220/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, 2015).

En la actualidad, la última Ley Orgánica aprobada para la modificación de la Ley Orgánica de Educación tampoco incluyó ninguna referencia al Pensamiento Computacional o sus derivados (Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, 2020). Sin embargo, durante el año 2022 el Ministerio de Educación y Formación Profesional publicó como Real Decreto las enseñanzas mínimas correspondientes a los niveles de Educación Infantil, Primaria y Secundaria (Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil, 2022; Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, 2022; Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, 2022). Este hecho es relevante debido a que en todos los niveles obligatorios de la educación española aparece el Pensamiento Computacional como elemento a

9 Los datos han sido obtenidos de Google Trends, consultados el 01 de septiembre de 2021

desarrollar durante las correspondientes etapas educativas. Se equipara así, España al resto de países de la Unión Europea y resto de la comunidad internacional.

3.3. Extremadura ante el Reto del Pensamiento Computacional

En el marco legislativo de la Comunidad Autónoma de Extremadura nos encontramos con la Ley de Educación de Extremadura (LEEx) aprobada en el año 2011. Se trata de una ley que adapta a la Comunidad Autónoma la Ley Orgánica de Educación del año 2006. Se trata de una ley consensuada con todos los partidos políticos de la época recoge la integración de la tecnologías de la información y de la comunicación en todas las etapas educativas (Ley 4/2011, de 7 de marzo, de Educación de Extremadura, 2011). Sin embargo, el texto no hace alusión en ningún momento al Pensamiento Computacional.

Por otro lado, en los informes nacionales realizados por el Ministerio de Educación y Formación Profesional e INTEF (2018) se recoge que según el DECRETO 98/2016, de 5 de julio, por el que se establecen la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato para la Comunidad Autónoma de Extremadura., 2016, p. 98 (2016) y la ORDEN de 7 de septiembre de 2016 por la que se regulan los programas de mejora del aprendizaje y del rendimiento en los centros docentes que imparten la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Extremadura (2016) el currículo extremeño desarrolla el Pensamiento Computacional a través de la programación, diseño y construcción de robots en una serie de asignaturas troncales y específicas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Sin embargo, dichos documentos oficiales no recogen ningún término igual o similar al mencionado.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Entre las iniciativas para promover el Pensamiento Computacional en la región encontramos que dentro del Plan Comunidad Educativa 2.0, la Consejería de Educación dotó a los centros educativos con robots y kits de ampliación orientados a Primaria y Secundaria. Asimismo, desde los Centros de Profesorado y Recursos (CPR) se realizaron acciones de formación para los docentes, con ánimo de instruirles en el uso de los recursos educativos entregados. Sin embargo, formalmente nunca se incluyó su uso en el currículo de Primaria ni de Secundaria, por lo que el Pensamiento Computacional o, concretamente, la robótica se trabajaron de forma voluntaria y transversal.

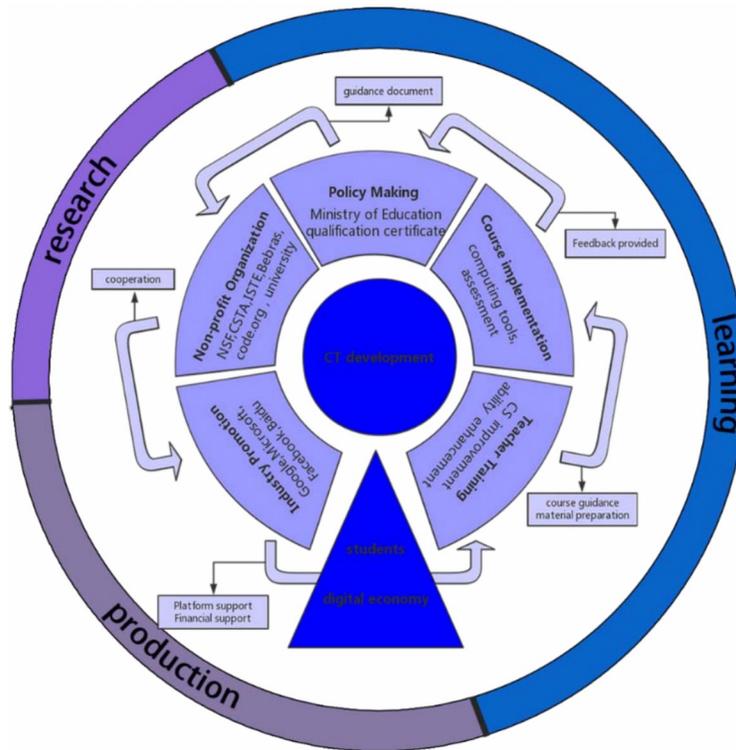
Por último, con la creación a nivel nacional de la «Escuela de Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial», la Comunidad Autónoma de Extremadura firmó un convenio por el cual se comprometía a facilitar a los docentes de la región su participación en la elaboración de recursos, implementación de proyectos colaborativos, elaboración de informes y celebración de jornadas y encuentros. La firma de dicho convenio promovía, por tanto, la formación y reciclaje del profesorado para hacer frente a la inclusión del Pensamiento Computacional (Resolución de 19 de julio de 2020, de la Secretaría General Técnica, por la que se publica el Convenio con la Junta de Extremadura, para la promoción del pensamiento computacional en todas las etapas educativas no universitarias a través del proyecto «Escuela de Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial», 2020).

3.4. Iniciativas para la promoción del Pensamiento Computacionales

Los autores Xing y Zhang (2020) dividen el proceso de desarrollo del Pensamiento Computacional en tres grandes pilares: aprendizaje, investigación y producción. Unos pilares que envuelven cinco dimensiones clave para su desarrollo: creación de políticas educativas, promoción de iniciativas privadas: con o sin ánimo de lucro, formación del profesorado e implementación en la práctica educativa. Así, las dimensiones forman la copa de un árbol cuyo tronco son los estudiantes y sus necesidades.

Figura 17

Pilares para incentivar el Pensamiento Computacional



El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Nota. La figura representa los tres pilares en los que se basa la promoción del Pensamiento Computacional. Obtenido de *The general development framework*. (p.173), por Xing, Y. y Zhang, Y., 2020, *The Educational Review*.

Como resultado de la Figura 17 Política, Economía y Educación son tres pilares fundamentales, que deben apoyarse para favorecer el desarrollo del Pensamiento Computacional (Xing & Zhang, 2020). Sin embargo, la forma de promoverlo varía, traduciéndose en multitud de iniciativas.

3.4.1. Bebras

Concebida en el año 2003 para promover el Pensamiento Computacional y la Ciencia Informática entre los estudiantes de cualquier edad, «Bebras»¹⁰ nació en Lituania de la mano de la profesora Valentina Dagiene. Su objetivo inicial era atraer a los estudiantes para que aprendieran informática a través de un desafío (Xing & Zhang, 2020). Desde el año 2006 se fueron uniando y organizando sus primeros desafíos países de toda Europa y fuera de ella, pero el primer desafío tuvo lugar el 25 de septiembre de 2004 en Lituania (Dagienė & Futschek, 2008).

El desafío dura 45 minutos, aproximadamente, en los que el discente debe resolver entre 12 y 15 cuestiones, que no requieren conocimientos previos. Eso sí, las pruebas tienen cuatro niveles de dificultad que van desde 5º de Educación Primaria hasta 2º de Bachillerato. El desafío se lleva a cabo una semana de noviembre en toda Europa al mismo tiempo (Kwon et al., 2021; Vaníček et al., 2021).

¹⁰ <https://bit.ly/3qFejOD>

3.4.2. Centros de Profesores y de Recursos de Extremadura

Con ánimo de realizar una oferta integral en base a las necesidades de la práctica docente la Consejería de Educación y Empleo, de la Junta de Extremadura, a través de su Plan Marco Regional de Formación Permanente del Profesorado, regula el aprendizaje permanente de los docentes extremeños.

Para poder atender a las necesidades de los centros educativos la consejería a puesta por un modelo descentralizado a través de los Centros de Profesores y de Recursos. Un total de 18 centros divididos por demarcaciones, que dependen del Servicio de Innovación y Formación del Profesorado. Desde los distintos «CPR»¹¹ contemplan la importancia de formar a los docentes para la introducción del Pensamiento Computacional en el aula. Es por ello que, sólo en el curso académico (2021/2022), tienen previsto 6 cursos específicos del concepto y más de 30 cursos de programación y robótica educativa.

Entre los cursos que ofertan desde los CPR encontramos “Robótica en el Aula. Primeros pasos con Arduino y LEGO”¹², “Despierta la creatividad de tu alumnado con la Programación y la Robótica”¹³, “Enseñar con Robots para que el alumnado aprenda a aprender con la Robótica”¹⁴, “Robótica Educativa – Imagina, Crea, Construye”¹⁵, “Aplicaciones de Ciencia, Ingeniería y Robótica en el Aula”¹⁶, entre otros muchos. El enfoque que se da al Pensamiento Computacional pasa por la introducción de la robótica. Y es que no debemos olvidar la medida de la Junta de Extremadura por la que se enviaron kits a los centros educativos.

11 <https://bit.ly/3nmqOMY>

12 <https://bit.ly/3aWhV9f>

13 <https://bit.ly/3OnkpLw>

14 <https://bit.ly/3AYDHnD>

15 <https://bit.ly/3v2mlCy>

16 <https://bit.ly/3zeOMkN>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

3.4.3. Code Club

Un día, a principios de 2012, en un «*Hack Day*» surgió la idea de organizar un Code Club¹⁷. De esta forma se ideó la creación de un lugar donde los niños y niñas tuvieran la oportunidad de aprender a programar (Smith et al., 2014). A través de voluntarios se organiza una comunidad donde jóvenes de entre 9 y 13 años pueden aprender a construir y a compartir sus ideas.

Aunque el objetivo sea aprender a codificar son varias las características que diferencian los Code Club de un aula formal. Encontramos que los docentes no proceden del mundo educativo, existe una diversidad de recursos y metodologías y, sobre todo, la no existencia de evaluaciones académicas (Aivaloglou & Hermans, 2019). Unas características que refuerzan el aprendizaje y la aceptación por parte de los asistentes (Moumoutzis et al., 2022).

3.4.4. CodeWeek

Un grupo de jóvenes asesores para la Agenda Digital de Europa puso en marcha en el año 2013 «*CodeWeek*»¹⁸, la Semana de la Programación de la Unión Europea. Enmarcada dentro del Plan de Acción de Educación Digital el objetivo principal es desarrollar el Pensamiento Computacional y los conceptos bases de programación en los estudiantes. Así, se acercan estas capacidades al gran público, que se une para aprender juntos de forma motivadora.

In 2013, around 300 events were held. However, building on the success stories in that edition, in 2014 there were more than 3000 events, in which more than 100,000 people

17 <https://bit.ly/3yqjCDT>

18 <https://bit.ly/3kF34Sa>

Capítulo 3. Realidad Educativa del Pensamiento Computacional

participated. Regarding the goal of scaling up the outreach of CodeEU for future editions, the lessons from the countries where most events were run indicate that it is important to get in touch with academic organisations, teachers, media, similar coding movements as Rails Girls or Coder Dojo, and to partner with leader companies. (Moreno-León & Robles, 2015, p. 565)

Actualmente es celebrada, en más de 80 países, durante el mes de octubre. Los embajadores, voluntarios que diseñan y llevan a cabo las actividades, ponen en marcha sus propias iniciativas en esos días. En el año 2015 participaron 570.000 estudiantes, mas en el año 2020 participaron 3.400.000 lo que supone un incremento del 596 %.

3.4.5. Code.org

Apoyados por una ingente cantidad de donantes, entre los que se encuentran *Microsoft*, *Facebook*, *Amazon* o *Google* entre otros, «*Code.org*»¹⁹ nace como una organización sin ánimo de lucro dedicada a que cada estudiante de cada escuela tenga la oportunidad de aprender informática como parte de su educación básica (Basogain Olabe et al., 2018). Entre sus principales objetivos se encuentra llegar a la mayor diversidad de estudiantes posibles, llegar a las aulas preparando a los docentes e inspirando a los discentes, cambiar las políticas educativas y globalizar la codificación.

Además, entre sus acciones se encuentra la campaña «*Hour of Code*», en la que han participado más del 15% de estudiantes de todo el mundo. Bajo el lema una hora de código al día, los usuarios pueden aprender a codificar a través de un sistema de programación visual con entornos narrativizados con *Star Wars*, *Frozen*, *Angri Birds*, etc. En definitiva, planes de

¹⁹ <https://bit.ly/2YNkt3t>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

estudio que contribuyen a la mejora del rendimiento de los usuarios en materia de codificación (Çavdar et al., 2022). Sin embargo, estos deben estar seleccionados y supervisados por un docente para que se ajuste, no sólo a la edad, si no a las habilidades de los discentes (Lambié et al., 2021).

3.4.6. CoderDojo

De la mano de James Whelton, empresario, y Bill Liao, filántropo, en el año 2011 se estableció el primer CoderDojo²⁰ en Cork, Irlanda. Fue el primero de una red internacional de centros o *clubs* de programación informática para jóvenes. Todos ellos cumplen con cuatro requisitos: gratuidad, independencia, comunidad y voluntariado (Alsheaibi et al., 2018).

Actualmente, la red cuenta con 2364 *clubs*, más de 12.000 voluntarios en 117 países. En los centros, además de codificar, los usuarios conectan con intereses comunes en torno a las posibilidades que ofrece la tecnología. Cambiar el mundo a través de la tecnología desde el aprendizaje entre iguales y el autodirigido (Alsheaibi et al., 2020).

3.4.7. CódigoEx

En el año 2021, promovido por Diego Antonio Guerrero Alonso, asesor de Innovación Educativa del Centro de Profesores y de Recursos de Mérida, se inició el proyecto piloto «CódigoEx»²¹. Una liga escolar de código para toda Extremadura, se configura como un lugar donde competición, convivencia y aprendizaje se encuentran.

20 <https://bit.ly/3IhQgMq>

21 <https://bit.ly/3wQbgEa>

Capítulo 3. Realidad Educativa del Pensamiento Computacional

Independientemente de la edad, el curso académico, desde Educación Infantil hasta Educación Superior (excluyendo la universitaria), o el nivel que se posea. Para participar los estudiantes deben diseñar un proyecto enmarcado en una categoría: arte, juegos, ciencias, animación de relatos y relatos de creación propia; haciendo uso, únicamente, de la herramienta educativa *Scratch*.

3.4.8. Coding pirates

Un lugar donde, los amantes de la tecnología, pueden cooperar y ayudarse mutuamente; esa es la filosofía bajo la cual infantes, adolescentes y voluntarios de todas las edades forman una comunidad de talleres, eventos y cursos denominada «Coding Pirates»²². Fundada por dos estudiantes, Martin Exner y Christian Hjort Lund, de la Universidad Danesa de TI, tuvo su inicio en febrero de 2014 como grupo de trabajo universitario.

Su principal objetivo es fomentar la imaginación, el ingenio y la creatividad, a través de zonas de juego y aprendizaje. Como organización sin ánimo de lucro su columna vertebral la forman maestros, programadores, investigadores y empresarios que desean ofrecer a niños y niñas la oportunidad de comprometerse y empoderarse en un mundo tecnológico.

3.4.9. Escuela del Pensamiento Computacional

Con cuatro ediciones realizadas desde el curso 2018-2019, la «Escuela de Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial»²³ es un proyecto nacional impulsado por el Ministerio de Educación y Formación Profesional del Gobierno de España. Asimismo, la implicación de las Consejerías y Departamentos de Educación de las Comunidades Autónomas es vital para llevar a

²² <https://bit.ly/3cd3Dyf>

²³ <https://bit.ly/3Hs5M7x>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

cabo sus objetivos. El principal es dotar de recursos educativos y formación a los docentes para que puedan incluir en su práctica educativa el desarrollo del Pensamiento Computacional.

Para el nivel de Educación Primaria, la Escuela de Pensamiento Computacional formó a más de 200 docentes de 16 Comunidades Autónomas y 2 Ciudades Autónomas para que aprendieran a trabajar las Matemáticas de 5º de Primaria a través de actividades de programación con el lenguaje Scratch. (Moreno-León et al., 2021, p. 2)

Con cada curso académico la escuela va mejorando y actualmente presenta una estructura básica compuesta de formación, puesta en práctica e investigación en torno a 5 áreas: Pensamiento Computacional desconectado, programación por bloques, lenguajes de programación (Python), inteligencia artificial y robótica educativa; un total de 30 módulos de aprendizaje.

3.4.10. E3x

Organizado por docentes para docentes el Encuentro de Educadores de Extremadura es un evento anual cuyo objetivo es promover la difusión de prácticas innovadoras con tecnología educativa entre los docentes de la comunidad autónoma. Talleres formativos, comunicaciones de experiencias y espacios para el intercambio de ideas y creación de nuevos proyectos.

Desde el año 2019, esta veintena de docentes promueven que en los «E3x»²⁴ se incluya el Pensamiento Computacional, enseñando a pensar a una máquina, la robótica educativa, en Educación Infantil y Primaria a través de robot de suelo, y la programación visual, con actividades enmarcadas en la semana europea de la programación, entre sus líneas.

²⁴ <https://bit.ly/3ciL4w5>

3.4.11. EURobotics League

En septiembre de 2012 se fundó en Bruselas, «euRobotics», una asociación sin ánimo de lucro, para todos aquellos interesados en la robótica. Entre sus objetivos están el impulsar la investigación, el desarrollo y la innovación en robótica. Desde el año 2014 está vinculada con proyectos europeos «*Horizon*». Así, crearon el «European Robotics Forum», la «European Robotics Week» y la «European Robotics League»²⁵.

Fruto de sus últimos proyectos la liga europea de robótica es concebida como concursos de robots que cubren las necesidades educativas y, al mismo tiempo, como plataforma para el desarrollo de habilidades científicas en torno a la robótica. Abierto a la participación internacional, los participantes compiten desde los institutos más prestigiosos de Europa.

3.4.12. First LEGO League

«Ingeniera Soy» es una asociación sin ánimo de lucro, aunque sus promotoras la consideran un proyecto social que busca superar la desigualdad existente entre niñas y mujeres en las áreas científico-tecnológicas. Bajo esta premisa surgen los cuatro objetivos: aspiración del desarrollo profesional, oportunidades de futuro, impulso tecnológico e igualdad de género; llegando a mostrar las chicas mayores niveles de motivación, entusiasmos y creatividad que los chicos (Schina et al., 2020).

Desde la asociación y junto a la fundación «First LEGO Education» organizan el programa educativo «First LEGO League»²⁶ para España. Abierto a jóvenes de entre 4 y 16 años de edad, el certamen tiene tres niveles: *Discover*, *Explore* y *Challenge*. De forma colaborativa,

25 <https://bit.ly/3HrUqjO>

26 <https://bit.ly/3kLyp5O>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

los equipos se enfrentarán en una competición por resolver problemas, al mismo tiempo que desarrollan hábitos de aprendizaje, habilidades y confianza.

Asimismo, el estudio realizado por Usart et al. (2019) expone que, además de desarrollar el Pensamiento Computacional, potencia cuatro habilidades del siglo XXI como son la comunicación, el desarrollo de productos de calidad, habilidades sociales o culturales y la resolución de problemas; esta última habilidad también la respalda el estudio realizado por Chen (2019).

3.4.13. HispaRob

Desde el Ministerio de Ciencia e Innovación apoyan un proyecto que pretende estar a la vanguardia en el sector de la robótica. «HispaRob»²⁷ es una asociación sin ánimo de lucro, que se define como una Plataforma Tecnológica Española de Robótica. Entre sus diferentes ejes temáticos se encuentra la robótica educativa. Presenta, así, la robótica como un elemento evolucionado de la ingeniería o como afirma Sánchez Nadal (2017) “La robótica es una tecnología transversal en cuanto a su aplicación, y también en cuanto a las habilidades y capacidades que se trabajan en su aprendizaje y desarrollo.” (p. 21).

Con ánimo de convertirse en referencia española en robótica educativa y así promover una actualización del currículo educativo, desde «HispaRob» llevan a cabo diferentes acciones, bajo el lema robótica por la igualdad, entre las que destacan los “Kits Viajeros”. Una iniciativa que arrancó en 2016 con la intención de facilitar el acceso a la robótica en los centros educativos.

²⁷ <https://bit.ly/3CnTV6G>

3.4.14. NCC Extremadura

Gestionado por la Asociación de Universidades Populares de Extremadura y financiado a través de la Consejería de Educación y Empleo de la Junta de Extremadura, el Plan de Competencias Digitales para la Empleabilidad de Extremadura es un programa que busca impulsar la adaptación de las personas a nuevos entornos con el desarrollo de la competencia digital.

«NCC Extremadura»²⁸ pretende alcanzar su objetivo proporcionando formación, talleres de Pensamiento Computacional, recursos educativos y la organización de eventos, actividades dentro de la semana europea de la programación. Acciones concretas a lo largo de la comunidad autónoma que le han llevado a conseguir un reconocimiento a contribuir a paliar la brecha digital del pueblo gitano.

3.4.15. Olimpiada Internacional de Informática

Con motivo de la XXIV Conferencia General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, en 1987, el profesor búlgaro Blagovest Sendov propuso la puesta en marcha de las primeras olimpiadas internacionales de informática. Así, en el año 1989 se celebró el primer «IOI»²⁹ en Bulgaria (Knuth, 2017).

Desde entonces todos los años se ponen a prueba a los estudiantes, de forma individual, de todo el mundo, con el objetivo primordial de aumentar el interés en la ciencia informática y la tecnología. Con ánimo de lograr esa empresa los desafíos están relacionados con la resolución de problemas, el diseño de algoritmos, la estructuración de datos y la programación.

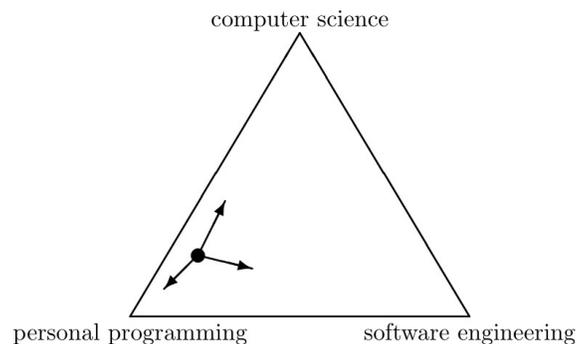
28 <https://bit.ly/3DnIvBj>

29 <https://bit.ly/3wYa01H>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Figura 18

Pilares de una competición de IOI



Nota. La figura representa los tres pilares en los que se debe basar una competición de IOI. Obtenido de *The force field in which to place a CS/'programming' course.* (p.164), por Verhoeff, T.,2019, Olympiads in Informatics.

Los pilares mostrados en la Figura 18 son definidos como: Ciencias de la Computación, conceptos generales y conocimientos sobre computación, Programación Personal, un lenguaje de programación para uso personal, y la Ingeniería de Software, o el desarrollo de software para el uso personal (Verhoeff, 2019).

En España, la «Fundación Aula Escola Europea» de Barcelona fue fundada en los años 60, por Pere Ribera i Ferran, como un centro educativo sin adscripción política, religiosa o económica. Con una orientación heurística, busca potenciar el aprendizaje con la indagación, la reflexión, el razonamiento y pensamiento crítico.

No sorprende, por tanto, que en 1997 impulsara la creación y organización del concurso de programación informática nacional para adolescentes y jóvenes estudiantes, de menos de 20

Capítulo 3. Realidad Educativa del Pensamiento Computacional

años, denominado Olimpiada Informática Española, «OIE»³⁰. Con un formato de participación individual, los participantes deben resolver problemas algorítmicos haciendo uso de lenguajes de programación como C++, Python o Java. Así, los concursantes resuelven problemas mediante la creación de programas.

Inspirados en las Olimpiadas Informáticas Nacionales e Internacionales, desde la Escuela Politécnica, de la Universidad de Extremadura, inauguraron en el año 2011 las primeras olimpiadas informáticas de Extremadura. Actualmente van 9 ediciones del certamen al que se han sumado 14 entidades colaboradoras.

La «OIE»³¹ sigue las mismas normas que el resto de certámenes de escala superior. Se trata de una contienda individual, para estudiantes de Educación Secundaria o Bachillerato, en la que compiten en dos tipos de prueba: ingenio y programación. Resolver problemas con lápiz y papel, para demostrar el ingenio de los participantes, y de programación haciendo uso de sus conocimientos en C++ y Java.

3.4.16. ProgramaMe

Desde el año 2011 la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid acoge el Torneo Nacional «ProgramaMe»³². Un concurso de programación donde los estudiantes participan en grupos colaborativos ,de tres personas, para resolver entre 8 y 12 desafíos de diferentes lenguajes de programación (C, C++, Java, ...). El certamen se celebra en dos fases: Concurso Regional y Final Nacional.

30 <https://bit.ly/3Fg7oPO>

31 <https://bit.ly/3coMe5A>

32 <https://bit.ly/3kITo11>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Un grupo de profesores del departamento de Informática del Instituto de Educación Secundaria Antonio de Nebrija (Móstoles) iniciaron el torneo en la Comunidad Autónoma de Madrid. Sin embargo, en el curso 2011-2012 con el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia, a través de un proyecto de innovación, se abrió al conjunto del territorio español.

3.4.17. Programamos

Constituidos como una asociación sin ánimo de lucro, un grupo de personas inquietas y comprometidas con la docencia fundó «Programamos»³³. Su objetivo primordial es buscar el desarrollo del Pensamiento Computacional a través de la programación de aplicaciones y videojuegos desde edades muy tempranas (Moreno-León, Huertas-Fernández, et al., 2016).

Sus principales herramientas son Scratch y App Inventor, ambas del MIT, con las que desean promover una evolución educativa. Conscientes de la implicación que requiere este cambio ofrecen: experiencias, materiales y dudas. Tres ingredientes para crear otro tipo de docencia que implique motivación y calidad.

3.4.18. Robocampeones

Creada por Profesores de Educación Secundaria especializados en Tecnología, la Asociación, sin ánimo de lucro, «Robocampeones» fue constituida en el año 2013. Una asociación, que junto a la colaboración del Ayuntamiento de Fuenlabrada y el Instituto de Educación Secundaria Gaspar Melchor de Jovellanos de Móstoles, lleva a cabo el Torneo Nacional de robótica «Robocampeones»³⁴.

33 <https://bit.ly/3Dm2UXi>

34 <https://bit.ly/3ceGgEz>

Capítulo 3. Realidad Educativa del Pensamiento Computacional

El certamen se divide en cuatro pruebas que incluyen robots de *hardware* libre, robots LEGO, una feria de la ciencia e impresión 3D. Unos desafíos que permiten cumplir con los objetivos de promocionar, desarrollar y practicar la robótica; así como, de llevar la robótica educativa al ámbito escolar.

3.4.19. Sistema THEAD

Un conjunto de formadores y creadores de contenidos educativos conforman una empresa social cuyo único fin es ayudar a inspirar un cambio. Desde «Sistema THEAD»³⁵ impulsan la innovación y la transformación educativa formando docentes y asesorando a centros educativos.

Promover la igualdad de oportunidades, reducir la brecha digital y contribuir a una educación de calidad son algunos de sus objetivos. Con 5 proyectos realizados a lo largo de estos años, se ha de evidenciar uno denominado BCN Táctil Bloques o *ScratchJr* Desenchufado. En este proyecto, *open-source*, se materializan los bloques de la aplicación del MIT, para que, de una forma inclusiva, los niños y niñas puedan desarrollar las habilidades propias del Pensamiento Computacional.

3.4.20. School Computing

Bajo la dirección del profesor Francisco Fernández de Vega y con el apoyo institucional de la Universidad de Extremadura y el Consorcio IdentTIC se puso en marcha el proyecto «*School of Computing*»³⁶ en el año 2011. El objetivo principal del proyecto, con vista al futuro de

35 <https://bit.ly/3wR23LH>

36 <https://bit.ly/3kIZ1xz>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

los estudiantes, era desarrollar el Pensamiento Computacional y la creatividad en la adolescencia.

Aunque su recorrido abarcó únicamente dos cursos académicos, se realizaron cursos de formación a través de los Cursos de Verano Internacionales de la Universidad de Extremadura para la creación de videojuegos; así como la puesta en marcha de diferentes actividades en dos institutos, de Almendralejo y Casar de Cáceres, con franjas de trabajo en torno a 10 horas mensuales. Asimismo, organizaron la «First Lego League» en el año 2013, justo antes de paralizar todos los proyectos por falta de recursos económicos.

3.4.21. Technovation

Con 15 años de experiencia en el sector, esta organización sin ánimo de lucro, «*Technovation*»³⁷, busca empoderar a las niñas de hoy para convertirse en las líderes, creadoras y solucionadoras de problemas del futuro. Fue fundada en 2006 por la CEO Tara Chklovski al percatarse del bajo número de mujeres y personas de diferentes etnias que tenía por compañeros de estudios (Miravalles & Vallecillo, 2017).

Inició su andadura en una pequeña escuela de Los Ángeles, para acabar extendiéndose por los Estados Unidos. Bajo un enfoque colaborativo, su modelo de aprendizaje gira en torno a 3 partes claramente diferenciadas. Primero se trata de identificar un problema del mundo real, segundo construye en equipo y en tercer lugar involucra a tu comunidad.

37 <https://bit.ly/3ni3EHv>

SEGUNDA PARTE.
EL FARO DE ALEJANDRÍA

Capítulo 4. Marco Metodológico

Independientemente de la investigación que se desee desarrollar para que sea sistemática deberemos asegurar que las preguntas de investigación sean pertinentes, que se establezca un control sobre la recogida de información, se tengan en cuenta los márgenes de error y, en consecuencia, se genere el informe correspondiente (Cronbach & Suppes, 1969).

Definimos, por tanto, que la metodología de una investigación es sistemática e intencional siempre que sus “procedimientos no son actividades casuales, sino que están planificados para obtener datos sobre un problema de una investigación particular.” (MacMillan & Schumacher, 2012, p. 12). Como primer paso de planificación, la presente Tesis Doctoral establece las siguientes preguntas de investigación:

- PI01. ¿Cómo se ha conceptualizado el Pensamiento Computacional?
- PI02. ¿Cómo se ha incluido el Pensamiento Computacional en el currículo académico?
- PI03. ¿Cómo se trabaja el Pensamiento Computacional actualmente en la práctica educativa?
- PI04. ¿Qué iniciativas se llevan a cabo para promover el Pensamiento Computacional?
- PI05. ¿Cómo se forman los docentes para incluir el Pensamiento Computacional en su práctica educativa?
- PI06. ¿Qué recursos didácticos se utilizan para desarrollar el Pensamiento Computacional?

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

PI07. ¿Cuáles son las expectativas del Pensamiento Computacional en la educación del futuro?

4.1. Objetivos de la Investigación

Siguiendo el proceso de investigación (MacMillan & Schumacher, 2012), tras la formulación del problema a través de las Preguntas de Investigación y con ánimo de dar respuesta a las mismas, se establecen los siguientes dos Objetivos Generales para la investigación:

OGO1. Describir y analizar el estado actual del Pensamiento Computacional en su dimensión educativa.

OGO2. Identificar y valorar el futuro del Pensamiento Computacional en la práctica educativa.

Dada la envergadura de los Objetivos Generales establecidos se procede a concretarlos a través de los siguientes Objetivos Específicos para la investigación:

OEO1. Establecer el Marco Conceptual actual del Pensamiento Computacional.

OEO2. Analizar las Características Documentales de las publicaciones relacionadas con la práctica educativa del pensamiento Computacional.

OEO3. Reflexionar sobre la Dimensión Pedagógica del Pensamiento Computacional.

OEO4. Identificar los referentes actuales en el campo del Pensamiento Computacional.

OEO5. Analizar la relación entre el Currículo y el Pensamiento Computacional.

OEO6. Estudiar los factores que intervienen en la Formación del Profesorado en torno a el Pensamiento Computacional.

4.2. Planteamiento Metodológico

El concepto de metodología evoca la necesidad de dar respuestas a problemáticas que surgen en nuestra sociedad a través de la investigación. Así, dos términos acuden rápidamente a nuestras mentes: cuantitativo y cualitativo. Sin embargo, la diferenciación que existe entre ellos no es únicamente metodológica, dos formas muy distintas de recoger datos y analizarlos, sino que para determinados autores entrañan una concepción del mundo muy diferente (Colás Bravo & Buendía Eisman, 1994; MacMillan & Schumacher, 2012).

En la investigación cuantitativa basamos nuestros resultados en una realidad única y estable “[...] separados de los sentimientos y de las opiniones de los individuos.” (MacMillan & Schumacher, 2012. p. 19). Sin embargo, en la investigación cualitativa los resultados obtenidos derivan de las múltiples realidades, las diferentes percepciones y perspectivas de la muestra.

Partiendo de las posibilidades que ofrecen los métodos de investigación por separado surge, de la mano de Campbell y Fiske en 1959, una nueva corriente metodológica que busca la integración y complementación de ambos prismas. La metodología mixta ofrece las diferentes realidades de la sociedad de la metodología cualitativa junto al rigor de la cuantitativa (Chaves-Montero, 2018).

Con ánimo de cumplir con los objetivos generales planteados se aplicarán dos metodologías diferentes. Un hecho que genera dos estudios claramente diferenciados pero agregados metodológicamente según el principio de complementariedad. Por el cual, ambas

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

investigaciones permiten reflexionar desde la diferencia y la complementariedad y no desde la disyuntiva y la oposición (García Hoz, 1991; Hamui-Sutton, 2013).

En el Primer Estudio se desarrollará el OG1 a través de una Revisión Sistemática de la Literatura que permita conocer el estado actual, los últimos cinco años, del Pensamiento Computacional. Mientras el Segundo Estudio desarrollará el OG2 con un Estudio Delphi que aborde la prospectiva del concepto en su futuro inmediato. Una complementariedad metodológica entre Objetivos Específicos que se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 4

Desarrollo metodológico de la Tesis Doctoral

Preguntas de Investigación	Primer Estudio OG1	Segundo Estudio OG2
PI1 ¿Cómo se ha conceptualizado el PC?	OE1 y OE2	OE1
PI2 ¿Cómo se ha incluido el PC en el currículo académico?	OE3, OE4 y OE5	OE3, OE4 y OE5
PI3 ¿Cómo se trabaja el PC actualmente en la práctica educativa?	OE3	OE3
PI4 ¿Qué iniciativas se llevan a cabo para promover el PC?	OE1 y OE2	OE1
PI5 ¿Cómo se forman los docentes para incluir el PC en su práctica educativa?	OE6	OE6
PI6 ¿Qué recursos didácticos se utilizan para desarrollar el PC?	OE1 y OE2	OE1
PI7 ¿Cuáles son las expectativas del PC en la educación del futuro?	-	OE3 y OE5

Primer Estudio.

La Trilogía de Atenas

Revisión Sistemática de la Literatura

Capítulo 5. Metodología

Con la aparición del primer ordenador, en el año 1946, la información vislumbró un destino muy distinto al que tenía hasta ese momento. La llamada Era de la Información había llegado para cambiar el consumo y creación del saber. Así, junto a un aliado denominado la autopista de la información (internet), el acceso a la información, en tan solo 54 años, se multiplicó en un 438%, existiendo 17 millones de sitios web³⁸. En la actualidad, hay más de 1.880 millones de páginas web exponiendo su información.

Los flujos de información sobrepasan las fronteras nacionales bajo el escudo protector de libre comercio, defendido a ultranza por las grandes potencias capitalistas. La nueva forma que reviste la sociedad es la globalización. Su manifestación quizás más evidente es la mayor red de información existente, INTERNET. (Patterson Hernández & Viciado Tijera, 2000, p. 235)

Esta situación no podía permanecer ajena al mundo académico. Así, en el año 1980 se publicaron 3.908 artículos científicos, mientras que en el año 2019 fueron 93.417, únicamente en España³⁹, lo que supone un aumento del 2.390% de la producción científica sólo en nuestro país.

Ante este aumento exponencial del volumen de información, las posibilidades de una persona para conocer el estado del arte de un determinado área de forma actualizada son muy escasas debido a la implicación de tiempo necesaria para tal empresa. Esta es una de las razones más importante de la utilidad de una revisión sistemática de la literatura.

³⁸ Datos obtenidos de Total Number of Websites – Internet Live Stats, consultados el 31 de agosto de 2021.

³⁹ Datos obtenidos de Producción científica SCOPUS, consultados el 31 de agosto de 2021.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Permite sintetizar las evidencias disponibles sobre una determinada área, concepto o temática. Pero su utilidad no se limita a la síntesis, sino que a partir de ella se pueden identificar diferentes elementos (Yepes-Nuñez et al., 2021), como son: identificar futuras prioridades de investigación, abordar preguntas que de otro modo no podrían ser respondidas por estudios individuales, identificar problemas en la investigación primaria que deben ser corregidos en futuros estudios o generar o evaluar teorías sobre cómo o por qué ocurren determinados fenómenos de interés.

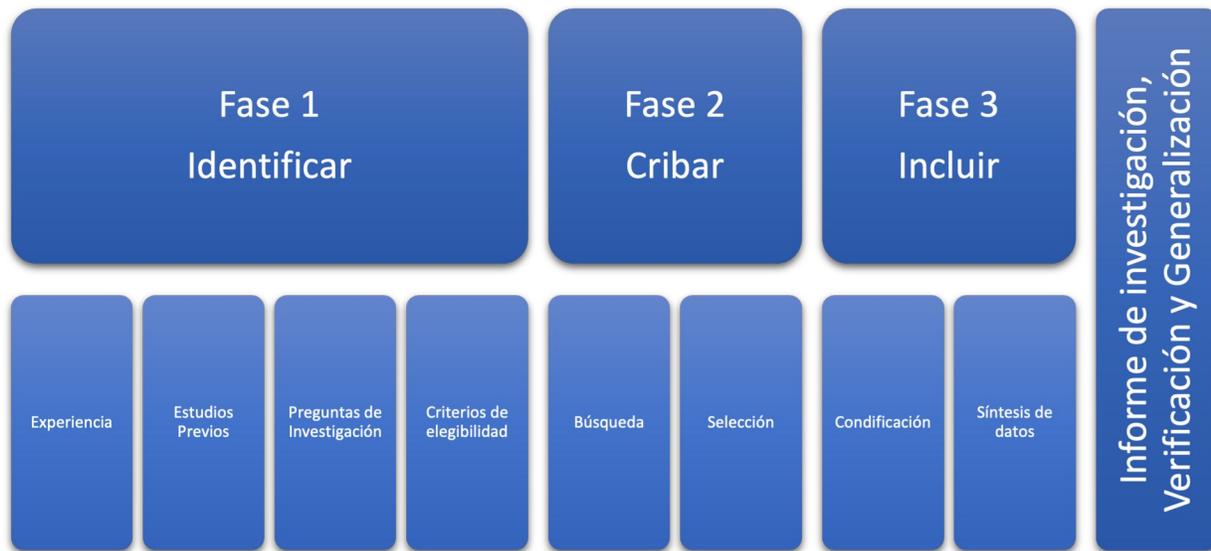
Sin embargo, ante el aumento de Revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis, en los últimos años, se puede observar que la calidad metodológica de las mismas es muy diferente, demostrando que no todas son sistemáticas (Manterola et al., 2013). Por ello, para garantizar la validez y calidad de estas utilidades, una revisión sistemática de la literatura debe realizarse bajo unos criterios objetivos que le otorguen al proceso transparencia, claridad y precisión. Por esta razón nacieron una selección de elementos que se deben comprobar antes de la publicación de un artículo de síntesis. Entre ellas, destaca la declaración PRISMA (Moher et al., 2015).

To ensure a systematic review is valuable to users, authors should prepare a transparent, complete, and accurate account of why the review was done, what they did (such as how studies were identified and selected) and what they found (such as characteristics of contributing studies and results of meta-analyses). (Page et al., 2021, p. 1)

Con un recorrido de más de diez años, la declaración PRISMA 2009, recientemente actualizada a PRISMA 2020, comprende un total de 27 elementos que, según Page et al. (2021), otorgan una orientación para la realización de una revisión sistemática de la literatura de calidad. Unas recomendaciones que ha sido apoyadas tanto por revistas como organizaciones en múltiples áreas de conocimiento.

Figura 19

Proceso revisión sistemática de la literatura siguiendo los estándares de PRISMA



Así, la Figura 19 muestra el proceso de realización de una revisión sistemática de la literatura bajo la adaptación de las recomendaciones de PRISMA 2020. Por tanto, se identifican tres grandes fases de un proceso que debe ser claro, objetivo y transparente. Para ello los criterios, elecciones y decisiones deben quedar recogidos en la metodología de toda revisión sistemática de la literatura.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

La primera fase, denominada «Identificar», recoge cuatro elementos iniciales: la experiencia, estudios previos, preguntas de investigación y criterios de elegibilidad. La mayor parte de los métodos de investigación, como la mayoría de acciones a lo largo de la vida, tienen una relación directa entre la experiencia y la calidad del resultado. En el caso de la revisión sistemática se habla de una herramienta metodológica que requiere de conocimientos, práctica y experiencia “en los métodos de búsqueda y revisión, así como en la conducción, aplicación e interpretación de los resultados obtenidos” (Manterola et al., 2013, p. 151).

El siguiente elemento que se ha de tener en cuenta son las revisiones sistemáticas de la literatura que se han realizado con anterioridad. Son varias las razones de la importancia de este elemento. Revisar los estudios previos proporcionará una imagen global del estado de la cuestión, evitará que se realicen estudios similares y, por el contrario, se mantendrán los textos más antiguos actualizados. Estos dos elementos iniciales permiten contextualizar las preguntas de investigación, así como los criterios de elegibilidad que se van a aplicar en el estudio. Este elemento proveerá, a la revisión de alcance, de las herramientas para aclarar las definiciones de trabajo y los límites conceptuales del campo de estudio (Munn et al., 2018).

Una vez asentados los cimientos de la investigación, daría comienzo la segunda fase. «Cribar» se compone de dos elementos: búsqueda y selección. En la primera tiene lugar la exploración de artículos. Para ello, se deben determinar los conceptos, relacionados con las preguntas de investigación, que serán utilizados. Asimismo, se establecerán las bases de datos en las que se realizarán las búsquedas.

Una vez recabados los resultados preliminares, a los textos que se han obtenido se les debe aplicar los criterios de elegibilidad establecidos en la fase anterior: primero, con la lectura de título y resumen; y, en una segunda iteración, sobre el texto completo. Esta acción garantiza que solo aquellos textos que cumplan los requisitos implícitos en la investigación sean objeto de análisis.

La última fase de la investigación, «Incluir», da comienzo con la selección de las obras objeto de estudio. Sobre ellas se realiza una lectura profunda, una codificación y análisis, con ánimo de responder a las hipótesis planteadas. De esta forma, obtenidos los datos, se podrá realizar una síntesis de los resultados llevando a cabo diferentes técnicas de análisis documental. Por último, se procede a elaborar un informe en el que se verifica y generaliza los resultados de la investigación.

Una vez finalizadas todas las fases de la investigación se procederá a registrar la lista de control⁴⁰ y explicación realizada por Tricco et al., (2018), que permite realizar una verificación automática de cada una de las partes: estructura, estado de la cuestión, método, resultados y discusiones.

40 <https://bit.ly/3vAv92T>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

5.1. Fase I: Identificar

5.1.1. Revisión de Revisiones

La experiencia previa en la realización de revisiones sistemáticas de la literatura es un síntoma de calidad (Manchikanti et al., 2009). La primera revisión de la literatura, realizada en el año 2016, tiene por título “El pensamiento computacional en la educación obligatoria. Una revisión sistemática de la literatura” (Acevedo-Borrega, 2017b). Los contactos iniciales con esta metodología hacen resaltar por qué el proceso de realización mejora a medida que se realiza.

Durante el año 2019, se dio comienzo la realización de la segunda revisión de la literatura. En esta ocasión titulada “Educational Technology and Student Performance: A Systematic Review” (Valverde-Berrocoso, Acevedo-Borrega, et al., 2022), para la cual se comenzó haciendo uso del *software* denominado CADIMA y, se finalizó siguiendo el protocolo PRISMA. Por último, en el año 2021 se llevó a cabo la última revisión denominada “Desinformación y multialfabetización: una revisión sistemática de la literatura” (Valverde-Berrocoso, González-Fernández, et al., 2022), la cual sigue los estándares marcados por PRISMA. Estas tres ocasiones en las que se desarrollaron revisiones sistemáticas de la literatura ofrecen una experiencia inicial de partida.

Antes de llevar a cabo una revisión sistemática de la literatura en torno al concepto de Pensamiento Computacional es necesario realizar una búsqueda de Revisiones Sistemáticas de la Literatura previas. Para ello, se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos: Web of Science (WoS), Scopus y ERIC. La elección de las dos primeras bases de datos se realiza teniendo en cuenta que se trata de las bases de datos más relevantes de investigación y difusión

de la misma. Mientras que la base de datos ERIC se considera una base de datos exclusiva de Educación.

Se utilizó PROSPERO⁴¹ para comprobar posibles Revisiones Sistemáticas de la Literatura que estuvieran registradas, tanto en proceso como finalizadas. Esta base de datos es un registro internacional de revisiones sistemáticas. Se pueden encontrar revisiones sistemáticas de literatura en curso o ya finalizadas sobre diversidad de temáticas. De esta forma, se puede saber con antelación quién está trabajando, qué está buscando, cómo lo está haciendo, con qué condiciones, sobre qué muestra, cuándo se ha iniciado e, incluso, la fecha de finalización prevista, el idioma, país, autores, y demás información que pueda resultar de interés.

Los criterios establecidos, codificados bajo el código “Criterio Revisión Previa” (CRP), para realizar las búsquedas son los siguientes:

CRP01: Término entrecomillado “Computational Thinking” and “Systematic Review”.

CRP02: Búsqueda en Título, Resumen y Palabras Clave.

CRP03: Únicamente Artículos en Revistas Científicas.

CRP04: En los últimos 5 años.

Aunque el CRP01 pueda parecer evidente, se establecieron únicamente dichos términos con ánimo de abarcar el mayor número de Revisiones Sistemáticas de la Literatura que tuvieran que ver con el Pensamiento Computacional en, al menos, alguno de sus puntos. Siendo en la lectura posterior cuando se decida si es interesante para la investigación en curso o no. Eso sí, el CRP01 fue aplicando exclusivamente en el CRP02 con la intención de esclarecer la importancia

41 <https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

que debe tener el Pensamiento Computacional en el documento. Si el término no apareciese en alguna de esas partes, no sería lo suficientemente relevante para el estudio.

Los artículos de revistas científicas son considerados el mayor exponente de calidad para la publicación de resultados de una investigación. Las características de este tipo de documentos garantizan que los resultados obtenidos serán de calidad y valor para el estudio. Por ello, el CRPO3 deja fuera a todos aquellos documentos que no sean artículos publicados en Revistas Científicas. Asimismo, el CRPO4 excluye aquellos que han sido publicados hace más de 5 años. Una de las características de las Revisiones Sistemáticas de la Literatura es que la búsqueda de documentos está limitada, por tanto aquellas revisiones más antiguas quedarían obsoletas y desactualizadas. Es necesario conocer las últimas revisiones de la literatura para evitar repetir las mismas preguntas de investigación y, por supuesto, para partir de sus conclusiones de cara a la presente investigación.

Tabla 5

Resultados búsquedas revisiones sistemáticas de la literatura previas

Base de datos	Resultados	Seleccionados	Repetidos	Total
WoS	12	7	0	7
Scopus	8	4	3	1
ERIC	7	4	1	3
PROSPERO	2	0	0	0
Bola de nieve	1	1	0	1
Total	30	16	4	12

Los resultados obtenidos bajo estos criterios son los mostrados en la Tabla 5. Como se puede observar, el total de Revisiones Sistemáticas de la Literatura encontradas son 28, de las cuales 11 fueron desechadas por no cumplir con los criterios básicos de una revisión sistemática de la literatura o no tratar el tema de estudio. El número de documentos encontrados replicados entre las diferentes Bases de Datos fueron 5.

Por tanto, el número de Revisiones Sistemáticas de la Literatura seleccionadas de las búsquedas en las tres Bases de Datos son 11. Asimismo, a raíz de la lectura de uno de los documentos, se incluyó un nuevo resultado (este tipo de inclusión es el conocido por «efecto Bola de Nieve»). Así, la búsqueda inicial de Revisiones Sistemáticas de la Literatura deja un total de 12 documentos preseleccionados para su lectura en profundidad.

En lo que acontece a la actual investigación, al realizar la búsqueda de “Computational Thinking” en PROSPERO, se arrojaron únicamente dos resultados. El primer estudio está siendo realizado por el Doctor Ronny Scherer del *Centre for Educational Measurement* de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oslo. Aunque la revisión de la literatura sería interesante para el presente estudio, dado que pretende analizar intervenciones realizadas en el aula de Educación Primaria (Scherer & Siddiq, 2016), fue registrada en el año 2016 y en el presente aún no está finalizada, aunque la previsión era el año 2017. En la misma situación se encuentra el estudio registrado por la Doctora Elke Vlemincx cuya fecha de finalización estimada era mayo de 2021. El estudio llevado a cabo es un meta-análisis de la literatura en torno a las habilidades blandas desarrolladas en estudiantes de Educación Superior (Vlemincx et al., 2021). Por tanto, aunque no esté finalizado en el presente se tendrá en cuenta para la revisión sistemática de la literatura que se pretende llevar a cabo.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

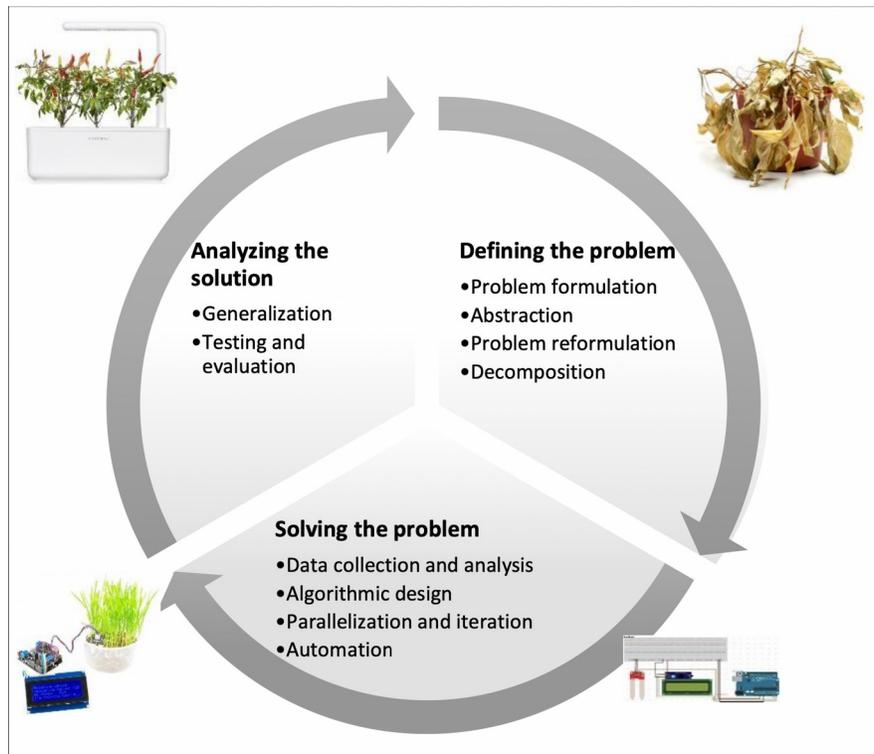
Iniciada la lectura profunda de los documentos seleccionados se decide eliminar el artículo de Dolgopolovas y Dagiené (2021) encontrado en Scopus, por no tratarse de una revisión sistemática de la literatura. Se trata de un estudio que tiene en cuenta las revisiones de la literatura hechas en su campo de estudio. Tratándose del único caso se procede al desarrollo de las otras 11 revisiones seleccionadas.

Fagerlund et al. (2021) plantean una revisión de artículos científicos de experiencias de inclusión de prácticas con *Scratch* en Educación Primaria. La búsqueda realiza abarca desde el año 2007 hasta noviembre de 2019. Los 30 artículos seleccionados son analizados con *Dr. Scratch*. Haciendo uso de este *software*, creado para analizar proyectos producidos con *Scratch*, estudian qué partes del Pensamiento Computacional son más desarrolladas haciendo uso del *software* creado por Resnick.

Palts y Pedaste (2020) realizaron una revisión sistemática de la literatura basándose en los documentos generados hasta enero del año 2018 sobre Pensamiento Computacional. Su objetivo era diseñar un nuevo modelo para asegurar el desarrollo del mismo en base a las 65 investigaciones encontradas. Sus resultados proponen tres fases claramente diferenciadas en un ciclo repetitivo. Asimismo, realizan un ejemplo práctico para el desarrollo óptimo de las habilidades vinculadas al Pensamiento Computacional.

Figura 20

Modelo para el desarrollo de las habilidades del Pensamiento Computacional



Nota. La figura representa el modelo diseñado basado en un proyecto de medición de la humedad en el suelo de las plantas. Obtenido de *A model for developing CT skills with illustrations from the project of measuring plant soil humidity* (p.120), por Palts, T., & Pedaste, M., 2020, Informatics in Education.

Las dos siguientes Revisiones Sistemáticas de la Literatura están realizadas por Xia y Zhong (2018) y Zhong y Xia (2020) limitando el campo de investigación a la robótica educativa. Ambas revisiones llegan hasta los documentos publicados en el año 2017. Asimismo, las

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

preguntas que se realizan son las mismas, salvando que la última concretan más en el área de matemáticas.

A excepción de las Revisiones Sistemáticas de la Literatura realizadas por Xia y Zhong, las otras tres restantes son estudios muy interesantes, que aportan un conocimiento valioso para la comunidad educativa y que, seguramente, serán usadas en futuras investigaciones propias. Sin embargo, sus hipótesis de investigación no proporcionan una perspectiva general del Pensamiento Computacional en educación. Sus resultados, por tanto, no aportan ni condicionan la investigación que se pretende desarrollar.

Las preconcepciones previas que tienen los docentes de Educación Primaria ante el Pensamiento Computacional es el tema de la revisión de la literatura llevada a cabo por Cabrera (2019), en la cual analiza documentos hasta el propio año 2019. Por su parte los investigadores Taslibeyaz et al. (2020) realizan una revisión posterior a la de Cabrera (2019) que, sin embargo, llega hasta el año 2018. Si bien amplían la muestra a estudiantes universitarios incluyen preguntas similares como es la de la percepción del Pensamiento Computacional. Asimismo, relacionan tres variables dependientes del Pensamiento Computacional (Actitud y Motivación, Resolución de Problemas y Habilidades de Programación) con las herramientas encontradas en su revisión.

Un diagrama en forma de diamante es el resultado obtenido por Popat y Starkey (2019) en una revisión de la literatura realizada hasta el año 2017. Así, proponen una gema de cómo aprender código va afectando al proceso educativo. Debido al límite autoimpuesto, sería interesante redefinir su planteamiento siendo el Pensamiento Computacional el centro del diagrama, actualizando su propuesta. Asimismo, también analizan las habilidades sociales,

incluida la colaboración, el autocontrol y el aprendizaje activo y el currículo en torno a la Programación.

Zhang y Nouri (2019) proponen una revisión de la literatura exclusiva de *Scratch*, abarcando desde 2007 hasta enero 2018. Analizan así, todos los documentos encontrados hasta Educación Secundaria. Es una revisión completa que analiza todos los aspectos relevantes de las publicaciones encontradas. Sin embargo, destaca por el análisis en profundidad del desarrollo de las habilidades relacionadas con el Pensamiento Computacional a través de *Scratch*.

De nuevo, estas cuatro revisiones aportan perspectivas a tener en cuenta en futuras investigaciones. Zhang y Nouri (2019) centran la investigación en una única herramienta y Popat y Starkey (2019) focalizan la suya en el *coding*, limitando en exceso los resultados. Sin embargo, Cabrera (2019) y Taslibeyaz et al. (2020), aunque muy similares, proporcionan una perspectiva única entre las revisiones sistemáticas de la literatura analizadas. Unos resultados que se tendrán en cuenta dado que no tienen necesidad de ser actualizados.

En el caso de Kakavas y Ugolini (2019) es una revisión sistemática de la literatura realizada desde el año 2006 y que llega hasta el año 2018. Es un análisis sobre el Pensamiento Computacional en Educación Primaria. Entre sus resultados analiza aspectos comunes, destacando, por un lado una clasificación de artículos en base al tipo de actividad realizada pudiendo ser *plugged*, *unplugged* o una combinación de ambas, y por otro una muestra de herramientas de evaluación del Pensamiento Computacional.

La única revisión de la literatura sobre la evaluación del Pensamiento Computacional la proponen Tang et al. (2020). Su búsqueda llega hasta agosto de 2019 analizando el contexto, las

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

herramientas y la validez de las evidencias aportadas para la evaluación del Pensamiento Computacional.

La última revisión sistemática de la literatura analizada es la de los investigadores Hsu et al. (2018). Abarca desde enero de 2006, con la publicación de Wing (2006), hasta el año 2017. Responde a preguntas básicas, ligando el Pensamiento Computacional a los lenguajes de programación; destaca el análisis de las estrategias metodológicas aplicadas en los documentos objeto de revisión.

Las tres últimas revisiones están centradas en el Pensamiento Computacional. La investigación realizada por Tang et al. (2020) es la única que no necesita ser revisada debido a su actualidad. Es por ello que se tendrán en cuenta sus resultados en futuras investigaciones. Mientras que las revisiones de Hsu et al. (2018) y Kakavas y Ugolini (2019) ofrecen estudios de importancia para el área de conocimiento, pero que deben ser actualizados.

Tikva y Tambouris (2021) desarrollaron un modelo conceptual, basado en una revisión sistemática de la literatura, sobre el Pensamiento Computacional a través de la Programación para la Educación Obligatoria (K-12). Se identificaron seis áreas del Pensamiento Computacional: (1) conocimientos base del Pensamiento Computacional (conceptos, habilidades, prácticas, auto-percepción y actitudes); (2) evaluación del Pensamiento Computacional, por métodos directos (pruebas, observaciones, análisis de artefactos) o indirectos (auto-informe); (3) estrategias de aprendizaje para el Pensamiento Computacional basadas en juegos, simulaciones, resolución de problemas, proyectos, andamiajes y colaboración; (4) variables individuales y contextuales (factores demográficos, psicológicos, cognitivos y académicos); (5) herramientas (*software* de programación y comunidades de

aprendizaje; robótica y microcontroladores; recursos educativos específicos para el Pensamiento Computacional); y (6) desarrollo competencial (currículo para la enseñanza del Pensamiento Computacional, formación inicial y permanente del profesorado).

Se evidencia que algunas de las relaciones entre las áreas identificadas no se han estudiado suficientemente. Entre ellas, se encuentra el conocimiento sobre qué herramientas desarrollan mejor determinadas estrategias de aprendizaje. O qué estrategias de aprendizaje favorecen la adquisición del Pensamiento Computacional o qué variables afectan significativamente a su desarrollo. Por otra parte, el interés de los investigadores se centra, especialmente, en el área de evaluación donde se han realizado esfuerzos por desarrollar métodos validados de uso general en modalidad de auto-informe. Los estudios no recogen con precisión la aplicación de las herramientas y de las estrategias de aprendizaje utilizadas.

Finalizado el análisis de las revisiones sistemáticas de la literatura realizadas, se puede afirmar que los ámbitos de estudio en los que se debería basar una futura revisión de la literatura son: el Currículo y los Docentes; dado que el concepto de Pensamiento Computacional, su evaluación y el impacto educativo, a través de diferentes herramientas, están, actualmente, bien documentados. Sin embargo, una búsqueda general desde el año 2017 hasta la actualidad serviría para realizar una renovación de las revisiones más desactualizadas.

5.1.2. Preguntas de Investigación

Continuar la revisión hecha por Hsu et al. (2018) y Kakavas y Ugolini (2019) con los datos relativos a los últimos cinco años proporcionará una actualización de la literatura, a la cual

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

se nutrirá con aspectos no integrados originalmente, como son los relacionados con la formación docente y el currículum educativo.

Por tanto, se parte de elementos propios de Hsu et al. (2018), como son: el país de origen, los autores, las revistas, los campos de aplicación, las metodologías, muestras, herramientas y lenguajes de programación. Y propios de Kakavas y Ugolini (2019), como es el tipo de recurso: *plugged* o *unplugged*. Además, se añadirían elementos como el género, el tipo de educación en el que son incluidos, si el país tiene incluido o no el Pensamiento Computacional en el currículum oficial de educación, si son futuros docentes recibiendo formación o docentes en activos formados y si relacionan el desarrollo del Pensamiento Computacional con la Competencia Digital.

De esta forma, no solo se mantienen actualizadas la Revisiones Sistemáticas de la Literatura de las que se parte sino que, además, proporciona más información, con la que cumplir, aún más, con los objetivos de un análisis de la literatura. En base a esto, se formulan las siguientes Preguntas de Investigación (PI).

Tabla 6

Ámbitos, preguntas y criterios de codificación inicial

Ámbitos	Preguntas de investigación	Codificación inicial
Marco conceptual	PI1. ¿Cuál es la relación conceptual alrededor del término Pensamiento Computacional?	Frecuencia de palabras, palabras clave, nodos y C.D.
	PI2. ¿Cuál es la distribución de los artículos según las dimensiones del PC y su posición en la base de datos?	Bases de Datos, dimensiones, cuartil y año
	PI3. ¿Cuáles y cómo son las interacciones y relaciones existentes entre las autorías?	Co-autoría, co-citación y género
Características documentales	PI4. ¿Cuáles son las temáticas desde las que están publicados los artículos?	Disciplinas y áreas temáticas
	PI5. ¿Cuál es la distribución geográfica de las publicaciones y su relación con su inclusión o no en el currículum oficial?	País e idioma
	PI6. ¿Cuáles son las metodologías de investigación y el tamaño de las muestras?	Enfoques, metodologías y muestra
Dimensión pedagógica	PI7. ¿Cuáles son los niveles educativos y áreas de conocimiento implicados?	Tipos de práctica, niveles educativos y asignaturas
	PI8. ¿Cuáles son las características metodológicas para el desarrollo del PC?	Tipos de recursos y resultados
	PI9. ¿Cuáles son las herramientas didácticas utilizadas para el desarrollo del PC?	Recursos
	PI10. ¿Son formados los docentes participantes en las prácticas?	Formación

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

5.1.3. Criterios de Elegibilidad

El Pensamiento Computacional se investiga desde varias áreas de conocimiento desde hace varios años. Sin embargo, entre los expertos no destacan más de cuatro autores, tres de ellos considerados moderados, como productores; la mayoría son únicamente transeúntes (Roig-Vila & Moreno-Isac, 2020). Es por ello que se necesita una mayor investigación en profundidad por determinados autores.

Sin embargo, no se debe olvidar que integrar el Pensamiento Computacional desde los niveles educativos inferiores supondría un mayor desarrollo del mismo. Por tanto, ante estas razones, los criterios de elegibilidad que deben cumplir los artículos científicos son tres:

- Prácticas educativas, enfocadas en el Pensamiento Computacional, publicadas en revistas científicas indexadas.
- Deben estar publicadas entre el 01 de enero de 2018 y el 31 julio de 2021.
- Por último, deben estar redactadas en inglés o castellano.

5.2. Fase II: Cribar

5.2.1. Búsqueda

Atendiendo a las preguntas de investigación establecidas, concretamente a la PI1, PI2 y PI3 se limitó la búsqueda a las bases de datos Web of Science (WoS) y Scopus. No sólo por ser las más relevantes y de mayor difusión, sino porque incluyen todos los datos necesarios para su categorización. Asimismo, teniendo en cuenta los criterios de elegibilidad establecidos para

realizar la búsqueda, se determinaron los siguientes criterios de búsqueda, bajo la codificación de “Criterio Búsqueda Revisión” (CBR), que son:

CBRO1: Términos entrecomillados: “Computational Thinking”, "Experience", "Program", "Background", "Intervention" y "Experiential Learning".

CBRO2: Búsqueda en Título, Resumen y Palabras Clave.

CBRO3: Únicamente Artículos en Revistas Científicas.

CBRO4: Publicados desde el año 2018.

CBRO5: Idioma Inglés o Castellano.

Las preguntas de la PI4 a PI9 marcan la necesidad de incluir en la revisión de la literatura aquellas investigaciones cuyo objetivo sea llevar a cabo una práctica educativa que desarrolle el Pensamiento Computacional. Es por ello que la CBRO1 limita la búsqueda con cinco términos sinónimos de práctica y los relaciona, todos ellos, con el Pensamiento Computacional. Como en pasos anteriores, el CBRO1 fue aplicado exclusivamente en el CBRO2 con ánimo de remarcar la importancia que debe tener el Pensamiento Computacional en el artículo. De nuevo, si el término no apareciese en alguna de estas opciones, no se consideraría relevante para el presente estudio.

La publicación de artículos científicos en Revistas indexadas son garantía de calidad. El sistema de garantía de calidad de las publicaciones son el mayor exponente de calidad para la publicación de resultados de una investigación. Así, si un artículo ha superado el proceso de publicación es garante de que los resultados obtenidos serán de calidad y valor para el estudio.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Por ello, el CBR03 solo incluye aquellos documentos que no sean artículos publicados en Revistas Científicas Indexadas.

Al continuar desde la revisión realizada por Hsu et al. (2018), el CBR4 limita de ser seleccionados aquellos artículos anteriores al año 2018. Por último, el CBR5 limitará los posibles artículos seleccionados a los dos idiomas en los que se puede trabajar debido a los conocimientos idiomáticos. Con ánimo de realizar una búsqueda que incluyera todos los criterios de búsqueda establecidos se procedió a la generación de la ecuación de búsqueda. Así, los operadores de búsqueda para la base de datos Scopus serían:

```
(TITLE-ABS-KEY ("Experience") OR TITLE-ABS-KEY ("Program") OR TITLE-ABS-KEY ("Background") OR TITLE-ABS-KEY ("Intervention") OR TITLE-ABS-KEY ("Experiential Learning") AND TITLE-ABS-KEY ("Computational Thinking")) AND PUBYEAR > 2017 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE, "j")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar"))
```

Mientras que para la base de datos WoS serían los siguientes conjuntos de operadores:

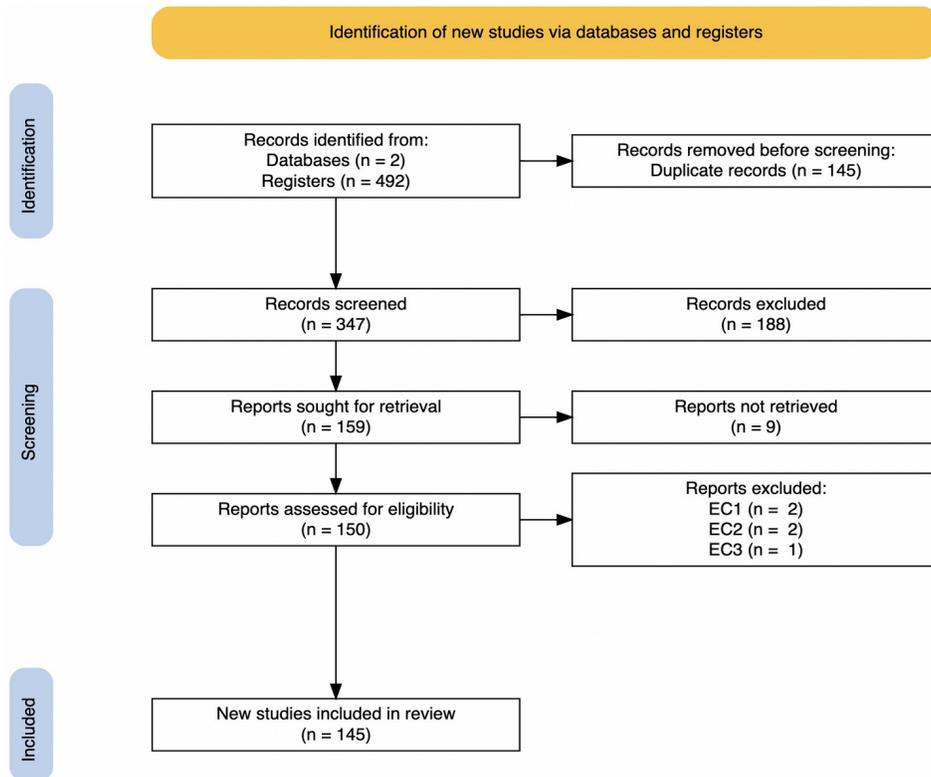
```
(TS=("Experience") OR TS=("Program") OR TS=("Background") OR TS=("Intervention") OR TS=("Experiential Learning")) AND TS=("Computational Thinking") 2018 or 2019 or 2020 or 2021 Document Types: Articles NOT Document Types: Early Access or Books or Meeting or Other or Review Articles Languages: English or Spanish
```

5.2.2. Selección

La búsqueda realizada en Scopus dio como resultado inicial 281 artículos, mientras que en WoS tuvo un resultado de 211. La suma de ambos proporciona 492 estudios iniciales, desde los que parte la presente revisión sistemática de la literatura.

Figura 21

Diagrama de flujo del proceso de selección de la literatura



La realización del diagrama de flujo, Figura 21, se hizo con la herramienta diseñada por Haddaway y McGuinness (2021). En él se puede observar cómo fueron eliminados 145 artículos por estar duplicados en ambas bases de datos. Esta depuración provoca que la muestra se reduzca a 347 elementos, los cuales fueron analizados uno a uno con la lectura de título y

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

resumen. Llegados a este punto, aunque el desarrollo de una tesis doctoral implica un trabajo individual, en este determinado momento era necesaria la colaboración del director de la misma, Jesús Valverde Berrocoso. La metodología, en este punto, requiere de más de un investigador para llegar a acuerdos sobre la muestra. Así, 164 fueron excluidos de forma clara, mientras que 50 elementos mostraron dudas a los revisores. Tras un análisis y consenso, se decidió incluir 26 y sumar a los excluidos 24. Así, el total de rechazados alcanzó la cifra de 188, debido a los siguientes criterios de exclusión:

EC1: No se trata de una práctica educativa (151)

EC2: No está enfocada en torno al Pensamiento Computacional (33)

EC3: No es un artículo científico (3)

EC4: Idioma diferente al inglés o castellano (1)

Por tanto, la muestra se encuentra en 159 elementos, de los cuales 9 no están accesibles por ninguna de las vías disponibles. Esta limitación deja 150 artículos para los cuales se realizó una lectura profunda. Al hacerlo, cinco artículos más fueron excluidos bajo los criterios EC1 (2), EC2 (2) y EC3 (1). Así, la muestra final para la revisión sistemática de la literatura es de 145 artículos científicos.⁴²

42 Anexo I – Codificación Revisión Sistemática de la Literatura

5.3. Fase III: Incluir

5.3.1. Codificación

Para la recogida de los artículos se hizo uso de un gestor bibliográfico denominado *Zotero*. Se trata de un *software* libre para la gestión de referencias, que permite recolectar, organizar, administrar, categorizar y citar todo tipo de documentación, independientemente de su origen.

Toda la información que ofrecen los artículos fue codificada en una hoja de cálculo con 29 campos. *Zotero* genera una propuesta estándar automática a partir de los metadatos de cada uno de los registros de búsqueda introducidos: título, autores, base de datos, páginas, etc. A los cuales se sumaron los campos necesarios para la investigación, codificaciones específicas, añadidas a ese cómputo, como es la de Género, para la que se tuvo en cuenta al primer autor o autora de cada uno de los artículos.

La categorización de los diferentes niveles de Q, las áreas y las categorías de las revistas se realizó en función de la base de datos en la que se encuentra el documento: Scopus o WoS. En caso de encontrarse en ambas, se utilizó como fuente primaria la base de datos Scopus. Esta información fue complementada con otras herramientas como son: *SCImago Journal & Country Rank* (SJR), una página web pública que incluye las revistas e indicadores científicos con datos de más de 34.100 títulos y más de 5.000 editores, y la CIRC, un portal público de Clasificación Integrada de Revistas Científicas de Ciencias Sociales y Humanas en función de su calidad.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Desarrollados por la *International DOI Foundation* (IDF) los *Digital Object Identifier*, o más comúnmente conocidos como DOI, son una identificación única para objetos digitales. Los artículos científicos disponen de este identificador que les hace únicos. Los DOI de esta revisión se obtuvieron de forma automática en la mayoría de ocasiones. Si bien todos ellos fueron confirmados u obtenido haciendo uso de la herramienta digital *Crossref*. Se trata de una base de datos que contiene los metadatos de todos los objetos que poseen un DOI.

Por último, para la codificación del país no se utilizó el origen de los autores, sino que se utilizó como referencia la nación en la que se desarrolló la práctica educativa. Para el resto de elementos analizados no hizo falta una categorización o codificación específica de los mismos.

5.3.2. Síntesis de Datos: Técnicas de Análisis Documental

Una vez finalizada la codificación de todos los datos se realizó la sintetización de la información obtenida, con ánimo de dar respuesta a las Preguntas de Investigación (PI) establecidas. Para ello se comenzó con la representación gráfica de cada una de las categorías a través de las gráficas de tipo barra, columna, anular, circular y diagrama de Pareto, ofrecidas por la propia hoja de cálculo inicial, teniendo así elementos observables para una mejor identificación.

Por otro lado, se utilizó *VOSViewer*, una herramienta informática con la que se ha podido construir y visualizar redes bibliométricas. A partir de revistas, investigadores y publicaciones se pueden generar gráficos a partir de la co-cita o co-autoría. Así, a través de la minería de datos, se evidencian *clusters* que pueden ser analizados.

Otra herramienta utilizada para un análisis más profundo es *NVivo 12*, se trata de un *software* que posibilita el análisis de información de datos cualitativos y mixtos; de esta forma, a través de nodos y subnodos codificados automáticamente, se generan mapas jerárquicos o *treemaps*. Se posibilita, así, la detección de la frecuencia de palabras para la creación de nubes de palabras.

Litmaps es una aplicación web que permite la navegación visual entre citas. A partir del DOI de los artículos puede establecer la existencia de relaciones entre el listado de publicaciones cargadas en su red. Asimismo, muestra entre 1 y 10 artículos relevantes citados entre la muestra, todo ello en un mapa interactivo de la literatura.

En último lugar, se ha realizado análisis comparativos entre determinadas categorías. Con ánimo de mostrar de forma visual un mayor nivel de contenidos y, al mismo tiempo, analizar dos elementos confrontados. Estos análisis se han realizado haciendo uso de la herramienta *RAWGraphs*, un portal digital, de código abierto, que permite la visualización de datos complejos, como son los gráficos tipo embalaje circular y diagrama aluvial usados en el análisis.

Capítulo 6. Resultados

La muestra de la presente revisión sistemática de la literatura ha sido obtenida como resultado del proceso metodológico establecido por PRISMA. Así, se detallan los aspectos relativos al análisis de la información obtenida de las 145 publicaciones científicas relacionadas con la implementación de prácticas para desarrollar el Pensamiento Computacional.

El análisis se realizó con ánimo de dar respuesta a las preguntas de investigación (PI1-PI10) planteadas anteriormente y, de este modo, obtener una perspectiva precisa del estado de la cuestión en relación con la producción científica en los últimos años. A través de las PI1-PI6, pueden identificarse aquellas cuestiones relacionadas con las características documentales de las publicaciones que componen la muestra. Por otro lado, las PI7-PI10 permiten evidenciar aspectos relativos a las características pedagógicas de las prácticas planteadas.

6.1. Marco Conceptual

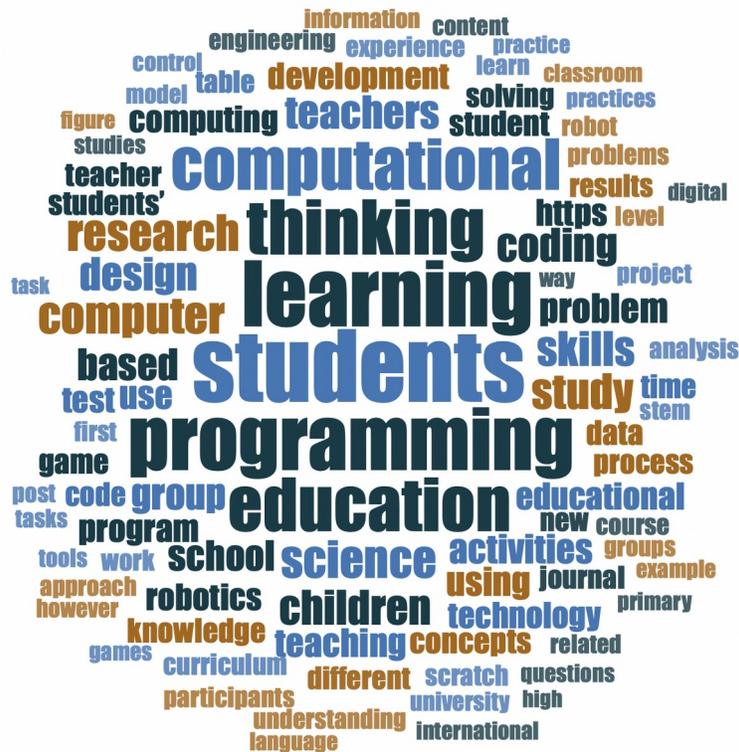
6.1.1. ¿Cuál es la Relación Conceptual Alrededor del Término Pensamiento Computacional?

La inclusión, o no, de las prácticas recogidas partían de la necesidad de inclusión del término «Pensamiento Computacional», sin embargo esto no es óbice para realizar un análisis sobre la relación conceptual existente entre los artículos. Por ello, con ánimo de dar respuesta a la PI1, se sometieron a análisis, basados en la frecuencia de palabras y relaciones entre ellas, los 145 artículos.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Figura 22

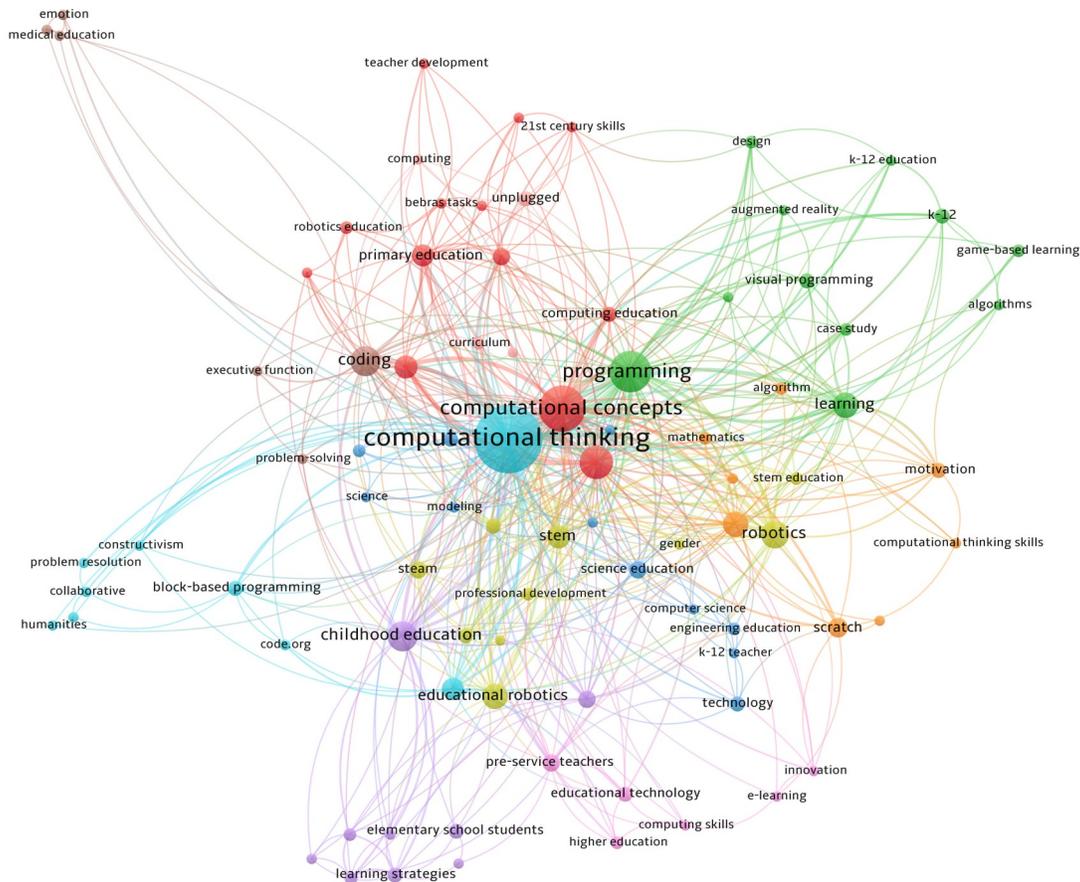
Nube de palabras generada con NVivo 12 a partir de la frecuencia de palabras



El primer análisis realizado tiene relación con la frecuencia de palabras obtenida de los artículos examinados. Realizada con el *software NVivo 12*, en la Figura 22 es posible observar como las palabras más relevante son: «Pensamiento Computacional», «Aprendizaje», «Programación» y «Educación». Sin embargo, destaca de forma central la palabra «Estudiantes» dejando relegadas otras palabras con menor frecuencia como: «habilidades», «diseño», «ciencia», «robótica», «nuevo» o «tecnología».

Figura 23

Mapa de co-ocurrencia por palabras clave (mínimo frecuencia 2). Elaborada con VOSViewer



Realizado con el *software VOSViewer* la Figura 23 muestra siete *clusters* claramente diferenciados, obtenidos a través de la co-ocurrencia de las palabras clave de los artículos. El primer cluster que destaca es el de color azul y en él se puede observar la relación directa del «Pensamiento Computacional» con un tipo de «Metodologías» concreto: constructivismo, resolución de problemas o colaboración son algunas de ellas. En el *cluster* rojo, «Competencial», se identifican las tres dimensiones del Pensamiento Computacional: «concepto

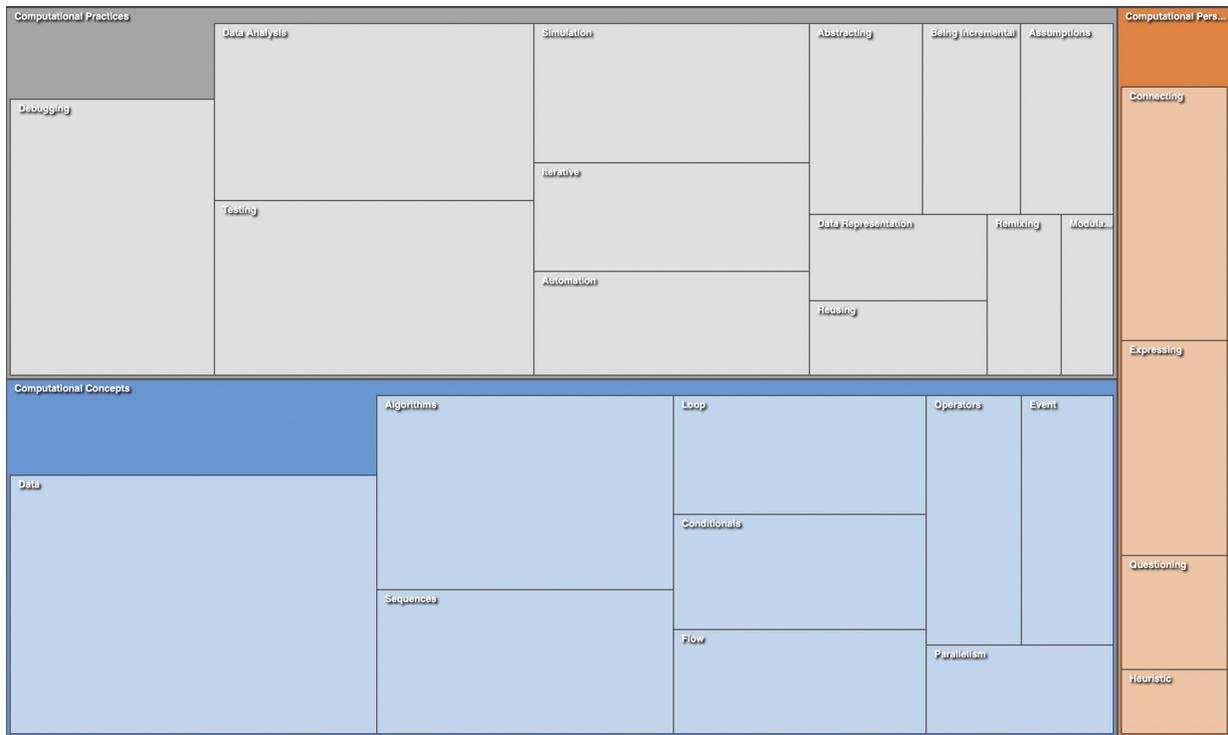
El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

computacional», «práctica computacional» y «perspectiva computacional», relacionadas con las habilidades del siglo XXI y el currículum educativo. Entre ambos *clusters* se puede encontrar una serie de elementos de color marrón que giran en torno a la «Resolución de Problemas», sirviendo de enlace entre la metodología y la competencia a través de la codificación.

Los *clusters* verde y naranja ofrecen una relación con elementos que permiten un desarrollo del Pensamiento Computacional. Mientras el verde está relacionado con el «*software*», concretamente con los lenguajes de programación, el naranja está relacionado con el «*hardware*», como puede ser la robótica. Fluyendo entre ambos *clusters*, se puede encontrar el formado por el color amarillo, donde se pueden ver «disciplinas» como la STEM. Este cluster sirve de puente entre el verde y el naranja proponiendo una forma de unir ambos mundos, el tangible y el digital a través del desarrollo curricular. Por último, el *cluster* morado muestra los elementos relativos a los diferentes «Niveles Educativos». Se evidencia como el mayor impacto se produce en la Educación Infantil, mas todos los niveles educativos están representados. Indicador de la presencia del Pensamiento Computacional en todas las etapas, incluidas, incluso, las no formales.

Figura 24

Red conceptual de nodos y subnodos en base a las tres dimensiones del Pensamiento Computacional



La Figura 24, elaborada con *NVivo 12*, se trata de una red conceptual de nodos y subnodos a partir de la codificación del contenido completo de los artículos en base a las tres dimensiones del Pensamiento Computacional. Siguiendo lo marcado por Brennan y Resnick (2012) sobre las dimensiones en las que se puede estudiar el Pensamiento Computacional y atendiendo a lo estudiado por autores como Chuang et al. (2015), Nouri et al. (2019), Moreno-León et al. (2020) y Fierro et al. (2019).

Así, en la Figura 24 se se observa como la dimensión «conceptual» y «práctica» poseen una representación equivalente mientras la dimensión «perspectiva» queda relegada a un

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

segundo lugar. Cabe destacar como «datos», «algoritmos» y «secuencias» son los conceptos más desarrollados al igual que el «testeo», el «análisis de datos» y la «depuración» son las prácticas más trabajadas. En el caso de la tercera dimensión son la «conexión» y la «expresión» las más frecuentes, mientras que la «heurística» y el «cuestionamiento» muestran un número menor de frecuencias. Un resultado similar al obtenido con la «reutilización» y «modularización» que son las prácticas menos utilizadas y los «paralelismos», «eventos» y «operaciones» que son los conceptos más desarrollados.

Un total de 122 artículos no relacionan el Pensamiento Computacional con la Competencia Digital. Frente a un total de 23 publicaciones que vincula directamente el concepto a la competencia clave. Esta diferencia de más del 80% explica por qué “Digital Literacy” no aparece en los análisis anteriores. Y es que menos del 20% de los autores establecen una relación directa entre ambos conceptos.

Se puede evidenciar, por tanto, que el Pensamiento Computacional posee dos dimensiones esenciales para los investigadores: la conceptual y la práctica. Ambas dimensiones identifican la concepción del Pensamiento Computacional como la suma de «datos», «algoritmos» y «secuencias» a «testeo», «análisis de datos» y «depuración». Lo que genera un marco teórico de utilidad para futuros proyectos y estudios sobre el Pensamiento Computacional, ya sea potenciando aquellas partes de las dimensiones menos desarrolladas o investigando sobre la dimensión «perspectiva» con diferentes enfoques metodológicos; en definitiva, puntos de partida conceptual.

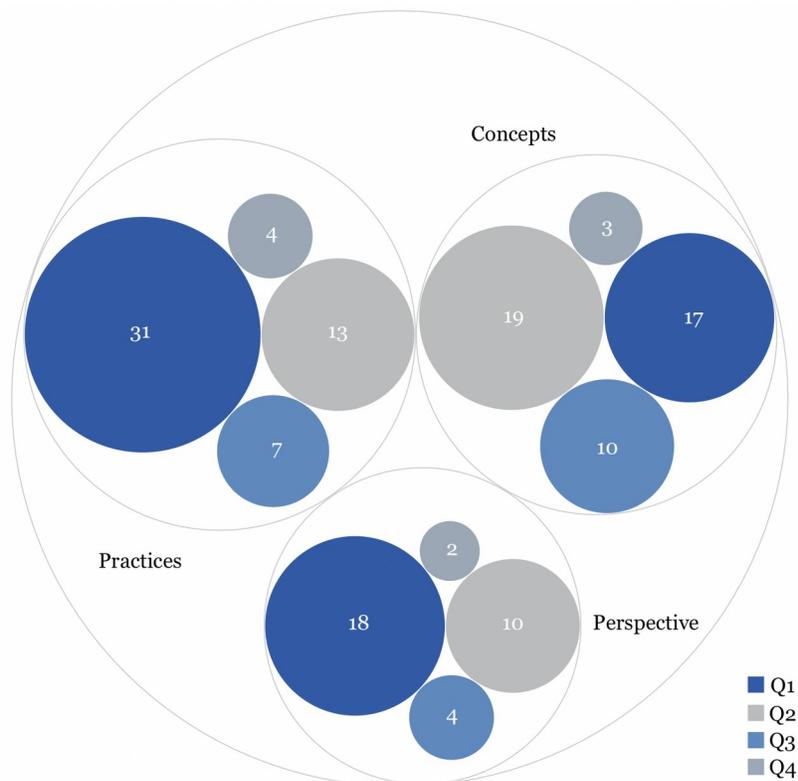
6.2. Características Documentales

6.2.1. ¿Cuál es la distribución de los artículos según las dimensiones del Pensamiento Computacional y su posición en la base de datos?

Aunque es posible ver la distribución de artículos teniendo en cuenta las dimensiones, para analizar en profundidad la distribución de artículos y, así, responder a la PI2 se analizarán los resultados obtenidos por base de datos, nivel de calidad de las revistas y sus años de publicación.

Figura 25

Distribución de artículos por cada dimensión del Pensamiento Computacional, nivel Q y base de datos. Elaborado con RAWGraphs

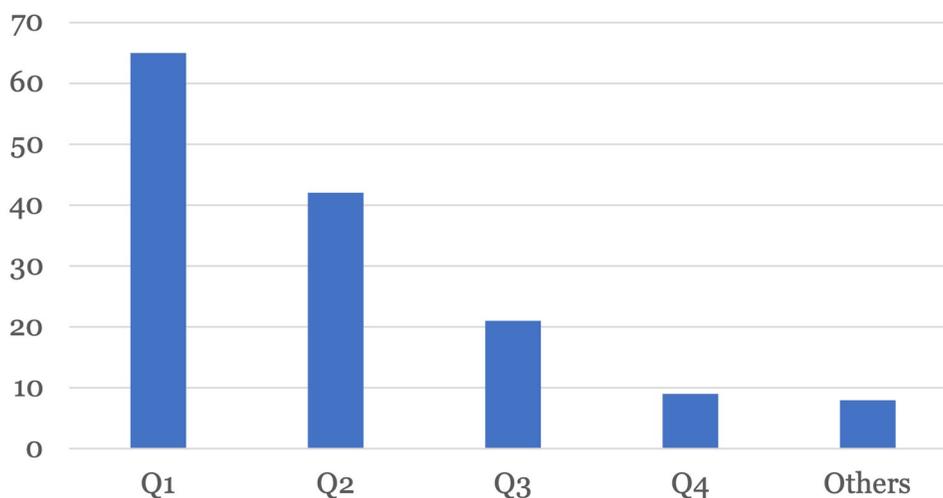


El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Si se someten las tres dimensiones a un análisis teniendo en cuenta el nivel de calidad de las revistas en las que están publicados los artículos se obtiene una nueva visión representada en la Figura 25. La dimensión prácticas es la más publicada, seguida por la de conceptos. Siendo el último lugar para la perspectiva. Eso sí, independientemente de la dimensión es observable como casi todos los artículos tienen una alta calidad, siendo publicados en su mayoría en Q1 y Q2.

Figura 26

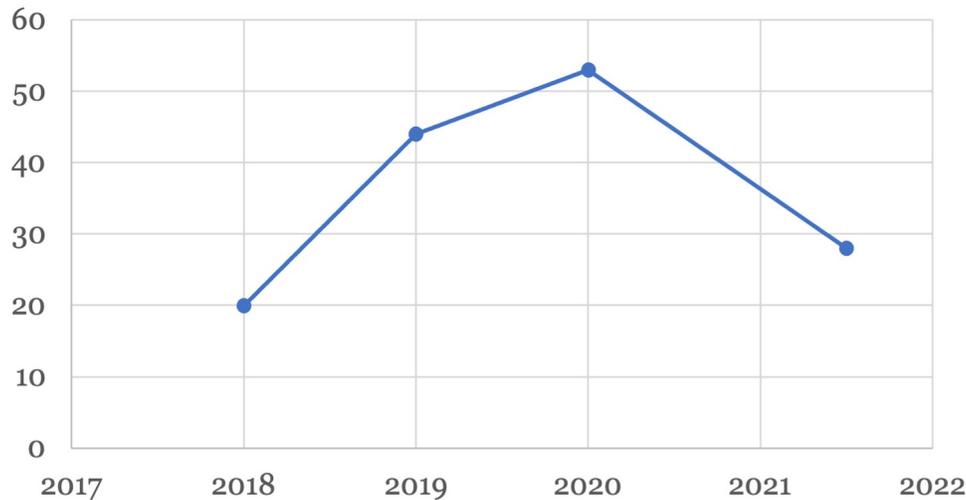
Número de publicaciones según la calidad de la revista



Ante la Figura 26 se puede observar como en el primer cuartil (Q1) se incluyen 65 artículos (44,82%). Los correspondientes al segundo cuartil (Q2) son 42 (28,96%). En el cuartil tres (Q3) se han publicado un total de 21 artículos, lo que representa el 14,48% del total. Y, por último, al último cuartil (Q4) pertenecen 9 artículos (6,2%). El número de artículos publicados en revistas no indexadas en estos índices de calidad, es de 8 (5,51%).

Figura 27

Número de artículos por año de publicación



Estos artículos han sido publicados desde enero del año 2018 hasta agosto de 2021; analizando el número de artículos en base al año de publicación se obtiene que el 13,8 % corresponden al año 2018. Por otro lado, en el año 2019 se produjo un 30,36 % de las publicaciones, un total de 44. En el año 2020 fueron 53 artículos los que vieron la luz, un 36,57 %; dejando para la mitad del año 2021 un total de 28 artículos o lo que es lo mismo un 19,32 % del total de artículos analizados.

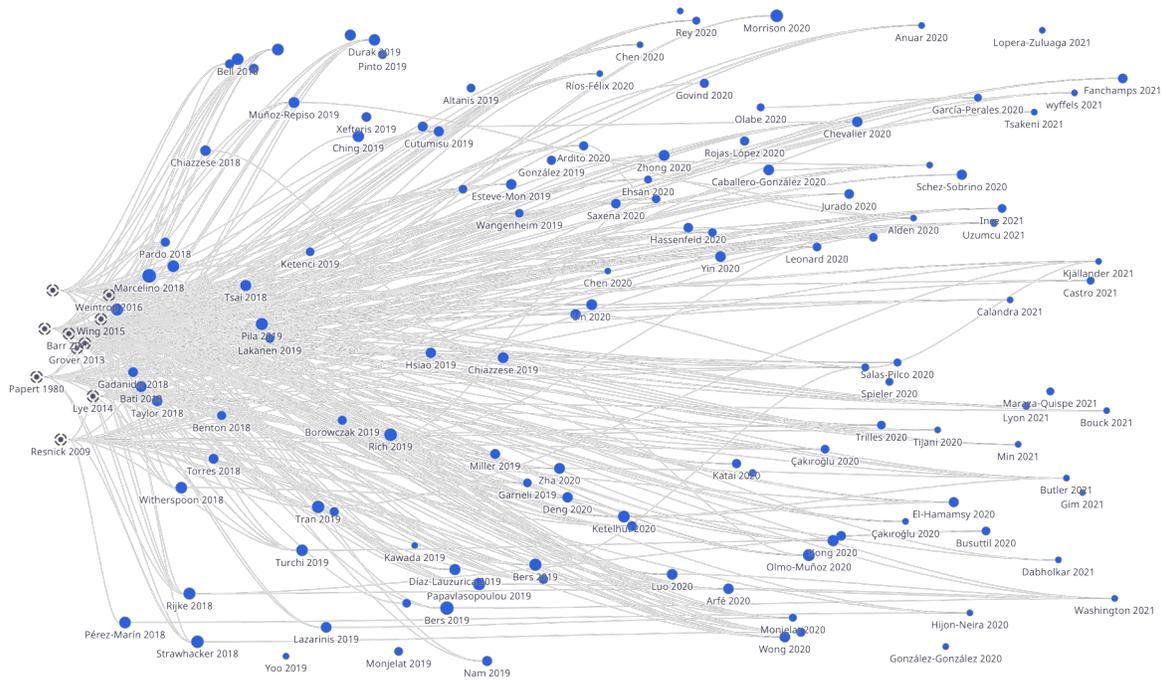
6.2.2. ¿Cuáles y cómo son las interacciones y relaciones existentes entre las autorías?

A continuación se realizó un análisis de las interacciones y relaciones existentes entre los autores de los 145 artículos. Para cumplir este objetivo y dar respuesta a la PI3 se hizo uso de las herramientas *VOSViewer* y *Litmaps* con el fin de obtener árboles de interrelación de los autores y, por otro lado, de *RAWGraphs* para visualizar la pregunta a través del prisma de género.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Figura 28

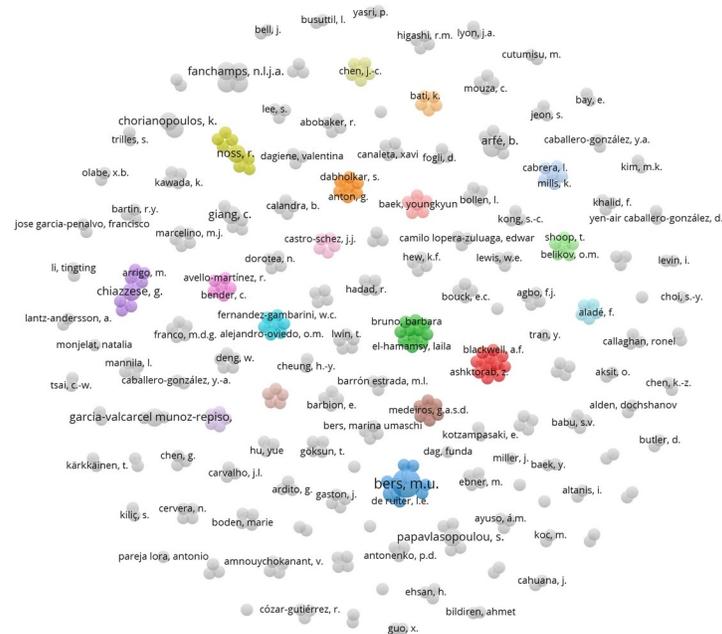
Mapa de co-autoría de los artículos en posesión de DOI. Elaborado con Litmaps



La Figura 28, realizada con la herramienta *Litmaps*, muestra la relación existente entre los artículos que componen la muestra de revisión que presentan DOI, cómo se unen a lo largo del tiempo. No únicamente entre ellos mismos, sino con otros 10 artículos muy relevantes sobre el Pensamiento Computacional, concretamente Barr y Stephenson (2011), Bers et al. (2014), Grover y Pea (2013), Lye y Koh (2014), Papert (1980), Resnick et al. (2009), Weintrop et al. (2016), Wing (2006, 2008), Wing y 秀之 (2015). Como se puede observar, el grueso de líneas enlaza de forma directa con los autores mencionados, sin embargo, las líneas que les unen entre ellos son ínfimas en comparación.

Figura 29

Mapa de co-autoría de los artículos. Elaborado con VOSViewer

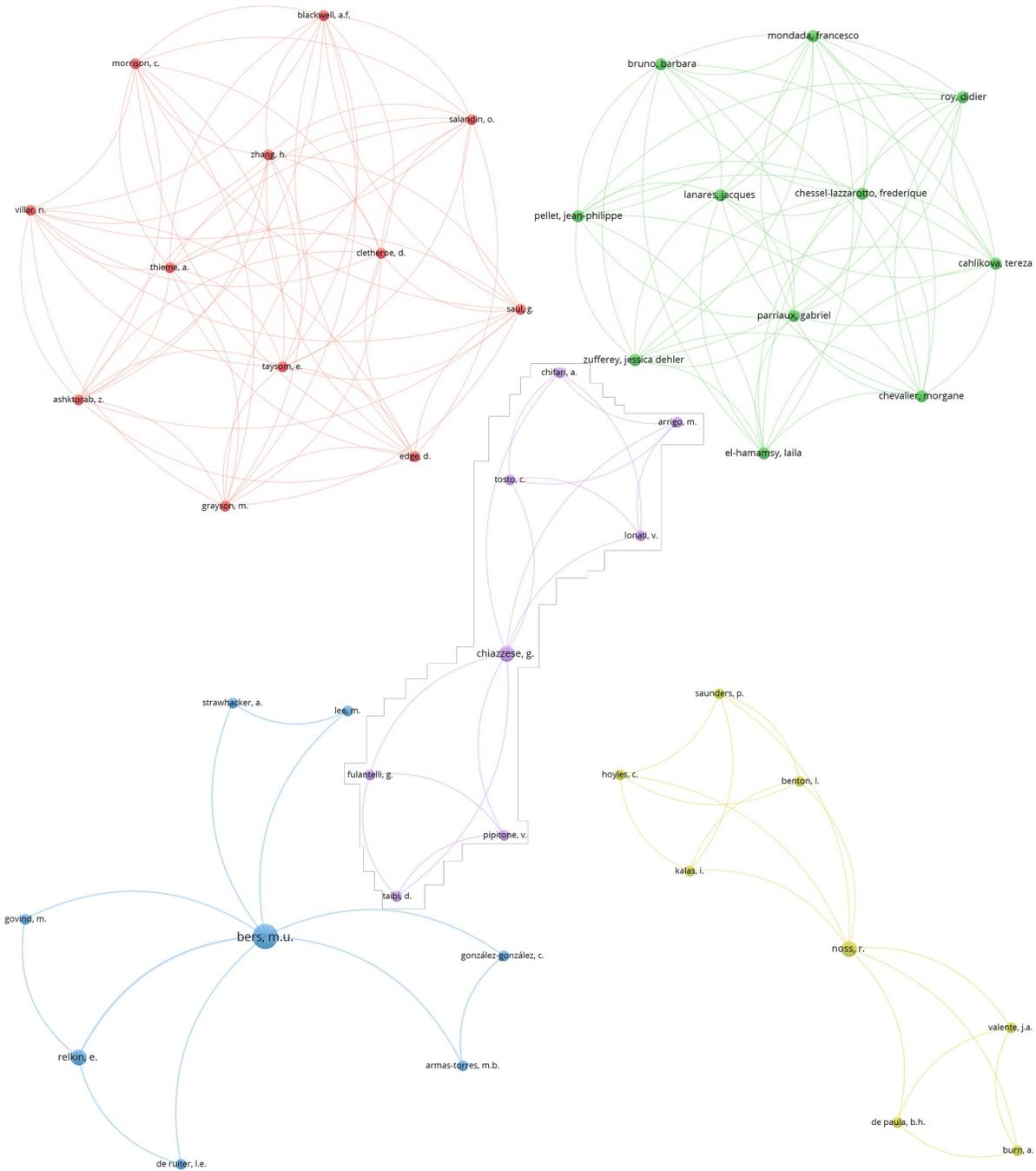


Realizado un proceso idéntico con la herramienta *VOSViewer*, se observa, en la Figura 29, una serie de micro-comunidades de autores relacionadas entre ellos. La línea que traza su unión se basa en la publicación de artículos en conjunto. Y es que los autores de los 145 artículos conforman un universo lleno de constelaciones. Entre las cuales destacan cinco, coincidente con los cinco *clusters* de mayor tamaño: *Cluster Rojo*: se trata de la constelación que más destaca, está conformada por 12 autores; *Cluster Verde*: una constelación formada por 11 autores, siendo la segunda más voluminosa; y *Clusters Morado, Azul y Amarillo*: se trata de tres constelaciones conformadas por 8 autores cada una.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Figura 30

Clusters de co-autoría en base a los artículos. Elaborado con VOSViewer



En el clúster rojo, Cecily Morrison lidera un grupo de investigadores de la Universidad de Cambridge alrededor del proyecto Torino (Morrison et al., 2020), un robot utilizado en Educación Primaria para llevar el Pensamiento Computacional a personas invidentes. Estos 12 autores desarrollan la investigación para la accesibilidad de los más pequeños a la tecnología educativa.

Por otro lado, en el clúster verde, Morgane Chavalier y Francesco Mondada trabajan con otros nueve compañeros y compañeras (Chevalier et al., 2020; El-Hamamsy et al., 2021) de diferentes universidades de Lausanne, Suiza. Sus investigaciones giran en torno a la Educación Primaria y a sus docentes, trabajando de forma mixta con programación visual y robótica educativa.

Unidos por Giuseppe Chiazzese, un grupo de investigadores italianos del *Consiglio Nazionale delle Ricerche* conforman el clúster morado. Este conjunto de ocho informáticos investigan sobre cómo desarrollar el Pensamiento Computacional en Educación Primaria, a través de la programación visual y la robótica (Chiazzese et al., 2018, 2019). Una situación muy similar a la que ocurre en el clúster amarillo, donde Richard Noss y otros siete investigadores del *University College London*. Haciendo uso de la programación visual (Benton et al., 2018; de Paula et al., 2018) centran sus investigaciones en Educación Primaria y Secundaria. Por último, el clúster azul es liderado por Marina Umaschi Bers, de la Universidad Tufts, Massachusetts, con un total de seis artículos donde trabaja con otros siete investigadores de Estados Unidos y España. Centran sus investigaciones, de forma mixta, en Educación Infantil y Primaria, a través de la robótica educativa y la programación visual (Bers, 2019; Bers et al., 2019; Hassenfeld et al.,

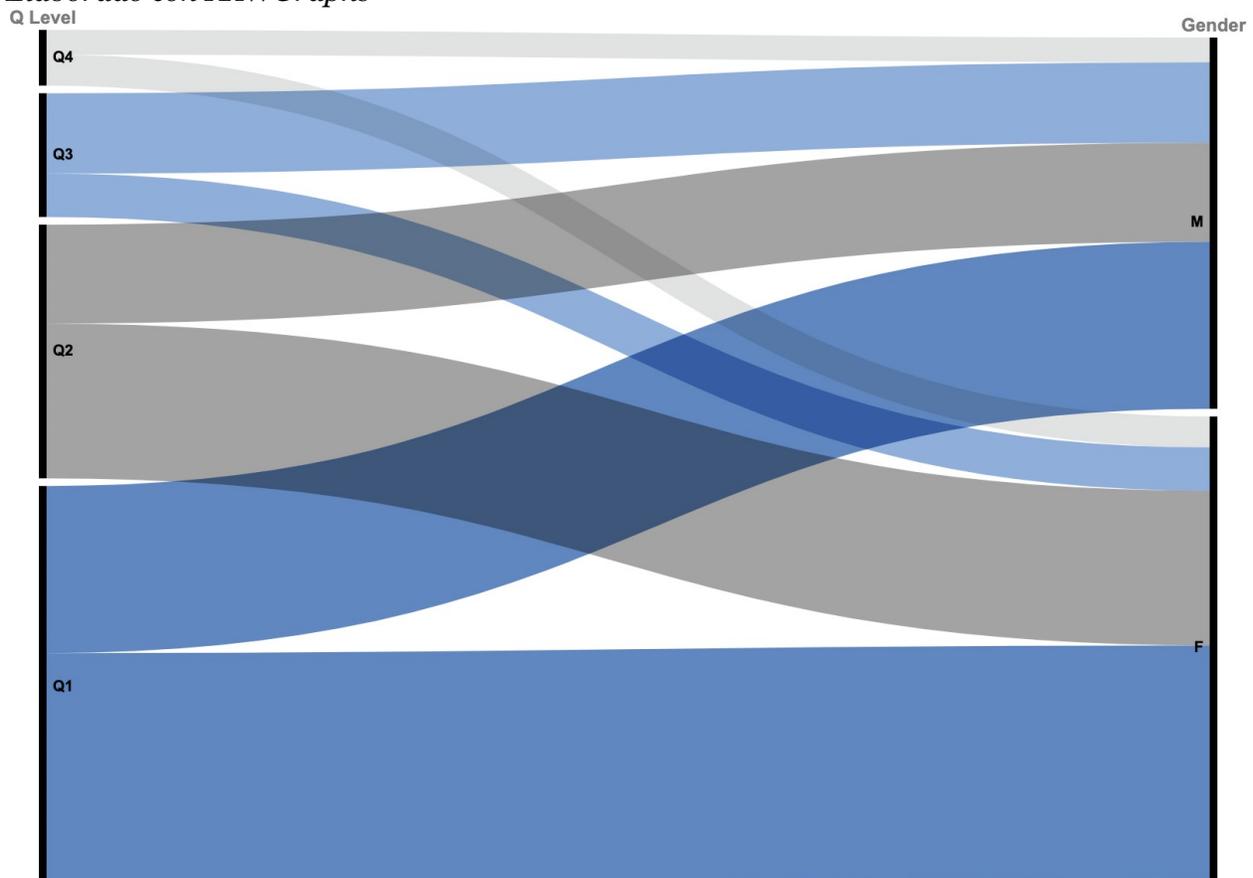
El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

2020; Relkin et al., 2021; Strawhacker et al., 2018); aunque también plantean investigaciones en torno a la familia.

Es esta relación de *clusters*, Figura 30, la que permite tener en cuenta el género de los autores para realizar un último análisis relacional entre ellos. Y es que el número de mujeres como investigadoras principales es inicialmente más numeroso frente a los hombres. Este análisis muestra como un 54% de las publicaciones tienen como investigadora principal a una mujer y, por tanto, un 46% de la muestra tienen a un hombre. O lo que es lo mismo, 78 de los 145 artículos tienen como autor principal a una mujer frente a los 67 artículos que tienen como autor principal a un hombre.

Figura 31

Nivel de calidad de los artículos según su revista y su relación con el género de los autores.
Elaborado con RAWGraphs



Esta misma relación se puede observar en la Figura 31, que confronta el género del autor de referencia con la calidad de las publicaciones. Así, podemos observar como el género femenino destaca en la calidad de revistas Q1, Q2 y Q4. Mientras tanto, el género masculino destaca únicamente en el nivel Q3.

Así, estos análisis permiten ver no sólo cómo interactúan y se relacionan entre sí los diferentes autores de las publicaciones, sino que, además, es posible observar desde la perspectiva de género cómo se relaciona este con el concepto Pensamiento Computacional y la calidad de las publicaciones.

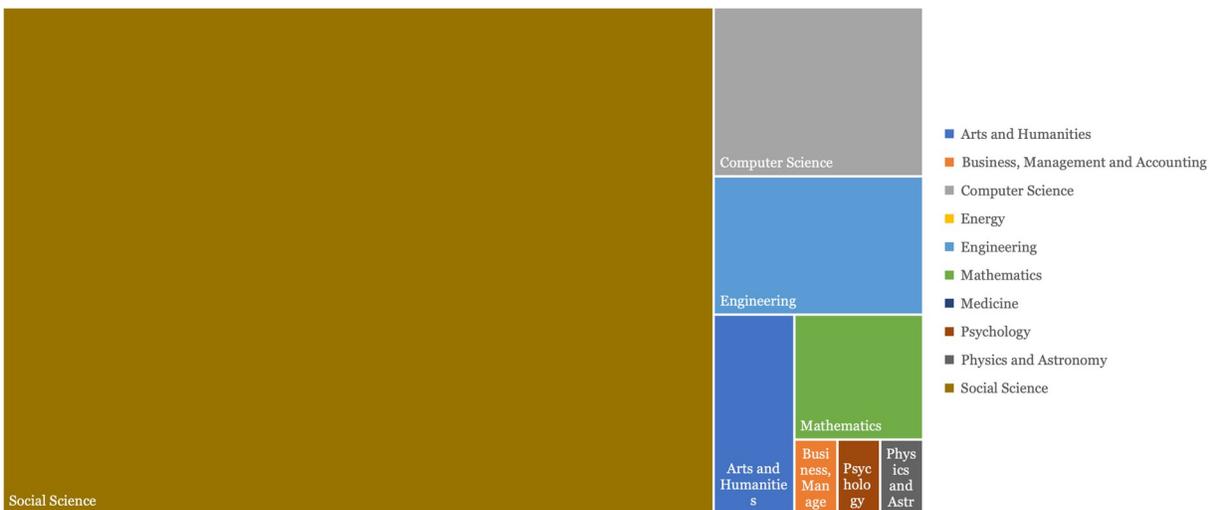
El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

6.2.3. ¿Cuáles son las temáticas desde las que están publicados los artículos?

Una vez analizada la calidad de las publicaciones, su año de publicación y sus autores, se analizarán las temáticas en las que se realizan estas publicaciones para poder dar respuesta a la PI4.

Figura 32

Distribución de artículos por área temática de las revistas científicas



Se puede observar en la Figura 32 como 132 artículos han sido publicados en las tres primeras asignaturas. Destaca con un amplio porcentaje «Ciencias Sociales» con un 77,28 % de las publicaciones con 112 artículos, seguido por «Ciencias Computacionales» con un 7,59 % y por «Ingeniería» con un 6,21; resultado de las 11 y 9 publicaciones que están asociadas, respectivamente, a sus áreas.

Figura 33

Distribución de artículos según disciplinas de las revistas científicas



La Figura 33 muestra, de forma gráfica, las 17 disciplinas donde se han publicado los 145 artículos. De entre ellas destacan las cuatro primeras, que reúnen el 83,49 % de las publicaciones. Así, «Educación» se alza con un 69 % siendo la más voluminosa con sus 100 artículos. Le siguen «Comunicación», «Ciencias de la Computación» e «Ingeniería» con un 4,83 % cada una de ellas.

6.2.4. ¿Cuál es la distribución geográfica de las publicaciones y su relación con su inclusión o no en el currículum oficial?

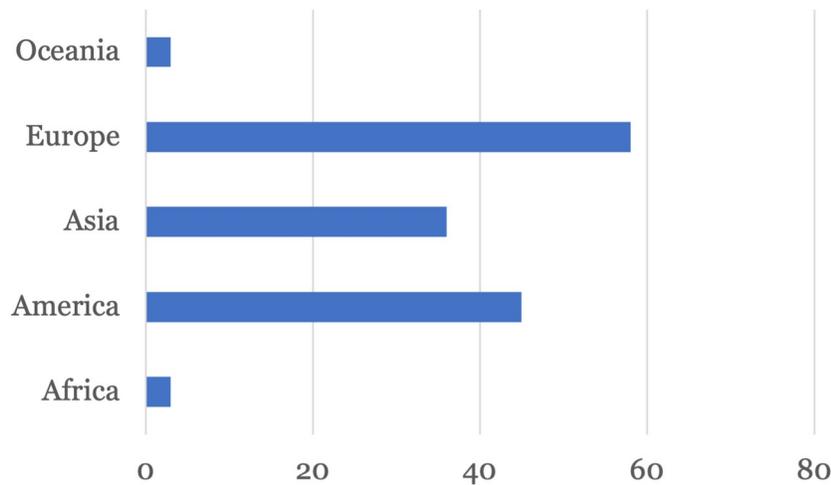
Para dar respuesta a la PI5 es necesario analizar cómo están distribuidos a lo largo del globo las 145 publicaciones. Para ello se partirá de la lengua utilizada para compartir las investigaciones y el país donde tuvo lugar la práctica. Datos confrontados con la implementación o no del Pensamiento Computacional en el currículum oficial.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Al establecer en los criterios de búsqueda, únicamente, los idiomas castellano e inglés los resultados se encuentran limitados a estas dos lenguas. 130 artículos están publicados en inglés, lo que supone un 90 % de las publicaciones, mientras que 10 de los artículos tienen como lengua de la publicación el castellano, un 10 %.

Figura 34

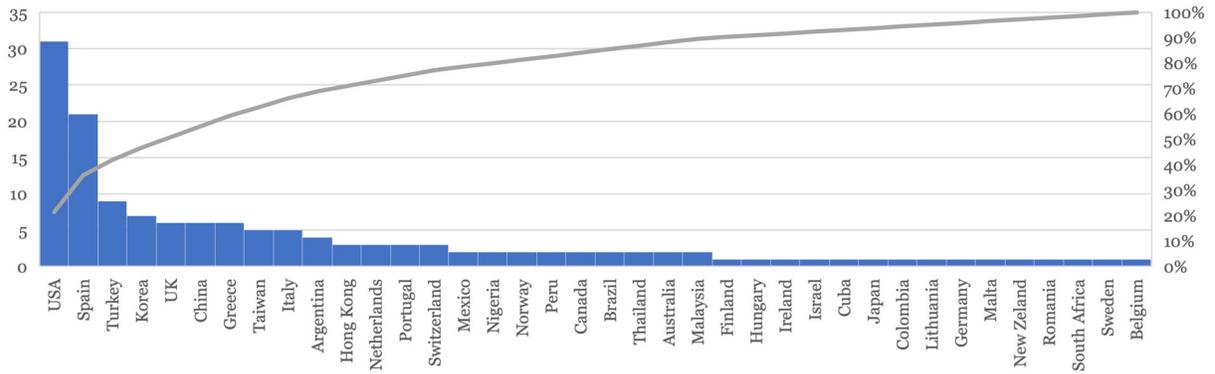
Número de publicaciones por continente



La distribución por continentes nos la muestra la Figura 34, donde se puede observar el resultado obtenido por Europa 58 publicaciones, lo que supone el 40,02% del total. América es la siguiente con un 31,05 % obtenido a partir de los 45 artículos publicados. Asia obtiene el tercer lugar con sus 36 publicaciones, lo que supone el 24,84 %. África y Oceanía comparten la cuarta posición con un 2,07 % respectivamente.

Figura 35

Número de artículos científicos por país donde se realizó la práctica

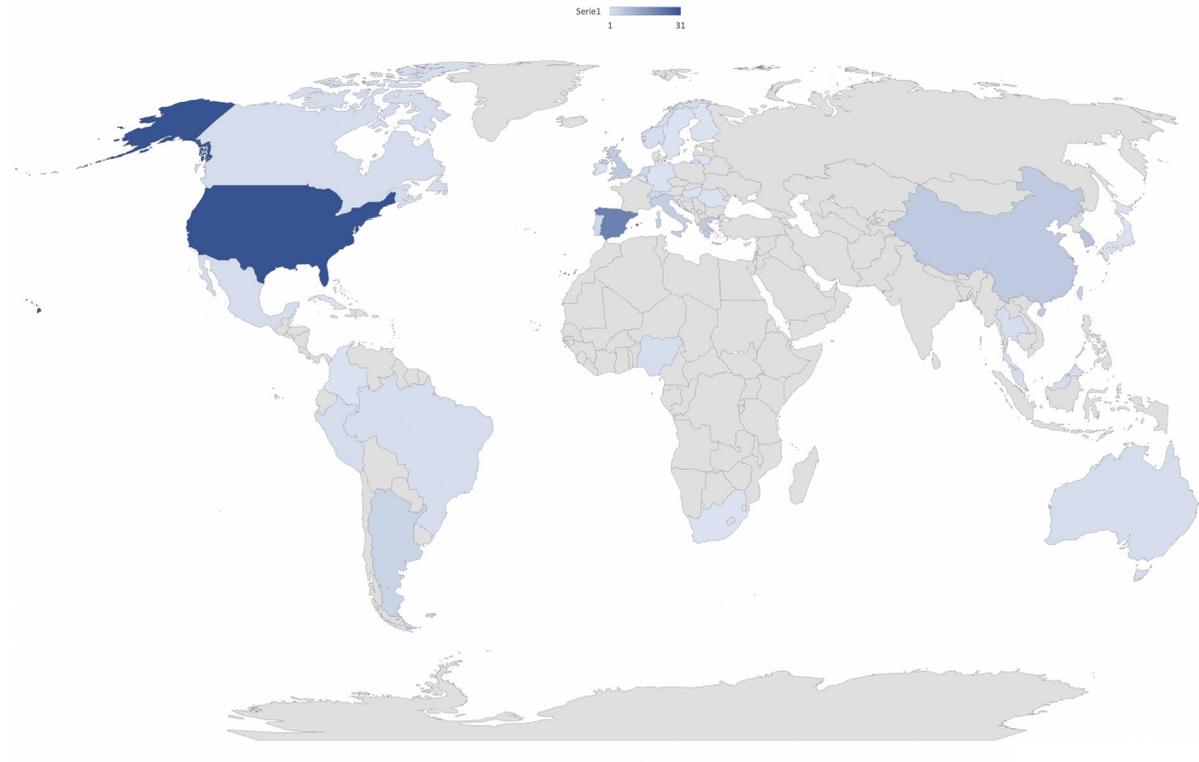


La Figura 35 muestra la distribución de artículos por países. Aquí es posible observar cómo Estados Unidos, España, Turquía, Corea y Reino Unido conforman el 51,06 % de la muestra. De ese porcentaje un 21,39 % le corresponde a Estados Unidos, con 31 publicaciones, y un 14,49 % a España, con 21 artículos publicados. Turquía, Corea y Reino Unido tienen una frecuencia de publicación de 9, 7 y 6 respectivamente.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Figura 36

Número de artículos científicos por país donde se desarrolló la investigación



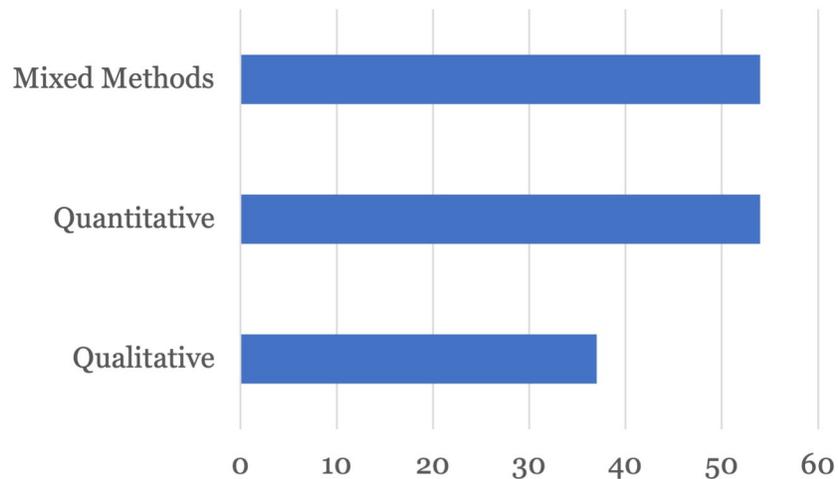
Sin embargo, la Figura 36 permite obtener una imagen global de la ubicación geográfica de las publicaciones. Así, Estados Unidos y España son las naciones que destacan con mayor potencia. Sin embargo, ambos países no incluyen el Pensamiento Computacional en el currículum oficial, dejando que sean los estados o autonomías quienes decidan como incorporarlo a la práctica educativa. Asimismo, los países que les siguen en número de publicaciones, Turquía, Corea del Sur y Reino Unido, si tienen incluido en sus sistemas educativos el Pensamiento Computacional (Bocconi et al., 2016).

6.2.5. ¿Cuáles son las metodologías de investigación y el tamaño de las muestras?

Para responder adecuadamente a la PI6 es necesario analizar cuáles son las metodologías de investigación utilizadas en las publicaciones, así como los tamaños muestrales de las diferentes prácticas.

Figura 37

Número de publicaciones por enfoque metodológico

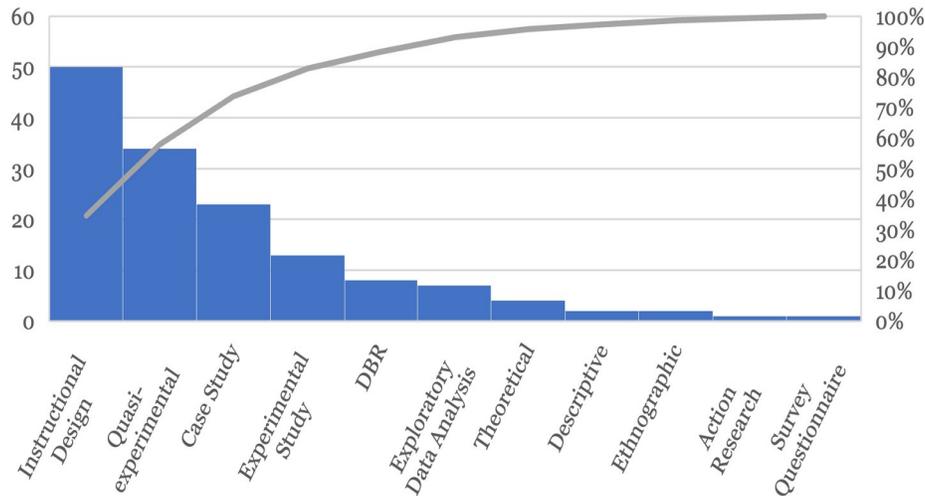


El enfoque de la investigación principal de las publicaciones ha sido el cuantitativo y el método mixto, que conjuga el enfoque cuantitativo con el cualitativo. Ambos se encuentran en igualdad con 37,26 % de la muestra, lo que supone un total de 54 artículos para cada uno de los enfoques. El tercer lugar está ocupado por la metodología cualitativa con 37 artículos (25,53 %).

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Figura 38

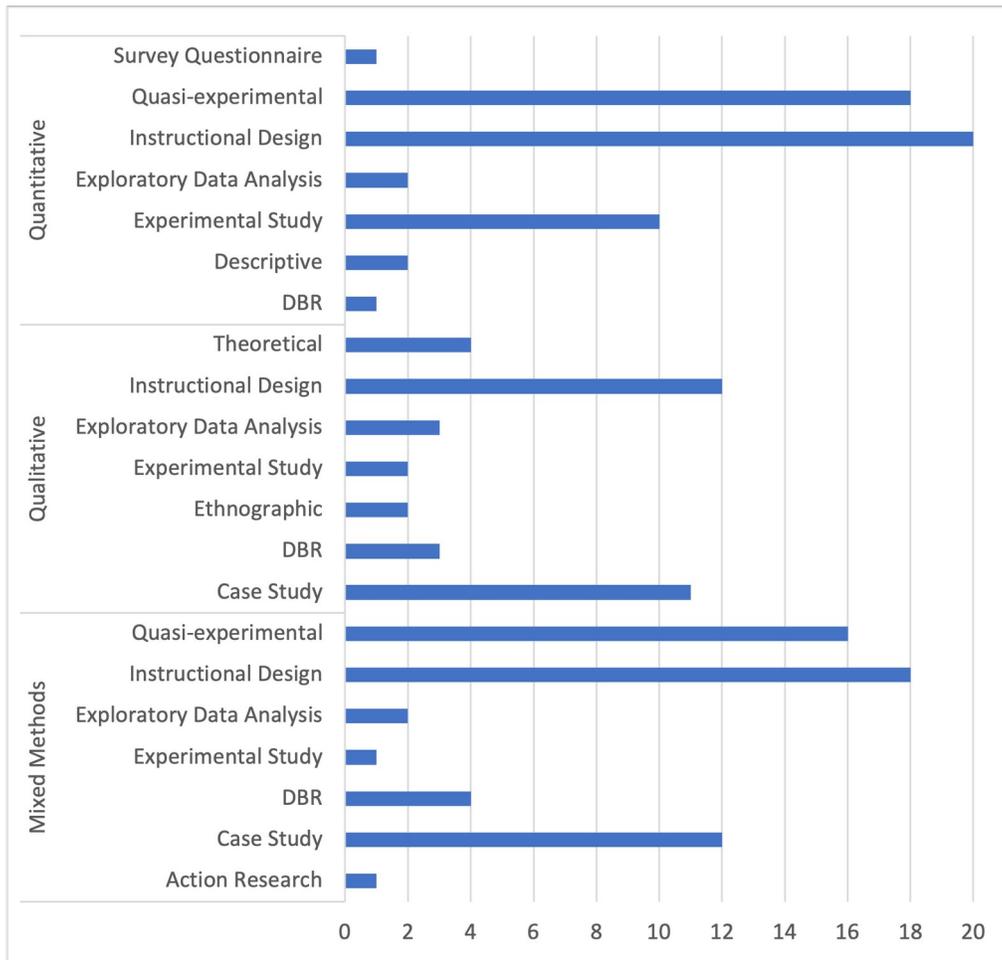
Número de artículos científicos según la metodología de su investigación



Por otro lado, la Figura 38 muestra la distribución de los textos en base a los métodos de investigación aplicados en los estudios, se puede evidenciar, en primer lugar, el Diseño Instruccional con un total de 50 artículos (34,5 %). Seguido por el método cuasi-experimental con 34 publicaciones (23,46%). Los estudios de caso están incluidos en 23 artículos (15,87%). Los 13 estudios experimentales se traducen en un 8,97%, seguidos por un 5,52 % correspondientes al método Design Based Research (DBR). Sumados ambos porcentajes al obtenido por el análisis exploratorio de datos (7 artículos), suponen más de un 90% de la muestra.

Figura 39

Frecuencia de artículos en base a enfoque y metodología



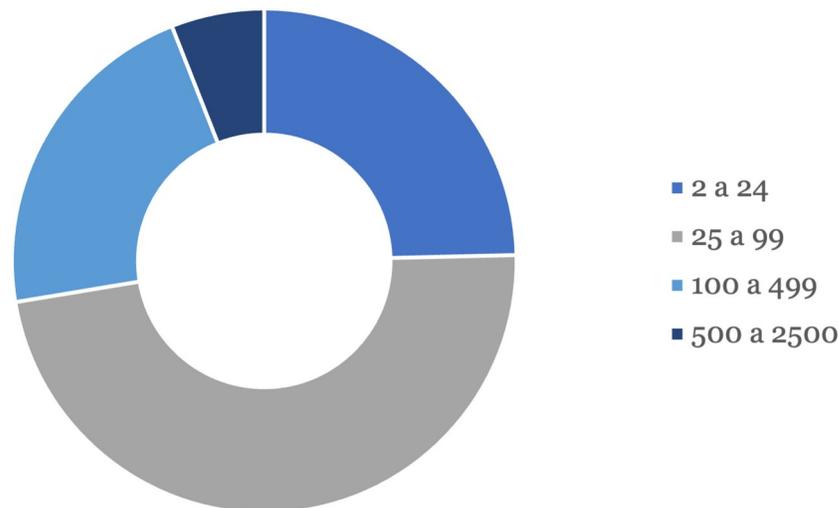
Tal y como recoge la figura 39, se puede observar cómo el diseño instruccional, la cuasi-experimental y los estudios experimentales son los métodos vinculados a una metodología cuantitativa, escogidos para la mayor parte de los estudios. Mientras que en la cualitativa predominan el diseño instruccional, los estudios de caso y los estudios teóricos. Finalmente, el diseño instruccional, la cuasi-experimental y los estudios de caso son los métodos predominantes en la metodología mixta.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

El método Design-Based Research (DBR) está presente en los tres enfoques, siendo el más utilizado combinado con la metodología mixta. No ocurre igual con el análisis exploratorio de datos que, estando presente en los tres, se vincula más con el enfoque cualitativo. Por último, se puede ver cómo los estudios descriptivos están vinculados a la metodología cuantitativa, los etnográficos a la cualitativa y la investigación-acción a la mixta.

Figura 40

Distribución de publicaciones según la muestra de sus prácticas



Por último, el tamaño muestral de las prácticas es muy variado. Una vez categorizado a partir de cuatro rangos de muestra se puede observar en la Figura 40 como un 22,77 %, 33 de los 145 artículos, tienen un rango de 2 a 24. El siguiente rango, de 25 a 99, es el más poblado con 44,16 % del total, lo que implica 64 publicaciones en dicho tramo. El rango de 100 a 499 contiene 29 elementos que suponen el 20,01 %. Por último, en el rango de 500 a 2500 lo conforman 8 prácticas, lo que supone el 5,52 %. Lo que supone un 92,46 %, dado que 11 artículos científicos no incluían el tamaño de la muestra en sus investigaciones.

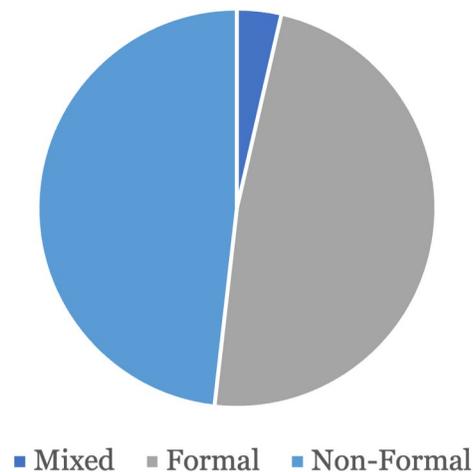
6.3. Dimensión Pedagógica

6.3.1. ¿Cuáles son los niveles educativos y áreas de conocimiento implicados?

Seguidamente se analizarán los niveles educativos en los que se han llevado a cabo las prácticas, así como qué áreas de conocimiento se han visto implicadas para llevar a cabo las prácticas relacionadas con el Pensamiento Computacional. De esta forma se dará respuesta a la PI7.

Figura 41

Distribución de publicaciones científicas en base al tipo de práctica desarrollada

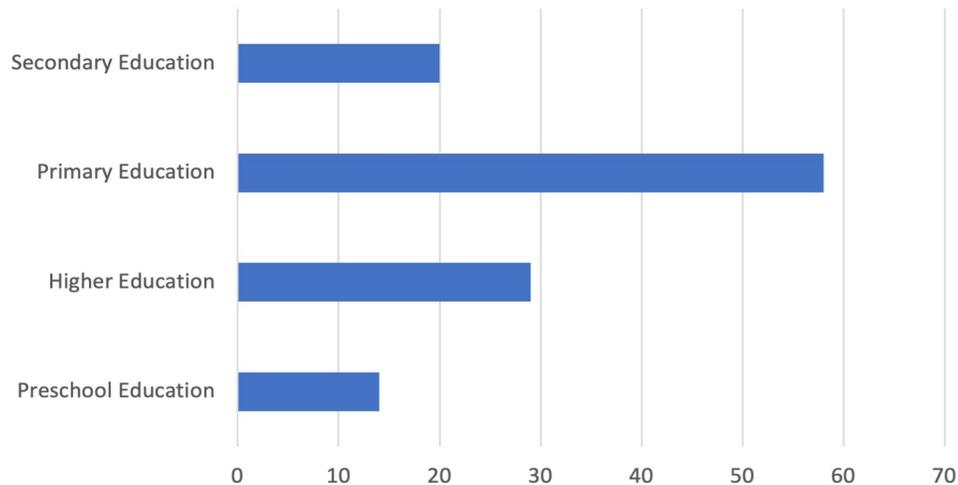


La Figura 41 muestra cómo las prácticas educativas se han realizado por igual en contextos educativos formales, aquellos que van desde Educación Infantil hasta Educación Superior, y no formales, aquellos ajenos a las instituciones educativas; concretamente el 48 % de las prácticas han sido realizadas en ambos ámbitos, 70 artículos se desarrollan en un contexto formal y otros 70 en uno no formal. Únicamente un 4 % de los 145 artículos analizados mezclaba ambos contextos, lo que suponen únicamente 5 artículos.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Figura 42

Número de artículos científicos según el nivel educativo al que van dirigido sus investigaciones

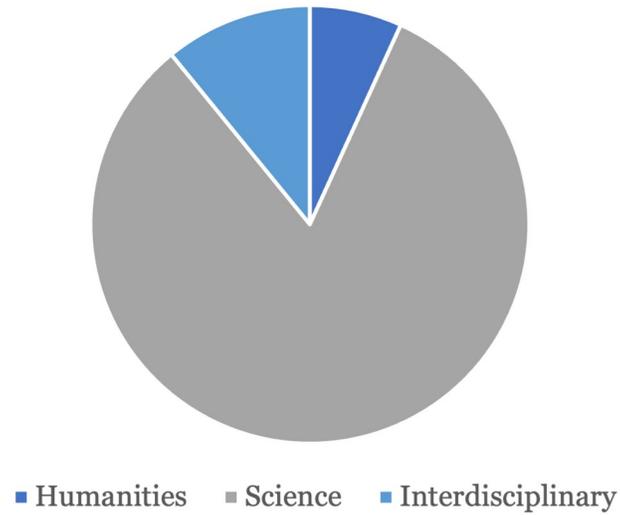


Los niveles educativos formales en los que se desarrollan las investigaciones son los mostrados por la Figura 42. Recoge con un 9,66% la Educación Infantil, que se encuentra en cuarta posición (14 artículos). Educación Secundaria es el tercer nivel educativo más investigado con 20 publicaciones (13,8%). Los niveles educativos más elegidos por los investigadores son la Educación Superior y la Educación Primaria, con un 20,01 % y 40,02 % respectivamente. Y es que, Educación Superior se encuentra en 29 artículos, mientras que Educación Primaria se encuentra en 58 de los 145 artículos.

Fuera del ámbito de las instituciones de educación formal, se puede encontrar un 0,69 % que corresponde con la Educación Familiar, un único artículo que incluye a padres y madres en el desarrollo del Pensamiento Computacional. Por último, se encuentran en idéntico porcentaje, 7,59 %, tanto prácticas dirigidas a docentes en activo como las que se aplican en diferentes niveles.

Figura 43

Distribución de publicaciones según el área de conocimiento

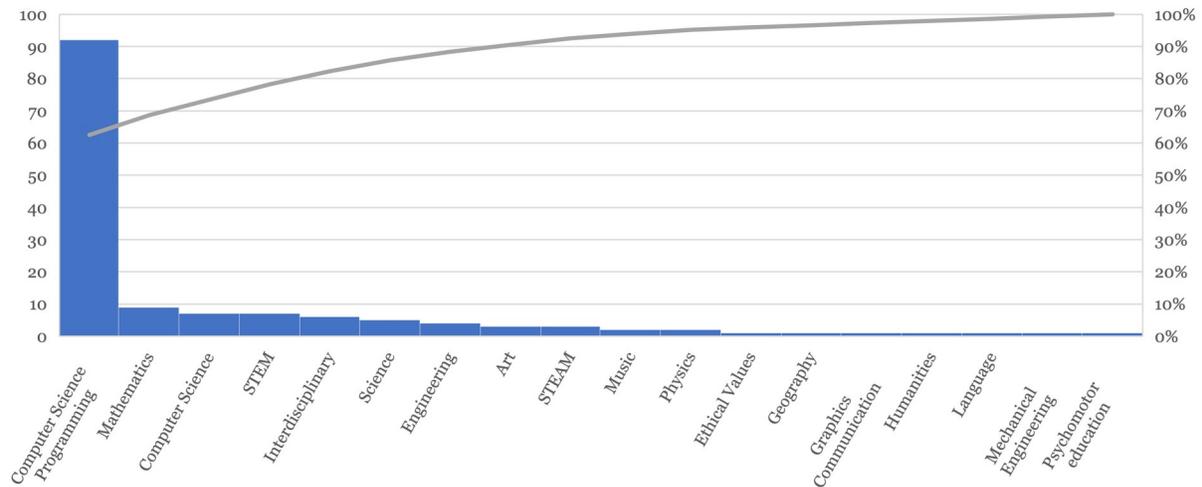


Así, la Figura 43 muestra la distribución de publicaciones según el área de conocimiento al que pertenece la asignatura en la que se desarrolla el Pensamiento Computacional. De esta forma resumida, se puede observar cómo el 119 textos de la muestra están relacionados con asignaturas de Ciencias. Diez artículos están dedicados a las Humanidades y los 16 restantes trabajan el Pensamiento Computacional de forma interdisciplinar.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Figura 44

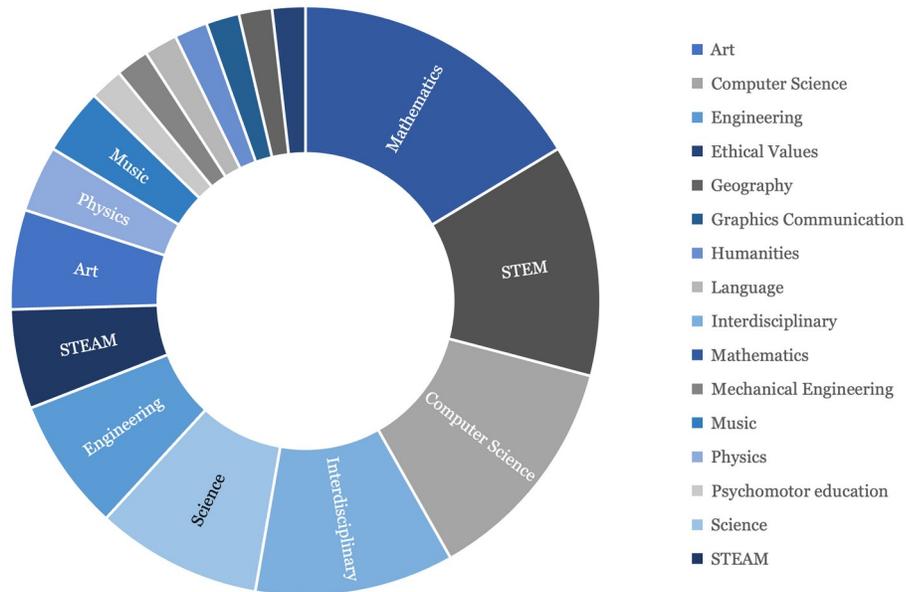
Número de publicaciones según la asignatura en la que desarrollan el Pensamiento Computacional



En la Figura 44 es posible ver como la asignatura de «Programación» está presente en el 63,48 % de las publicaciones analizadas. Mientras que el resto de asignaturas no llegan a 10 publicaciones. Si bien, la representación de este resultado dificulta la lectura del resto de asignaturas.

Figura 45

Distribución de artículos científicos según la asignatura en la que desarrollan el Pensamiento Computacional



Es por ello que la Figura 45 muestra cómo están distribuidas el resto de asignaturas excluyendo la asignatura por excelencia en el ámbito de investigación. Así, «Matemáticas» es la primera asignatura encontrada con 9 publicaciones (6,21%), seguida de «Ciencias de la Computación» y «STEM» (4,83 %), con un total de 7 artículos, respectivamente. En 6 artículos se desarrolla el PC de manera interdisciplinaria (4,14%), en 5 artículos dentro de la asignatura de «Ciencias» (3,45 %) y en 4 artículos se trabaja desde la asignatura «Ingeniería» (2,76%). La asignatura de «Arte» está representada en tres estudios (2,07%).

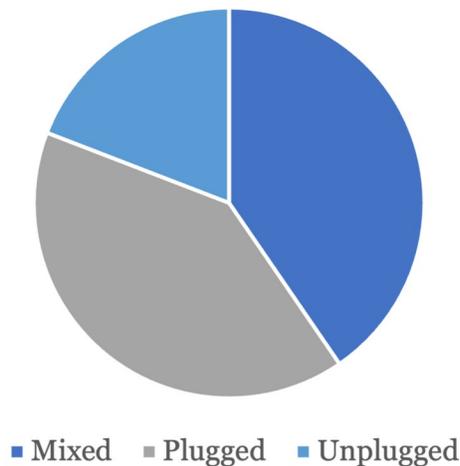
El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

6.3.2. ¿Cuáles son las características metodológicas para el desarrollo del Pensamiento Computacional?

Para responder a la PI8 se analizarán las estrategias metodológicas para desarrollar el Pensamiento Computacional. Para ello, los criterios a observar serán: el tipo de recursos que se utilizan, los resultados buscados y si vinculan el concepto al desarrollo de la Competencia Digital.

Figura 46

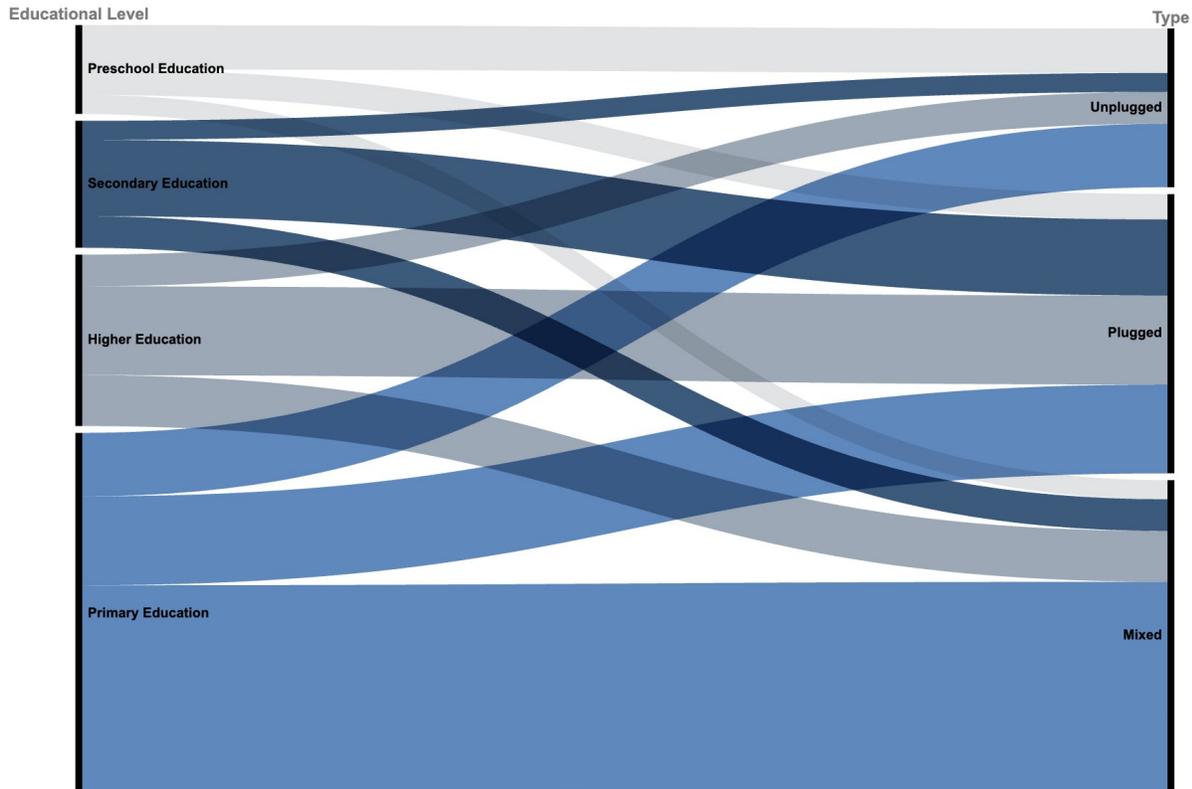
Distribución de artículos según el tipo de recurso utilizado para desarrollar el Pensamiento Computacional



Con el primer gráfico se puede comprobar como los recursos utilizados en los 145 artículos mantienen un equilibrio. La Figura 46 recoge que los recursos «conectados», aquellos que necesitan de un entorno digital para poder ser utilizados, y «desenchufados», materiales tangibles que permiten ser usados de forma analógica, suponen el 80 % de la muestra, con 57 artículos respectivamente. En el resto se optan por combinar recursos de ambos tipos, por ejemplo, a través de la robótica.

Figura 47

Niveles Educativos relacionados con tipo de recursos. Elaborado con RAWGraphs.

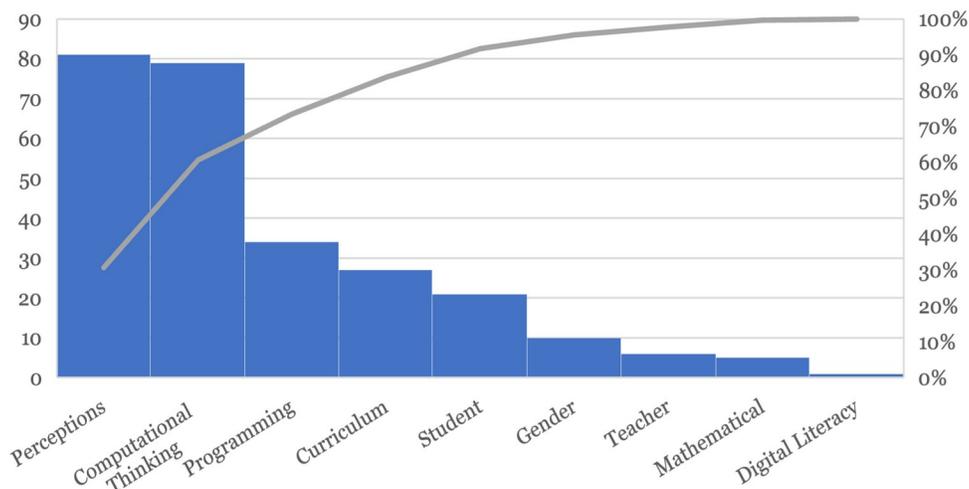


Pero, ¿cómo se trabaja en los distintos niveles educativos? A esa pregunta responde la Figura 47, muestra la relación entre los niveles educativos formales y los tipos de recursos que se aplicaron en sus investigaciones. Así, se puede observar cómo en Educación Infantil se utilizan un mayor número de recursos desconectados o desenchufados, tangibles, dado que la mitad de los artículos (7) apuestan por este tipo de material educativo. En Educación Primaria se denota con fuerza a través de 33 publicaciones que se opta por el uso mixto de recursos; mientras que, en Educación Secundaria, con 12 textos de 20 en total, y Educación Superior, con 14 investigaciones de un total de 27, utilizan recursos digitales o conectados.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Figura 48

Resultados obtenidos por las investigaciones de los artículos



A través de los mencionados recursos, las investigaciones buscaban desarrollar el Pensamiento Computacional. Tal y como muestra la Figura 48, se pueden observar los diferentes resultados obtenidos por los autores. En 81 artículos se hicieron descubrimientos sobre las diferentes actitudes de los participantes en los estudios ante las prácticas educativas sobre Pensamiento Computacional. Así, se demuestra un aumento de la motivación (Mouza et al., 2020), una buena predisposición ante diferentes niveles de dificultad (Csapó, 2019; Monjelat & Lantz-Andersson, 2020), la preferencia entre una interfaz digital o analógica (Caballero-González & García-Valcárcel Muñoz-Repiso, 2019), una actitud positiva hacia la ciencia (Christidou et al., 2021) o una mejora de la autonomía (Egbert et al., 2021), entre otros.

En 79 artículos se buscaba evaluar el Pensamiento Computacional en alguna de sus tres dimensiones. La evaluación de la «abstracción», «generalización», «juicio» y la «descomposición» (Rijke et al., 2018; Rojas-López & García-Peñalvo, 2020; Tsakeni, 2021), la efectividad del uso de recursos desenchufados (Busuttil & Formosa, 2020), la evidencia de un

desarrollo del pensamiento lógico (Price & Price-Mohr, 2018) o la relación del concepto con un diseño innovador (G. Chen et al., 2020).

La programación (*coding*) es evaluada en 34 publicaciones, lo que supone más de un 70 % de los artículos, evidenciándose como una mayor realización actividades de programación con App Inventor mejora el rendimiento de los estudiantes (Calandra et al., 2021). También se concluye que, a través de la programación visual y la robótica se pueden desarrollar las habilidades propias de la programación (Díaz-Lauzurica & Moreno-Salinas, 2019). Se observa, además, que los progresos obtenidos a través del *coding* perduran en el tiempo (Arfé et al., 2020).

En 27 artículos se estudia la integración del PC en el currículo. Los resultados muestran cómo una estrategia efectiva es la interdisciplinariedad a través de STEM (Yu & Guo, 2018) o la incorporación de la codificación y la robótica en los contenidos curriculares para el desarrollo de las habilidades del Pensamiento Computacional (Relkin et al., 2021). Por otra parte, la evaluación de los resultados de aprendizaje de los estudiantes es evaluada en 21 estudios, observándose un mayor rendimiento en comparación con métodos de enseñanza transmisivos (Ríos Félix et al., 2020). También se evidencia una mejora de las habilidades cognitivas y sociales frente a quienes no fueron formados en el Pensamiento Computacional (García-Valcárcel Muñoz-Repiso & Caballero-González, 2019).

En 10 investigaciones se evaluó el impacto según el género de los miembros de la muestra, descubriendo que una de las mejores formas de atraer a las mujeres hacia el Pensamiento Computacional es a través de recursos desenchufados (del Olmo-Muñoz et al., 2020). De este modo, se consigue superar los estereotipos que sostienen “que los chicos son

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

mejores que las chicas en la programación” (Chiazzese et al., 2018, p.75). Las prácticas docentes fueron objeto de investigación en 6 artículos. Se evidenció que los docentes de Pensamiento Computacional más eficaces son aquellos que saben integrar los aspectos didácticos y metodológicos y no los mejores programadores (Jurado et al., 2020).

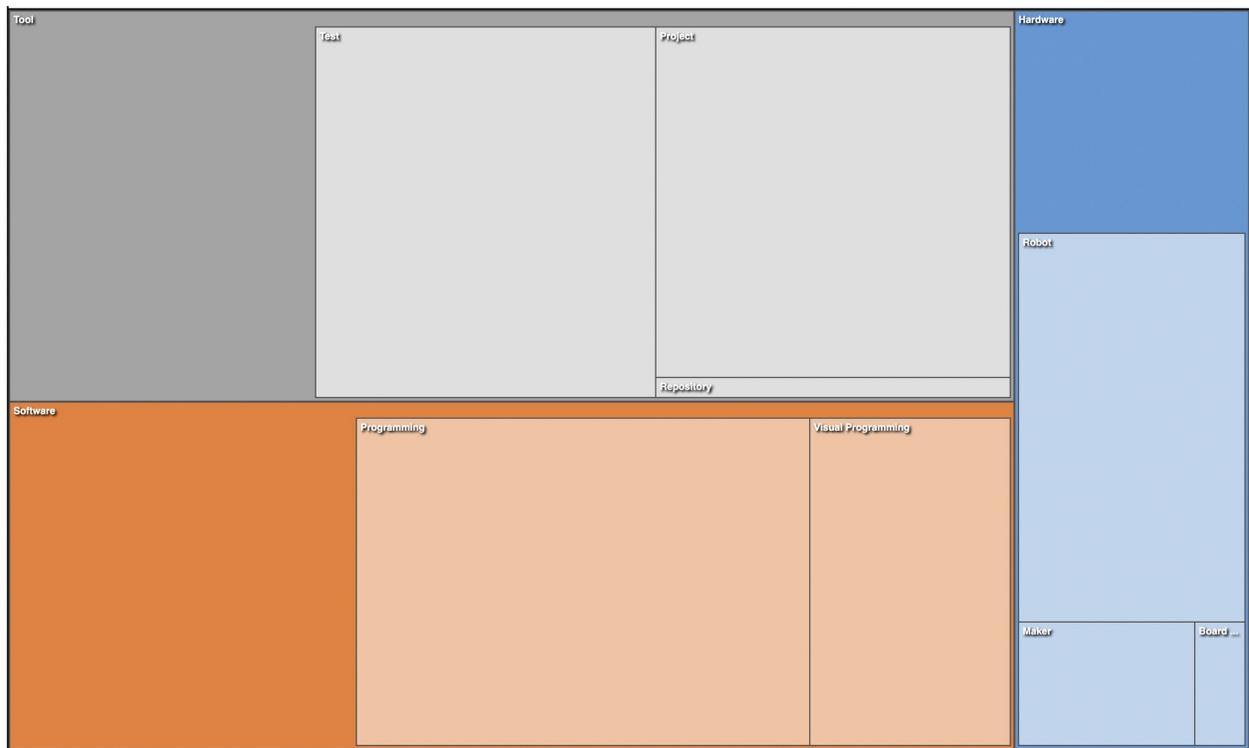
Con relación a la competencia en matemáticas, un total de 5 investigaciones mostraron un efecto positivo sobre su desarrollo, tras la puesta en práctica de la codificación (Miller, 2019). Y, respecto a la competencia digital, un estudio obtuvo una relación entre el PC y la percepción, por parte de los estudiantes, de una mejora de sus habilidades digitales (Esteve-Mon et al., 2019).

6.3.3. ¿Cuáles son las herramientas didácticas utilizadas para el desarrollo del Pensamiento Computacional?

Entre los 145 artículos se obtuvo un total de 119 recursos para desarrollar el Pensamiento Computacional. Un análisis de los mismos permite dar respuesta a la PI9. Asimismo, se observarán cuales son las herramientas didácticas más utilizadas.

Figura 49

Red conceptual de nodos y subnodos en base a los tipos de recursos usados para el desarrollo del Pensamiento Computacional



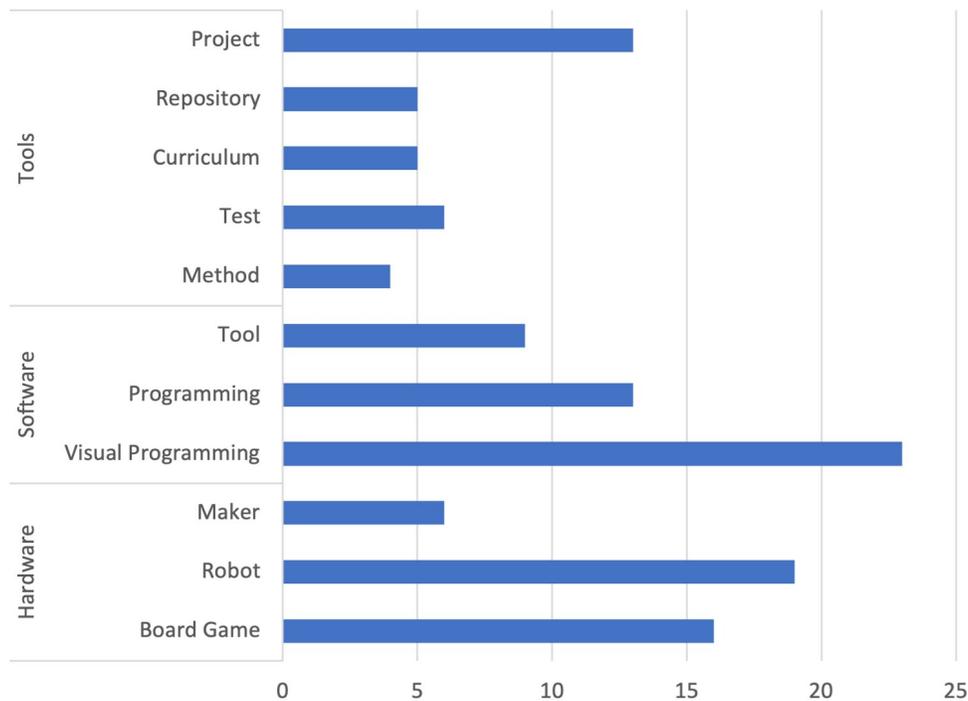
La Figura 49 muestra una red conceptual de nodos y subnodos a partir de la codificación del contenido completo de los artículos elaborada con NVivo 12. Para ello se partió de tres nodos generales codificados como «software», o contenido digital entre los que se encuentran los

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

lenguajes de programación o la programación visual, «*hardware*», o recursos analógicos como pueden ser robot, elementos *maker* o juegos de mesa, y «herramientas», entre los que se pueden localizar pruebas, proyectos o repositorios. Esto ofrece una visión de como los recursos son utilizados a lo largo de los 145 artículos.

Figura 50

Número de tipos de recursos utilizados en las publicaciones



En la Figura 51 se ofrece una panorámica de los recursos específicos utilizados por los autores en base a los tipos de recurso, a saber: «*hardware*», «*software*» y «herramientas». Los recursos físicos suponen un 34,45 % de la muestra, los recursos digitales representan el 37,81 % y hay un 27,73 % dentro de la categoría de «herramientas variadas». Un total de 119 recursos

relacionados con el Pensamiento Computacional recogidos y accesibles desde una tabla resumen.⁴³

El primer elemento que destaca de la categoría «*hardware*» es la robótica con un 15,9 %. Entre los 19 recursos se encuentran robots de muy diferente tipo: *KIBO* (Bers, 2019; González-González et al., 2021; Hassenfeld et al., 2020; Jurado et al., 2020) y *Cubetto* (Miranda-Pinto & Osório, 2019), que destacan por tener sus piezas de madera para una mejor manipulación; *Bee-Bot* (Caballero-González & García-Valcárcel Muñoz-Repiso, 2020), que se trata de un clásico de la robótica educativa por su sencillez y potencialidad; *LEGO* está presente con sus modelos *Mindstorms EV3* (Taylor & Baek, 2019); y *Education WeDo* (Chiazese et al., 2019) o *TurtleBot* (Nam et al., 2019), con relación a los trabajos pioneros de Seymour Papert (1980).

El siguiente elemento de la categoría es los «juegos de mesa» (13,44 %). *Splash Code* (Wangenheim et al., 2019) o *Coding Ocean* (Chen & Chi, 2020) juegos que trabajan la programación direccional a través de elementos en juego o un robot para limpiar los océanos. Por último, como «recursos maker» se encuentra *Makey-Makye* (Yin et al., 2020) o los kits de *Arduino* (Psycharis & Kotzampasaki, 2019) con los que crear infinidad de invenciones.

En la segunda categoría «*software*», el primer elemento es la «programación visual» (19,32%). En él se encuentran rápidamente los más utilizados: *Scratch* (Maraza-Quispe et al., 2021) y *Alice* (Dag, 2019), dado su recorrido a lo largo de los años. Sin embargo, se puede observar cómo existe una gran variedad más reciente que se hace un hueco entre las investigaciones: *Code.org* (Ciftci & Bildiren, 2020), *Light-Bot* (Monjelat & Lantz-Andersson, 2020) o *Hopscotch* (Zha et al., 2020), entre otros 18 recursos más. Otro componente de esta

43 Anexo II – Recursos obtenidos de la Revisión Sistemática de la Literatura

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

categoría son los «lenguajes de programación» (10,92 %) puros y educativos. Así, *Python* (Morton et al., 2019) o *Java* (Choi, 2019) tienen un perfil más profesional, mientras que *RoboTIC* (Schez-Sobrino et al., 2020) y *VEE Primary Code* (Hijon-Neira et al., 2020) están diseñados más para educación. Por último, con un 7,56 % se pueden encontrar 9 herramientas digitales de diverso tipo, como son el *MIT Media Lab: Moral Machine* (Seoane Pardo, 2018), para poner a prueba nuestras decisiones morales; o el *Mission Maker* (de Paula et al., 2018), con el que hacer misiones de un videojuego.

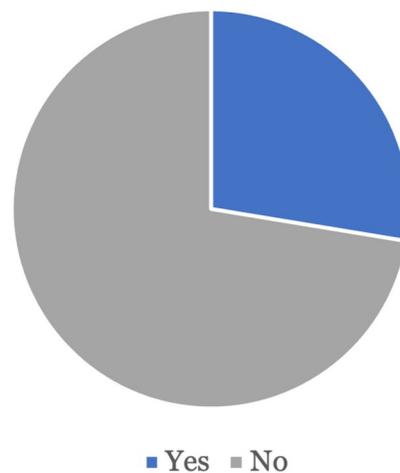
La última categoría, denominada «herramientas», recoge un amplio abanico de recursos entre los que destacan los «proyectos» (10,92 %), «test» (5,04 %) y «repositorios» (4,2 %). Entre los primeros, se pueden encontrar proyectos muy diversos y de diferente impacto. Por ejemplo, *Bebras Computing Challenge* (Hsiao et al., 2019), que se trata de un proyecto a nivel mundial sobre el desarrollo del Pensamiento Computacional; o *Coding4Girls* (Alden & Tramonti, 2020), un proyecto cuyas intervenciones se dirigen a los factores que llevan a las chicas a no escoger estudios de informática. Entre las herramientas para evaluar el Pensamiento Computacional se identifican diferentes pruebas como *Computational thinking levels scale* (CTLS) (Durak et al., 2019) o el Test sobre Pensamiento Computacional de Román-González (2015), que se centran en la evaluación del concepto. *Dr. Scratch* permite testear los proyectos creados con la herramienta para averiguar qué partes del Pensamiento Computacional estamos desarrollando con ellos. Finalmente, entre los 5 repositorios se pueden encontrar multitud de recursos, destacando por su cantidad y variedad *CS Unplugged* (El-Hamamsy et al., 2021).

6.3.4. ¿Son formados en Pensamiento Computacional los docentes participantes en las prácticas?

Para dar respuesta a la última pregunta, PI10, se analizó cuántos de los 145 artículos científicos incluían formación para los docentes como parte de su práctica. Se pretende conocer, así, la existencia de conexión entre los docentes. Como se puede observar en la Figura 52, el 72 % de las publicaciones no formó a los docentes frente a un 28 % que sí formó previamente a la práctica a los docentes implicados. O lo que es lo mismo, en 40 investigaciones, los docentes, responsables de llevar a cabo la práctica o involucrados en las mismas, fueron formados en Pensamiento Computacional antes o durante la experiencia educativa.

Figura 52

Distribución de artículos científicos cuyas prácticas formaron a los docentes



Segundo Estudio.

El Oráculo de Delfos

Estudio Prospectivo Delphi

Capítulo 7. Metodología

Los ciudadanos de la Antigua Grecia sentían la misma curiosidad por saber qué nos deparará el futuro que nuestra sociedad actual. Sin embargo, ellos canalizaban su interés a través de los oráculos. Uno de los más famosos, en el siglo VIII a. C., y en la actualidad, es el consagrado al dios Apolo: el Oráculo de Delfos.

El método Delphi, digno heredero del Oráculo de Delfos, tiene un origen bélico. En los años cincuenta, los estadounidenses lo usaron para establecer los pasos a seguir en caso de lanzamiento de misiles nucleares en la Guerra Fría. Será en los años sesenta, de la mano de autores como Olaf Helmer, Nicholas Rescher, Norman Dalkey y otros miembros de la Corporación RAND, cuando el método tomará forma y se convertirá en una herramienta de las diferentes áreas del conocimiento (Marchena Navarro, 1990).

In a sense, the Delphi method is a controlled debate. The reasons for extreme opinions are made explicit, fed back coolly and without anger or rancor. More often than not, experts groups move toward consensus; but even when this does not occur, the reasons for disparate positions become crystal clear. Planners reviewing this material can make judgments based on these reasons and their own knowledge and goals. (Gordon, 1994, p.3)

Se evidencia así que estamos ante un método utilizado desde la identificación de áreas de investigación, eligiendo variables de posible interés, a la creación de herramientas para la recogida y análisis de información. “Es por tanto de verdadera utilidad para los investigadores de ciencias sociales en general, y los de educación y comunicación en particular” (Cabrero Almenara & Infante Moro, 2014, p.2).

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

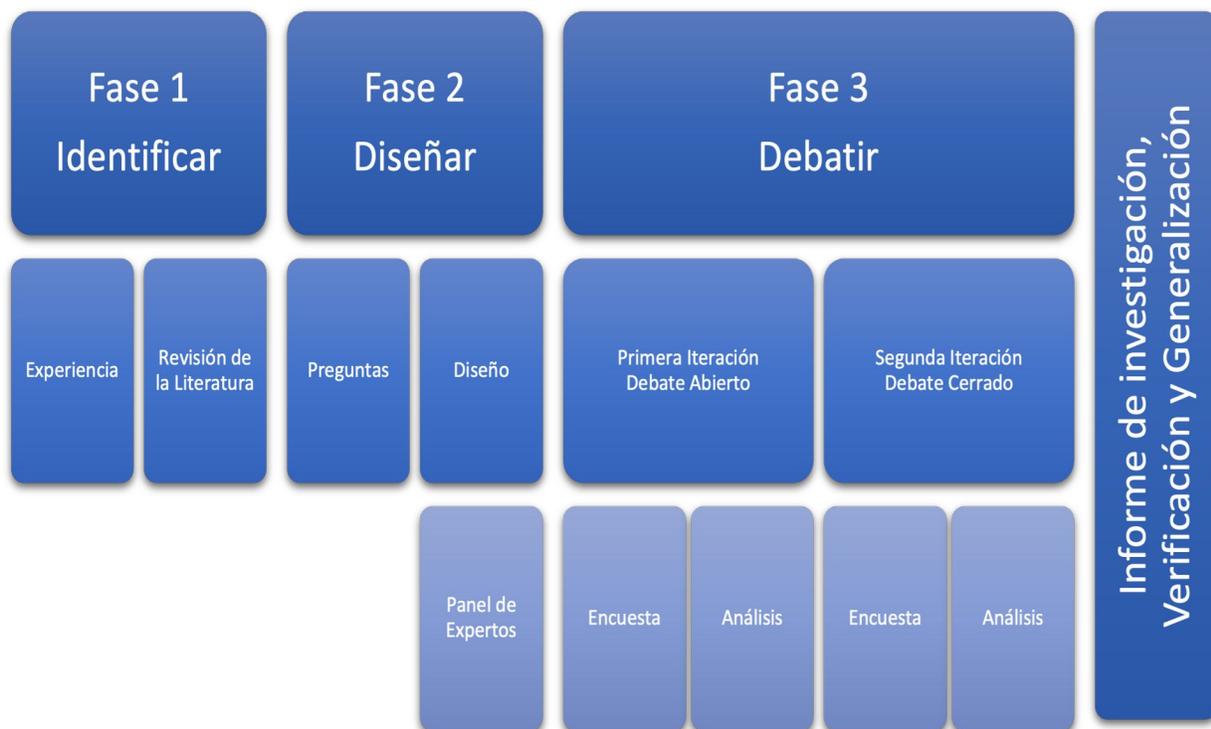
Reguant-Alvarez y Torrado-Fonseca (2016) concuerdan que la mayoría de autores establecen, como definitorias, las siguientes características:

1. Proceso iterativo. Los miembros del panel de expertos expresan sus ideas en diferentes momentos. Entre un debate y otro disponen del tiempo suficiente para reflexionar sobre las opiniones emitidas por todos los participantes. La recogida de las intervenciones se realiza a través de un cuestionario estructurado y profesional.
2. Anonimato. Aunque se está realizando una consulta grupal, se debe garantizar tanto el anonimato de las intervenciones en los análisis y resultado, como el desconocimiento entre los miembros del propio panel. Los expertos pueden ser conocidos, pero no deben poder reconocer lo que expresa cada uno de ellos. Esta característica garantiza la imparcialidad de las intervenciones y evita las posibles distorsiones debido al prestigio o liderazgo de los miembros del panel. Así, las ideas y opiniones expresadas se basarán únicamente en la consulta realizada, lo que lo convierte en uno de sus mayores beneficios.
3. *Feedback* controlado. La retroalimentación incluye toda la información literal de las respuestas emitidas. Los investigadores, realizado el análisis de las réplicas recogidas, pueden evidenciar aportaciones significativas, acuerdos alcanzados por consenso, posiciones ideológicas y cualquier otra información de importancia. Analizados los resultados obtenidos, se genera la nueva consulta a realizar, centrando el debate en aquellos aspectos importantes para la investigación.
4. Respuesta estadística del grupo. Independientemente de la iteración las herramientas de recogida de datos, pueden incluir preguntas cerradas o de

estimación, cuya información puede ser analizada de modo cuantitativo a partir de frecuencias, tendencias o valores de dispersión. Asimismo, los resultados de cada iteración se evidencian con dicha información estadística.

Figura 53

Proceso Delphi de dos iteraciones



El concepto de Método Delphi y sus características toman forma en el proceso representado en la Figura 53, donde podemos observar una adaptación del proceso típico de tres iteraciones propuesto por diferentes autores (Adler & Ziglio, 1996; Delbecq et al., 1986; Linstone & Turoff, 1975). Sin embargo, aún siendo una adaptación recoge el principio básico de inteligencia colectiva natural del método Delphi (Riaño & Palomino, 2015).

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

La primera fase se compone de dos acciones. Por un lado, se debe hacer un análisis retrospectivo sobre la experiencia de que se dispone en este método de investigación. Asimismo, una revisión de la literatura reforzará y proporcionará una base sobre la que construir la investigación.

En una segunda fase se establecerán las líneas de investigación a las que se desea dar respuesta. Fijado el tema, objetivos y las preguntas de investigación se procederá a diseñar la estructura: contexto, temporalización, herramientas de recolección y análisis de datos, consentimiento informado y, por supuesto, la configuración del panel de expertos.

En la tercera fase se iniciará el debate entre los expertos; para ello deberán establecerse el número de iteraciones que se llevarán a cabo. Cada iteración se trata de un ciclo que sigue el mismo esquema: encuesta y análisis. En esta ocasión, se realizarán dos iteraciones de debate, aunque siempre se mantiene la posibilidad de una tercera iteración en caso de necesidad. Y es que, las respuestas a la encuesta serán analizadas en base al consenso generado entre el panel, de forma que las preguntas de la siguiente iteración se generarán de aquellas partes en las que no hay un consenso suficiente.

Por último, finalizada la última iteración de debate se procede a realizar un análisis profundo de todos los consensos alcanzados, para, así, poder elaborar un informe en el que se verifiquen y generalicen los resultados obtenidos de la investigación.

7.1. Fase 1: Identificar

En todas las metodologías, la experiencia en su uso conlleva una mejor realización de la técnica en cuestión. En el método Delphi la experiencia no sólo ayuda a un mejor desarrollo de la investigación, sino que en el momento del debate proporciona herramientas que de otro modo no se adquieren. Actualmente, desde el Grupo de Investigación Nodo Educativo se ha llevado a cabo una investigación siguiendo la presente metodología como parte del proyecto de investigación Nómadas del conocimiento: análisis de prácticas pedagógicas disruptivas en Educación Secundaria (RTI2018-097144-B-100). Una experiencia que garantiza un contacto inicial con el método de investigación.

Por tanto, ante el reto que supone unir a una serie de expertos del Pensamiento Computacional de diferentes áreas, se realizó una búsqueda previa de estudios basados en la metodología Delphi en los últimos cinco años. Así, se encontraron cuatro estudios previos que trabajan el concepto desde diferentes perspectivas: currículum, desarrollo del Pensamiento Computacional y habilidades.

Junto con 13 expertos de diferentes posiciones, pero todos del campo informático, Chuang et al. (2015) analizaron 9 habilidades básicas del Pensamiento Computacional y 60 indicadores competenciales. Así, determinaron como estos son esenciales u opcionales a medida que los estudiantes van avanzando en Educación Primaria.

Hu et al. (2017) lograron unir a 21 expertos, 9 informáticos y 12 profesores de informática de Educación Secundaria, para analizar el currículo de la asignatura de informática.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Sin embargo, los expertos sólo lograron ponerse de acuerdo en los contenidos para una correcta aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En el resto, mostraron diferentes puntos de vista a la hora de establecer unos aprendizajes clave.

En el estudio de Lai (2017) se evidencia un elemento novedoso al introducir una fase donde los 15 expertos, del campo de la informática, realizaron una lluvia de ideas. Con esa primera fase establecieron un mapa de indicadores competenciales relacionados con la programación. Así, tras dos iteraciones más, los expertos consensuaron cómo debería ser la introducción de los discentes en el mundo de la programación. Establecieron 3 niveles:

- Nivel introductorio para los dos años.
- Nivel básico desde los tres y cuatro años hasta los siete y nueve años.
- Nivel avanzado a partir de nueve y doce años de edad.

En el estudio de Sondakh et al. (2020), se aplicó el *Fuzzy Delphi Method*. Se trata de una variante del método Delphi (Ciptono et al., 2019) en la que los expertos reciben de forma iterativa sus respuestas hasta que sus conclusiones dejan de variar de forma relevante. Así, los 20 expertos debatieron sobre los 11 conceptos relacionados con el Pensamiento Computacional, llegando a un consenso en 98 elementos de los 172 estudiados.

Aun habiéndose desarrollado en diferentes localizaciones del mundo y en diferentes momentos temporales, los cuatro estudios tienen en común su interés por el desarrollo de las habilidades del Pensamiento Computacional. Asimismo, centran el concepto en el área de la informática, cómo demuestra el hecho de seleccionar a los expertos únicamente en dicho campo.

Sin embargo, dejan una serie de perfiles fuera de sus estudios, como son la administración educativa, los estudiantes y demás miembros de la comunidad educativa no relacionados con el ámbito de la informática. Esta decisión implica que los estudios Delphi analizados no tienen la perspectiva de los usuarios y de los facilitadores, así como el resto de los profesionales educativos no relacionados con la informática, pero sí con el Pensamiento Computacional.

7.2. Fase 2: Diseñar

Las investigaciones recientes realizadas con el método Delphi únicamente profundizan en la dimensión «conceptual» del concepto de Pensamiento Computacional desde un único área de conocimiento como es la informática. Se obvian otras dimensiones como pueden ser la «curricular» o la «formativa» y no se han tenido en cuenta otros perfiles como pueden ser la administración educativa, el mundo empresarial o los propios estudiantes. En consecuencia, el presente estudio abordará las tres dimensiones desde múltiples perspectivas. Así, desde un entorno enriquecido y de calidad, se podrá dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué dispone el futuro para el Pensamiento Computacional?
 - Concepto: ¿Qué se entiende por Pensamiento Computacional?
 - Referentes: ¿Quién, cómo y por qué destaca en el campo del Pensamiento Computacional?
 - Currículo: ¿Cómo se debe desarrollar pedagógicamente el Pensamiento Computacional?

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Formación del Profesorado: ¿Qué factores intervienen al formar a docentes en Pensamiento Computacional?

7.2.1. Panel de Expertos

A raíz de los estudios preliminares y las preguntas establecidas, se decidió realizar un panel de expertos que incluyera los cuatro perfiles necesarios para una perspectiva global: «expertos», «especialistas», «facilitadores» y «usuarios». Si bien esta decisión fue tomada inicialmente, no lo fue el número de expertos que debían conformar la muestra. La literatura es muy heterogénea de acuerdo a este apartado, debido a que no hay unos criterios preestablecidos. Así, mientras que para Skulmoski et al. (2007) el rango de expertos debería estar entre los 10 y 15, para Reguant-Alvarez y Torrado-Fonseca (2016) su recomendación es que el panel de expertos tenga un mínimo de 6 y no supere los 30 miembros.

Esta variedad de recomendaciones, como refuerza el estudio de López-Gómez (2017) analizando las investigaciones sobre el tema, llevan a mover el foco a la calidad del estudio y no tanto al número de miembros del panel. Así, autores como Powell (2003) afirman que “Representativeness, it seems, is assessed on the qualities of the expert panel rather than its numbers.” (p.378). En definitiva, defienden la idea de que es la calidad del panel la que definirá su representatividad y validez de los resultados antes que el número de expertos encuestados.

Es por esta razón que, finalmente, la creación del panel se centró en los requisitos para formar parte del panel de expertos. Acordes con la investigación y con ánimo de buscar un equilibrio entre los diferentes perfiles, se establecieron porcentajes, correspondientes a cada uno de los perfiles: 25 % para los expertos, su conocimiento teórico y los resultados de sus

investigaciones justifican ser el segundo porcentaje; 40 % para los especialistas, su experiencia práctica relacionada con el concepto requiere un mayor porcentaje de participación; 15 % para los facilitadores, se trata del porcentaje más bajo debido a que es un perfil que representa la administración educativa y sus medidas; y 20 % para los usuarios, debido a su experiencia desarrollando sus habilidades de Pensamiento Computacional se les otorga el tercer porcentaje. De esta forma, independientemente del número final de expertos del panel, siempre se respetaría una equilibrada proporción.

Tabla 7

Panel de Expertos

Nombre y Apellidos	Perfil
Azahara Casanova Piston	
Beatriz Ortega Ruipérez	
Gregorio Robles Martínez	
Hamilton Omar Pérez Narváez	
Ignacio Javier Salamanca Garay	Experto
Jesús Moreno León	
José Luis Serrano Sánchez	
José Miguel García	
Pedro Román Graván	

Forman parte del panel bajo el perfil de «expertos» los investigadores de la Tabla 7. Su idoneidad para formar parte de este grupo fue definida por dos opciones: Tesis Doctoral o un

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

mínimo de 5 publicaciones en revistas de impacto sobre Pensamiento Computacional. Este perfil quedó compuesto finalmente por 9 miembros, lo que supone el 25,7 %.

Tabla 8

Panel de Especialistas

Nombre y Apellidos	Perfil
Camilo Parra Palacio	
David Hernández García	
Francisco Martínez Sáez	
Génesis Aileen Guerrero Flores	
Iñaki Ibargoyen Vergara	
Javier Carlos Tovar García	
Javier Grisalvo Mimoso	
Joaquín Alberto Pagador Becerra	Especialista
María Calvo Fernández	
Mario Hidalgo Pulgarín	
Martín Núñez Calleja	
Remedios Fernández Lozano	
Sergio Alan Padilla Olvera	
Sergio Palay Carbone	
Sonia Barrás Nogales	

El perfil «Especialistas» del panel se conformó con los educadores y personal del mundo empresarial de la Tabla 8. Para ser considerados idóneos en este grupo, se debe estar en activo profesionalmente y llevar a cabo prácticas relacionadas con el Pensamiento Computacional. O formar parte de una empresa relacionada, en su totalidad o alguna de sus secciones, directamente con el Pensamiento Computacional; recogiendo, así, al personal de la empresa. Este perfil quedó compuesto finalmente por 15 miembros, lo que supone el 42,85 %.

Tabla 9

Panel de Facilitadores

Nombre y Apellidos	Perfil
Antonino Vara Gazapo	
Claudia García Martínez	
Francisco Javier Masero Suárez	Facilitador
Juan Moreno Polán	
Julio Carmona Cerrato	

La administración educativa queda representada en el panel, Tabla 9, al formar parte del perfil “Facilitadores”. Es necesario tener un vínculo activo con la gestión educativa, concretamente, con las ramas encargadas de fomentar e incentivar el Pensamiento Computacional en la educación. Este perfil quedó compuesto finalmente por 5 miembros lo que supone el 14,28 %.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 10

Panel de Usuarios

Nombre y Apellidos	Perfil
Ana Isabel Montero Izquierdo	
Cristina Gil Rivero	
Javier Silva Padilla	
Lidia Vega Custodio	Usuario
Miguel Mejías López	
Patricia Castellano García	

En el último perfil, «Usuarios», se encuentran estudiantes, recogidos en la Tabla 10. Para ser incluidos en este perfil, los estudiantes cumplen dos requisitos fundamentales: haber recibido una formación en Pensamiento Computacional y tener una nota destacada en la asignatura Recursos Tecnológicos Didácticos y de Investigación del Grado de Educación Primaria en la Facultad de Formación del Profesorado, de la Universidad de Extremadura. Este perfil quedó compuesto finalmente por 6 miembros, lo que supone el 17,14 %.

Con estos requisitos de calidad, se conformó el panel de expertos. Sin embargo, a medida que se establecieron las relaciones con los diferentes candidatos y candidatas, se detectó la necesidad de flexibilizar todos los porcentajes de cada uno de los perfiles. Como se puede observar en las diferentes tablas, la composición final consta de: 9 expertos (+0,7 %), 15 especialistas (+2,85 %), 5 facilitadores (-0,72 %) y 6 usuarios (-2,86%); porcentajes aceptables dentro de la flexibilidad preestablecida.

Por tanto, la muestra final se compuso de 35 miembros. Aunque se intentó equilibrar la muestra desde una perspectiva de género, se ha de destacar que el 68,5 % son hombres y un 31,5 % son mujeres. En cuanto a la internacionalidad del panel, aunque no fue un requisito inicial, se detectó que más del 15 % de los miembros tienen otra nacionalidad a la española. Se cuenta, por tanto, con miembros de Chile, España, México, República Checa y Uruguay.

7.3. Fase 3: Debatir

Una vez diseñada la investigación y establecido el panel de expertos se inicia la tercera fase del Método Delphi. El debate se lleva a cabo a través de dos iteraciones, existiendo la posibilidad de una tercera.

Las preguntas fueron diseñadas para permitir a los participantes razonar y argumentar sus respuestas libremente, de ahí que la denominación de esta primera discusión sea abierta.

A medida que se recibieron las respuestas se inició un proceso de análisis de las mismas que originó la creación de la segunda herramienta para un debate cerrado, esto es debido a que las respuestas que podían facilitar los miembros del panel están acotadas a respuestas predefinidas, que, además, tienen interdependencia entre sí mismas.

7.3.1. Herramienta para la Recogida de Datos

EUSurvey es una herramienta online para la creación, publicación y gestión de formularios públicos. Creada en 2013, es la herramienta oficial de la Comisión Europea para realizar encuestas. Debido a este hecho, alberga la agenda oficial de todos los cargos europeos a disposición de los creadores para poder incluirlos en sus respectivos cuestionarios. Asimismo, permite la creación de una agenda propia desde la cual se puede gestionar el envío de la

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

encuesta, el número de respuestas, el envío del recordatorio, las fechas de resolución y demás opciones para la gestión de los datos.

La interfaz de la herramienta está traducida a los 23 idiomas oficiales de la Unión Europea y permite la traducción de las creaciones a cualquiera de los 136 idiomas recogidos en ISO 639-1⁴⁴. Debido al carácter internacional que se pretende dar al estudio existe la posibilidad de participación de miembros del panel que no sean de habla hispana. Por ello, aprovechando la herramienta, se tradujeron los cuestionarios de ambas fases al inglés.

La presente herramienta cuenta, además, con una gran variedad de elementos para ser incluidos, desde texto llano, respuesta múltiple, elementos multimedia, casillas verificable, etc. Además, cuenta con un medidor de complejidad en base a los elementos incluidos en el cuestionario. Todos los datos son recogidos en los servidores del Departamento Digital de la Comisión Europea y están disponibles de forma gratuita para todos los ciudadanos europeos.

Una vez dominada la interfaz de *EUSurvey* se diseñó el formulario teniendo en cuenta tres partes: bienvenida, módulos y despedida. La primera parte del mismo recogía la «bienvenida» al estudio, explicando de nuevo en qué consiste, cómo se iba a desarrollar y qué opciones tenían como encuestados frente a la herramienta utilizada. En esta parte, además, se hacía una recogida de datos personales tales como nombre y apellidos y correo electrónico. Además, en la primera Fase del Estudio⁴⁵ se les permitió indicar su perfil sin darles ningún tipo de indicación al respecto; más tarde, en la Segunda Fase⁴⁶, se les indicaría qué implicaba cada

44 La serie ISO 639 es la codificación utilizada internacionalmente para identificar un idioma a nivel mundial.

45 <https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/DelphiPC>

46 https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/Delphi_PC_II

uno de los perfiles. Por último, esta parte recogía el Consentimiento Informado diseñado para el estudio.

7.3.1.1. Aspectos Éticos

Siguiendo las recomendaciones éticas para la investigación educativa, de la Asociación Británica de Investigación Educativa (2019), al comienzo del estudio se obtuvo el consentimiento informado voluntario de los miembros del panel. Para ello se redactó un documento explicativo, Anexo III, donde se informaba de los siguientes premisas:

- Bloque I: en qué consistía la investigación, cuántas fases tendría, cómo se desarrollarían las fases y cuáles serían los productos finales obtenidos.
- Bloque II: los derechos y obligaciones de los participantes. Tales como su compromiso a responder las cuestiones planteadas, empleando el tiempo que les fuera necesario o el compromiso de realizar la segunda fase.
- Bloque III: eran expuestos los compromisos de los investigadores. Tales como la confidencialidad de los datos obtenidos, garantizando el anonimato, y el deber de trasladar los resultados obtenidos de la investigación.
- Bloque IV: por último, se les reconocía el derecho como participantes a retirarse de la investigación en cualquier momento.

Este documento se incluyó en la herramienta de forma escrita como pantallazo *pop-up*, para leerlo directamente en el propio formulario, y como documento PDF descargable en sus dispositivos. Para confirmar su lectura y comprensión, los panelistas debían indicarlo en el formulario con una casilla verificable obligatoria. Este requisito se implementó en las dos

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

iteraciones de debate. Tras lo cual, el cuestionario entra en una segunda parte dividida en «módulos».

7.3.1.2. Módulo 01 – Concepto Pensamiento Computacional

Así, el primer módulo trabajaría la dimensión del Pensamiento Computacional como concepto, desde una definición del mismo hasta sus vinculaciones con acciones. Este módulo es importante para analizar una definición del concepto y las implicaciones que tiene el mismo. Este módulo responde también a la necesidad de conocer las preconcepciones que genera el término, tal y como se pudo observar en la revisión sistemática de la literatura. Esto se tradujo para la Primera Iteración de Debate en dos únicas preguntas:

PI.1. ¿Qué es para usted el “Pensamiento Computacional”?

PI.2. Identifique, al menos, tres ideas o conceptos que considere que están vinculados estrechamente con su visión del "Pensamiento Computacional" y justifíquelo.

Para la Segunda Iteración de Debate, tras el análisis de las respuestas obtenidas, este módulo contuvo, de nuevo, dos preguntas concretas:

PII.1. Clasifique las siguientes ideas en torno al concepto de Pensamiento Computacional. Más preferida (1) Menos preferida (9).

PII.2 Jerarquice las siguientes acciones en función de su relación con el Pensamiento Computacional. Mayor relación (1) Menor relación (15).

7.3.1.3. Módulo 02 – Impacto del Pensamiento Computacional

El siguiente módulo trabaja la dimensión de la repercusión del Pensamiento Computacional en las personas y en la formación de las mismas para el siglo XXI. Desarrollo de Competencias Básicas, habilidades, actitudes y motivaciones. La importancia del presente módulo radica en la predicción de si el Pensamiento Computacional debe estar presente en la Educación del Siglo XXI. Para ello en la Primera Iteración de la investigación se realizaron dos preguntas:

PI.3. ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes considera que el "Pensamiento Computacional" puede desarrollar en las personas?

PI.4. ¿Cuál cree que es la relevancia del "Pensamiento Computacional" para la formación en competencias del estudiante del siglo XXI?

Mientras que, en la Segunda Iteración de la Investigación, teniendo en cuenta el análisis de las respuestas obtenidas, se establecieron las siguientes:

PII.3. Ordene las siguientes competencias en función de su relevancia respecto al Pensamiento Computacional. Mayor relevancia (1) Menor relevancia (5).

PII.4. Ordene las siguientes habilidades básicas en función de su importancia para el Pensamiento Computacional. Mayor importancia (1) Menor importancia (6).

PII.5. Ordene las siguientes habilidades de pensamiento en función de su relevancia para el Pensamiento Computacional. Mayor relevancia (1) Menor relevancia (8).

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

PII.6. Ordene las siguientes habilidades transversales en función de su vinculación con el Pensamiento Computacional. Mayor vinculación (1) Menor vinculación (12).

PII.7. Jerarquiza las siguientes motivaciones que justifican la puesta en práctica del Pensamiento Computacional. Más relevante (1) Menor relevancia (6).

7.3.1.4. Módulo 03 – Currículum y Pensamiento Computacional

Siguiendo la lógica de los módulos, la siguiente dimensión a trabajar sería el Currículum o, dicho de otra forma, cómo se debe implementar el Pensamiento Computacional pedagógicamente. En este apartado los panelistas debatirán en torno a la introducción del Pensamiento Computacional desde una perspectiva educativa. Para ello, se diseñaron cuatro preguntas abiertas para la Primera Iteración de la Investigación:

PI.5. ¿Cómo cree que se debería enseñar y aprender "Pensamiento Computacional"?

PI.6. ¿Qué recursos (herramientas, aplicaciones, materiales) considera que son los más adecuados para enseñar y aprender "Pensamiento Computacional"?

PI.7. ¿Cree que debería incluirse el "Pensamiento Computacional" en el currículo oficial de la educación obligatoria (Primaria y ESO)? ¿Por qué?

PI.8. ¿Qué implicaciones cree que tendría la introducción del "Pensamiento Computacional" en el sistema educativo?

Una vez analizadas las respuestas y obtenidos los resultados, estos se tradujeron en las siguientes preguntas para la Segunda Iteración de la Investigación:

PII.8. Secuencie las siguientes estrategias educativas para un aprendizaje idóneo del Pensamiento Computacional. Paso inicial (1) Paso final (6).

PII.9. Jerarquice diferentes modalidades de introducción del Pensamiento Computacional en la educación. Más preferida (1) Menos preferida (4).

7.3.1.5. Módulo 04 – Formación del profesorado y Pensamiento Computacional

La última dimensión sobre la que debían debatir fue la formación del profesorado ante el Pensamiento Computacional. Esta formación abarca tanto la inicial de todo docente como la continua en su vida laboral como profesional activo. Esto se verbalizó a través de las siguientes cuestiones en la Primera Iteración de la Investigación:

PI.9. ¿Qué barreras, limitaciones o amenazas considera más probables en la formación del profesorado sobre "Pensamiento Computacional"?

PI.10. ¿Considera que el "Pensamiento Computacional" debería ser un componente de la Competencia Digital Docente? Argumente su respuesta.

PI.11. ¿Cuáles son las condiciones de calidad que deberían darse en la formación del profesorado sobre "Pensamiento Computacional"?

La Segunda Iteración del Estudio, tras el análisis de las respuestas obtenidas en este módulo, de nuevo, se verbalizó en cuatro preguntas concretas:

PII.10. Ordene las siguientes amenazas que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo. Mayor amenaza (1) Menor amenaza (4).

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- PII.11. Valore las siguientes barreras que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo. Mayor dificultad (1) Menor dificultad (5).
- PII.12. Jerarquice las siguientes limitaciones que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo. Mayor limitación (1) Menor limitación (8).
- PII.13. Clasifique las siguientes condiciones previas a la introducción del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo. Mayor importancia (1) Menor importancia (5).

7.3.1.6. Módulo 05 – Experiencias y referentes sobre Pensamiento Computacional

Este último módulo únicamente está presente en la Primera Iteración de la Investigación, dado que se utilizó para conocer aquellas experiencias y referentes vinculadas al Pensamiento Computacional de los panelistas. Esta acción se realizó con el objetivo de confirmar aquellas prácticas más importantes en el entorno del Pensamiento Computacional y conocer aquellas no tan comunes o con menor repercusión en dicho contexto. La traducción en forma de preguntas de dichas pretensiones fueron:

- PI.12. Describa una o más experiencias educativas de ámbito regional, nacional o internacional sobre "Pensamiento Computacional" que considere muy destacadas (incluya, en su caso, direcciones web).
- PI.13. Identifique personas, grupos, asociaciones, organismos o instituciones que destaquen por su labor educativa con relación al "Pensamiento Computacional".

Así, se llega a la tercera y última parte del cuestionario denominada «despedida», donde se agradecía la participación realizada, se recordaba que podían descargar sus respuestas en un documento y que se mantendría el contacto con ánimo de continuar en la Segunda Iteración o una Tercera en caso de ser necesaria.

Aunque ambos cuestionarios tenían la misma estructura y un volumen de preguntas similar, el grado de dificultad establecido por *EUSurvey* fue de «*low*» para el primer cuestionario y de «*high*» para el segundo. Sin embargo, un análisis de las preguntas muestra un grado de dificultad similar en ambas ocasiones, pues la herramienta no puede entrar a valorar la dificultad de las reflexiones solicitadas en el primer cuestionario; que, si bien eran preguntas de texto libre, requerían una profundidad cognitiva mayor que las preguntas de la Segunda Fase de la Investigación.

7.3.2. Análisis de Datos

Las respuestas obtenidas en las diferentes iteraciones serán analizadas de formas diferentes: para el índice de competencia experta se realizará un estudio cuantitativo, para las respuestas recogidas en la primera iteración del debate se aplicará una metodología cualitativa y, finalmente, para las respuestas de la segunda iteración se seguirá una metodología cuantitativa.

El Índice de Competencia Experta (K) será utilizado para obtener el «valor de competencia experta» del panel (Cabrero Almenara & Barroso Osuna, 2013; Cabrero Almenara & Infante Moro, 2014; López-Gómez, 2017). Para calcular K se seguirá la siguiente fórmula: $K = ((K_c + K_a) \times 0,1) \times 0,5$, donde K_a es el Coeficiente de argumentación o autoevaluación de cada

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

experto y K_c es el Coeficiente de argumentación o criterio inicial otorgado al mismo. Un resultado igual o superior a 0,8 puntos será considerado un valor relativo alto.

En la primera iteración de debate se utilizará el software *NVivo 12* para realizar un «análisis intermedio» de las respuestas de los expertos. Una lectura en profundidad permitirá examinar todos los datos obtenidos, buscar los modelos que se repiten y volver a fijar nuevos objetivos (MacMillan & Schumacher, 2012). Todo ello, a través de una codificación, segmentación y agrupación en base a temas, categorizando cada una de las preguntas en nodos y subnodos. Esto permitirá establecer el grado de consenso alcanzado o las preguntas necesarias para alcanzarlo en la segunda iteración.

El análisis cuantitativo de las respuestas del segundo debate se realiza bajo la «estadística descriptiva», con ánimo de resumir y organizar los datos en grupos de interés (MacMillan & Schumacher, 2012). Para este proceso se utilizará un *software* libre denominado *JASP*. Contando con el apoyo institucional de la Universidad de Amsterdam, esta herramienta dispone de una interfaz muy intuitiva que facilita los procedimientos estadísticos necesarios: la distribución de frecuencia y el valor medio ponderado.

Capítulo 8. Resultados

Finalizada la recogida de datos se procede a evidenciar los resultados obtenidos de las dos iteraciones. Inicialmente se analizará el «Índice de Competencia Experta» para garantizar que los resultados obtenidos contarán con la calidad necesaria. A continuación, se analizarán los datos cualitativos obtenidos de la primera iteración, para finalizar la exposición de resultados cuantitativos obtenidos en la segunda iteración.

8.1. Índice de Competencia Experta

El panel de expertos ha sido seleccionado en base a unos criterios que garantizan la calidad del mismo. “Así, los antecedentes del experto como la formación recibida, la investigación desarrollada y la experiencia profesional avalan la calidad del colectivo de expertos que conforman el panel.” (López-Gómez, 2017, p. 24). Sin embargo, para asegurar la competitividad de las personas que forman el panel se utilizó la técnica de la autovaloración del grado de conocimiento que los miembros tienen.

Se estableció una equivalencia entre perfiles y puntuación, con ánimo de poder aplicar la fórmula preestablecida. Así, el perfil «experto» corresponde con, la máxima puntuación, un 10; el perfil «facilitador» corresponde con un 8; el perfil «especialista» corresponde con un 7; y el perfil «usuario» corresponde con un 6. Asignados los valores para Kc y Ka se procedió a calcular los valores K de cada miembro del panel. Por último, se genera el índice de competencia experta del panel (KP) realizando la media aritmética de todos los resultados obtenidos.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 11

Índice de Competencia Experta del Panel en la primera iteración

Cod	Kc	Ka	K1	Cod	Kc	Ka	K1
D01	Experto	Experto	1	D19	Especialista	Experto	0,9
D02	Experto	Especialista	0,9	D20	Especialista	Facilitador	0,8
D03	Experto	Experto	1	D21	Especialista	Experto	0,9
D04	Experto	Experto	1	D22	Especialista	Facilitador	0,8
D05	Experto	Experto	1	D23	Especialista	Especialista	0,7
D06	Experto	Especialista	0,9	D24	Especialista	Especialista	0,7
D07	Experto	Experto	1	D25	Facilitador	Facilitador	0,8
D08	Experto	Especialista	0,9	D26	Facilitador	Facilitador	0,8
D09	Experto	Experto	1	D27	Facilitador	Facilitador	0,8
D10	Especialista	Usuario	0,7	D28	Facilitador	Experto	0,9
D11	Especialista	Usuario	0,7	D29	Facilitador	Especialista	0,8
D12	Especialista	Usuario	0,7	D30	Usuario	Usuario	0,6
D13	Especialista	Especialista	0,7	D31	Usuario	Usuario	0,6
D14	Especialista	Especialista	0,7	D32	Usuario	Usuario	0,6
D15	Especialista	Usuario	0,7	D33	Usuario	Usuario	0,6
D16	Especialista	Experto	0,9	D34	Usuario	Facilitador	0,7
D17	Especialista	Facilitador	0,8	D35	Usuario	Usuario	0,6
D18	Especialista	Especialista	0,7	KP1 = 0,8			

Tabla 12

Índice de Competencia Experta del Panel en la segunda iteración

Cod	Kc	Ka	K2	Cod	Kc	Ka	K2
D01	Experto	Experto	1	D19	Especialista	Experto	0,7
D02	Experto	Especialista	0,9	D20	Especialista	Usuario	0,7
D03	Experto	Experto	1	D21	Especialista	Especialista	0,7
D04	Experto	Experto	1	D22	Especialista	Especialista	0,7
D05	Experto	Experto	1	D23	Especialista	Facilitador	0,8
D07	Experto	Experto	1	D24	Especialista	Especialista	0,9
D08	Experto	Experto	1	D26	Facilitador	Facilitador	0,8
D09	Experto	Experto	1	D27	Facilitador	Facilitador	0,8
D10	Especialista	Usuario	0,7	D28	Facilitador	Experto	0,9
D11	Especialista	Experto	0,9	D29	Facilitador	Especialista	0,8
D12	Especialista	Experto	0,9	D30	Usuario	Usuario	0,6
D13	Especialista	Especialista	0,8	D31	Usuario	Usuario	0,6
D14	Especialista	Facilitador	0,8	D32	Usuario	Usuario	0,6
D15	Especialista	Usuario	0,7	D33	Usuario	Usuario	0,6
D16	Especialista	Especialista	0,7	D34	Usuario	Usuario	0,6
D17	Especialista	Usuario	0,7	D35	Usuario	Usuario	0,6
D18	Especialista	Especialista	0,7			K2 = 0,8	

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

En la primera iteración, concretamente en el debate abierto, se incluyó en la herramienta la opción para que los participantes indicaran su grado de competencia. Sin embargo, no se les explicó el significado real de las cuatro opciones: «experto», «especialista», «facilitador» y «usuario». Así, con la libertad de interpretación se calculó el Índice de Competencia Experta del panel (KP1). Si bien se considera un valor alto a partir del 0,8 en esta primera iteración K1 es igual a 0,8, como se puede observar en la Tabla 11. Se deduce así que el panel posee alta calidad.

Iniciada la segunda iteración, en la herramienta se incluyó el significado e implicación de cada uno de los perfiles. De esta forma los miembros del panel podrían indicar su nivel de competencia de una forma más aproximada a como habían sido evaluados inicialmente. Como se puede observar en la Tabla 12 la mayoría de las autoevaluaciones permanecen igual, un valor residual baja su autoevaluación y, de igual forma, mejora la percepción de algunos de los miembros del panel. De esta forma, KP2 es igual, de nuevo, a 0,8 lo que define el resultado como una valoración alta de la calidad del panel.

Aún así sorprende cómo algunos miembros del panel infravaloran sus conocimientos por debajo de la realidad. Un ejemplo de ello se trata del miembro D06 que tiene más de diez artículos en los últimos cuatro años y tres proyectos, todo ellos sobre Pensamiento Computacional. Aún así, en ambas ocasiones no se consideró así mismo como experto. La misma situación se da con el miembro D17 que aún llevando el Pensamiento Computacional al aula, trabajarlo desde varias perspectivas y tener varios años de experiencia en ello se considera así mismo un usuario. Y es que la humildad no es un factor que se tenga en cuenta al usar esta técnica.

8.2. Primera Iteración – Debate Abierto

Preparada la herramienta para recoger los datos de la primera iteración se contactó con los 35 miembros del panel (N) para facilitarles la encuesta digital. Un proceso de debate que tuvo una duración dos meses, tal y como recoge la Tabla 13; obteniendo 35 respuestas.

Tabla 13

Índice de respuesta en la primera iteración

	Primera Iteración
Período	10/03/2021 a 10/05/2021
Muestra	35
Índice de respuesta	100,00 %

8.2.1. ¿Qué es para usted el “Pensamiento Computacional”?

El concepto de Pensamiento Computacional suele variar dependiendo de la idea o constructo que posee el individuo. Se ha podido observar cómo entre los propios expertos no suelen ponerse de acuerdo. Por todo ello, el punto de partida no podía ser otro que ver qué concepto de Pensamiento Computacional tenían los miembros del panel. De las 35 respuestas obtenidas se pudo apreciar que no todos partían de la misma definición.

Las ideas giraban en torno a tres áreas bien diferenciadas: matemáticas, habilidades del siglo XXI y tecnología. Sin embargo, no existía un consenso suficiente y es por ello que se incluyó la siguiente pregunta en el Debate Cerrado: PII.1. Clasifique las siguientes ideas en torno al concepto de Pensamiento Computacional. Más preferida (1) Menos preferida (9). Para la cual

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

se establecieron las siguientes opciones, extraídas de las respuestas ofrecidas por los propios panelistas:

Conjunto de procesos cognitivos que permiten estudiar problemas para la búsqueda de soluciones que puedan ser automatizadas por una máquina o un humano. (D02)

Es el pensamiento secuencial y lógico conectando variables y parámetros de un problema para encontrar una solución de manera sistemática y abierta. (D18)

Es el proceso por el que una persona es capaz de "extrapolar" los conocimientos y habilidades propias de la informática o la computación y aplicarlos a otros problemas y otras facetas de la vida cotidiana. (D08)

Es la capacidad de formular y representar problemas para resolverlos. (D03)

Es una forma de pensar basada en la estructura del pensamiento y las ideas, logrando que se sucedan de forma ordenada para la consecución de un fin. (D16)

Es una forma de resolución de problemas /proyectos basado en la descomposición del problema general en pequeños problemas más simples que una vez resueltos facilitan la resolución compleja del problema final. (D29)

Es una habilidad para el siglo XXI, perteneciente a la dimensión cognitiva del sujeto que se caracteriza por la capacidad de resolución de problemas. (D05)

No aprendas a programar, aprende a pensar. (D25)

Son las habilidades que se tienen para llegar a la resolución de los distintos problemas que nos podamos encontrar. Es la forma de pensar y ordenar el pensamiento para resolver problemas de una manera eficiente. (D14)

8.2.2. Identifique, al menos tres, ideas o conceptos que considere que están vinculados estrechamente con su visión del "Pensamiento Computacional" y justifíquelo.

Con ánimo de establecer una relación entre ideas o conceptos comunes que mantienen una vinculación directa con el Pensamiento Computacional se estableció la presente pregunta. Si bien las áreas de matemáticas y habilidades del siglo XXI se mantuvieron la tecnología desaparecía del debate. Sin embargo, de los 121 elementos recogidos en sus respuestas existía demasiada variedad para establecer un consenso. Asimismo, no todas podían tener el mismo grado de relación, por ende se incluyó la siguiente pregunta: PII.2 Jerarquice las siguientes acciones en función de su relación con el Pensamiento Computacional. Mayor relación (1) Menor relación (15). Los 15 elementos, seleccionados de entre los más repetidos entre las respuesta, son:

- Aplicar la lógica
- Aprender
- Colaborar
- Crear
- Descomponer un problema
- Generalizar
- Identificar errores
- Innovar
- Mostrar curiosidad
- Motivar
- Organizar
- Pensar de manera crítica
- Producir
- Representar
- Ser divergente

8.2.3. ¿Qué conocimientos, habilidades y actitudes considera que el "Pensamiento Computacional" puede desarrollar en las personas?

Establecer qué aporta en nuestra persona el concepto es imperativo a la hora de desarrollar el Pensamiento Computacional. No sólo por saber cómo evaluar su adquisición, sino para poder abordarlo desde la perspectiva correcta a la hora de introducirlo. De entre las 35 respuestas se categorizaron tres elementos vinculados directamente a la pregunta: «actitudes», «conocimientos» y «habilidades». Sin embargo, se detectó también la presencia de «competencias básicas», generando una nueva categoría.

Tabla 14

Resultados de la categorización de las respuestas a la cuestión PI.3.

Categoría	Detectadas
Actitudes	16
Competencias	5
Conocimientos	11
Habilidades	32
Total	64

Ante la diversidad de elementos aportados, como se puede observar en la Tabla 14, aún con la categorización de los mismos, se procedió a dirigir el debate hacia cuatro cuestiones concretas: «competencias», «habilidades básicas», «habilidades de pensamiento» y «habilidades transversales». De nuevo, no existía un consenso suficientemente amplio por lo que se establecieron cuatro preguntas en el Debate Cerrado:

PII.3. Ordene las siguientes competencias en función de su relevancia respecto al Pensamiento Computacional. Mayor relevancia (1) Menor relevancia (5).

Aprender a Aprender

Competencia Digital

Competencia en el conocimiento y la iteración con el medio físico

Competencia en la autonomía e iniciativa personal

Competencia social y ciudadana

PII.4. Ordene las siguientes habilidades básicas en función de su importancia para el Pensamiento Computacional. Mayor importancia (1) Menor importancia (6).

Abstracción (Simplificar un concepto)

Algoritmización (Secuencia lógica de acciones hacia el resultado)

Descomposición (Dividir en partes más simples)

Evaluación (Recopilación de datos y análisis de los mismos)

Generalización (Identificar patrones comunes y extrapolarlos)

Resiliencia (Capacidad para adaptarse a situaciones adversas)

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

PII.5. Ordene las siguientes habilidades de pensamiento en función de su relevancia para el Pensamiento Computacional. Mayor relevancia (1) Menor relevancia (8).

Pensamiento Convergente	Pensamiento Lateral
Pensamiento Creativo	Pensamiento Lógico
Pensamiento Crítico	Pensamiento Metacognitivo
Pensamiento Iterativo	Pensamiento Visual

PII.6. Ordene las siguientes habilidades transversales en función de su vinculación con el Pensamiento Computacional. Mayor vinculación (1) Menor vinculación (12).

Autocrítica	Liderazgo
Comunicación	Organización
Creatividad	Persistencia
Empoderamiento	Predicción
Evaluación	Trabajo en Equipo
Gestión de emociones	Entender el error como parte del proceso de aprendizaje

Así, fueron traducidas tres de las cuatro categorías detectadas. Sin embargo, la categoría del «conocimiento» no fue incluida. Esto es debido a la existencia de un consenso generalizado en torno a la idea de ser un elemento variable en base al área o temática desde la que se desarrollo el Pensamiento Computacional.

[...] dependerán del contenido del problema a resolver o tarea a desarrollar. Si, por ejemplo, se trabaja en la creación de un programa informático, que es el contenido más habitual para trabajar el pensamiento computacional, el conocimiento desarrollado serán los elementos básicos de programación (instrucciones de control, variables, bucles) a través del estudio de funcionalidades del programa, la estructuración en diagramas de flujo y la depuración. (D01)

8.2.4. ¿Cuál cree que es la relevancia del "Pensamiento Computacional" para la formación en competencias del estudiante del siglo XXI?

Una vez establecidas las ideas conceptuales sobre el Pensamiento Computacional y analizado el impacto del mismo sobre el individuo, era necesario saber cuál era la relevancia de ese impacto. De las 34 respuestas válidas recogidas se establecieron 57 referencias sobre la relevancia del Pensamiento Computacional en el desarrollo del individuo.

Aunque las 57 referencias fueron agrupadas bajo seis únicas respuestas, no se disponía de la relevancia concreta que el panel les otorgaría. Por tanto, no existiendo consenso entre los panelistas se decidió incluir la siguiente pregunta en el debate cerrado: PII.7. Jerarquiza las siguientes motivaciones que justifican la puesta en práctica del Pensamiento Computacional. Más relevante (1) Menor relevancia (6). De ahí, se establecieron seis respuestas, que giraban en torno a las respuestas más repetidas entre los panelistas:

Aumento de la motivación del estudiante.

Desarrollo de las Competencias Clave.

Desarrollo integral del estudiante como persona.

El alto nivel de tecnología que nos rodea actualmente y en el futuro.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Entender cómo funciona la tecnología que rodea al estudiante.

Saber hacer frente a las problemáticas sociales y laborales del siglo XXI.

8.2.5. ¿Cómo cree que se debería enseñar y aprender "Pensamiento Computacional"?

Y, así, se da paso al módulo 03 para tratar el Currículo y el Pensamiento Computacional. Con esta primera pregunta se buscaba el debate sobre cómo se debería enseñar y aprender el Pensamiento Computacional. Las 35 respuestas fueron categorizadas bajo tres perspectivas: «metodología», «organización» y «recursos».

De los 35 miembros del panel, 25 hicieron hincapié en la «metodología» obteniendo un total de 39 referencias. Sin embargo, aunque el número parezca elevado existe un alto consenso en torno a la idea de una metodología activa, basada en la resolución de problemas complejos donde el docente es un guía durante el proceso de aprendizaje.

Como una estrategia de resolución de problemas complejos. Es decir, se debería enseñar de forma explícita a los alumnos al resolver un problema. (D01)

Creo que más que enseñar lo que hay que hacer es guiar, dejando que cada uno elija el camino que crea oportuno, compartir los resultados y volver a repetir el reto con pautas del "pensamiento computacional", para que uno mismo valore y se de cuenta de las grandes mejoras que se obtienen al aplicarlo. (D14)

Un aprendizaje significativo con metodologías activas. (D17)

Un Aprendizaje Basado en Problemas, con el que consigan buscar soluciones al problema planteado. Por parte del docente que será el guía-orientador, planteará el problema principal y las pautas a seguir al alumnado, quien deberá de ir indagando sobre dicho problema. (D22)

Un hecho similar ocurre con la «organización», donde más de la mitad de los miembros inciden en la necesidad de comenzar «cuanto antes». Concretamente el 90% de los panelistas coincide en que debería empezar el desarrollo del Pensamiento Computacional en la primera infancia o Educación Infantil.

Creo que debería integrarse desde los niveles más básicos de la educación infantil, pasando por la educación primaria, la educación secundaria obligatoria e incluso el bachillerato. (D04)

Creo que se debería enseñar progresivamente desde las estacas [sic] más bajas con conceptos más tangibles y teniendo en cuenta los niveles y habilidades de los niños en cada etapa. (D30)

Sin embargo, en cuanto a los recursos a usar para el desarrollo del Pensamiento Computacional no existe un consenso claro. Comenzando porque únicamente 12 miembros del panel hizo hincapié en esta parte. Obteniendo 14 referencias muy dispares entre ellas. Es por esta razón que se añadió la siguiente pregunta al Debate Cerrado: PII.8. Secuencie las siguientes estrategias educativas para un aprendizaje idóneo del Pensamiento Computacional. Paso inicial (1) Paso final (6). Las seis opciones posibles nacen de las respuestas más repetidas entre las respuestas:

Hardware Programación Direccional (p.ej.: *Beebot*).

Hardware Programación Visual (p.ej.: *LEGO Mindstorms*).

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Materiales tangibles de Programación Direccional (p.ej.: *Cody Roby*).

Materiales tangibles de Programación Visual (p.ej.: Moon).

Software Programación Visual (p.ej.: *Scratch*).

Software Programación Visual Guiado (p.ej.: *Code.org*).

8.2.6. ¿Qué recursos (herramientas, aplicaciones, materiales) considera que son los más adecuados para enseñar y aprender "Pensamiento Computacional"?

Existe un debate abierto sobre qué materiales, aplicaciones o recursos educativos desarrollan mejor el Pensamiento Computacional. Con esta pregunta se pretendía trasladar a nuestro panel dicho debate. Más de 150 referencias son recogidas en el debate, la gran mayoría son conocidas por todas aquellas personas que tienen una conexión con el término, exceptuando los que se pueden observar en el Anexo VII. Así, se puede encontrar juegos de mesa, robótica, programación visual, herramientas; un total de 37 recursos a tener en cuenta como herramientas para desarrollar el Pensamiento Computacional.

Sin embargo, el consenso no es alcanzado con la importancia de los recursos, sino que lo alcanzan con su utilización. Dado que independientemente del recurso que se utilice en la práctica educativa, *unplugged* o *plugged*, el foco debe estar siempre en “la resolución de un problema complejo” (D01).

8.2.7. ¿Cree que debería incluirse el "Pensamiento Computacional" en el currículo oficial de la educación obligatoria (Primaria y ESO)? ¿Por qué?

Un 83% de los miembros del panel afirma que sí, mientras que tan sólo un 17% cree que no. El consenso es evidente. Sin embargo, es interesante analizar las razones para su no inclusión, dado que estas giran alrededor de una incorrecta introducción del Pensamiento Computacional en el aula.

No. Si se incluye, debe supeditarse a una competencia relacionada con la resolución de problemas y las posibles estrategias para abordar problemas complejos. (D01)

No. Como asignatura específica no. Sería como parte de una metodología de aprendizaje. (D08)

La primera duda que tengo es si el PC debe ser una materia a impartir, una competencia a alcanzar o un tipo más de pensamiento a trabajar en el sistema educativo de forma transversal desde todas las áreas como son el pensamiento deductivo, analítico, crítico, divergente, etc. Incluirse en el currículo si podría incluirse (no tengo opinión y conocimientos acerca del PC lo suficientemente formados como para afirmar que "debería incluirse"). Otra cuestión es cómo y aquí no tampoco tengo una opinión clara al respecto por lo que he mencionado anteriormente, hay materias-áreas de conocimiento que creo deberían impartirse de forma transversal y no como materia-área curricular específica. (D15)

Por tanto, el debate fue redirigido, en la segunda iteración, a cómo debería introducirse a través de la siguiente pregunta: PII.9. Jerarquice diferentes modalidades de introducción del Pensamiento Computacional en la educación. Más preferida (1) Menos preferida (4). Las cuatro posibles respuestas ven su origen en la identificación de modalidades en las respuestas anteriores:

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Como talleres o actividades complementarios (en horario escolar y organizados por el/la docente).

Como talleres o aulas extra-escolares (fuera del horario escolar y bajo demanda).

De forma transversal trabajando en varias asignaturas.

Una asignatura específica.

8.2.8. ¿Qué implicaciones cree que tendría la introducción del "Pensamiento Computacional" en el sistema educativo?

De las 35 respuestas recogidas en el Debate Abierto el 68,6 % afirman que el Pensamiento Computacional tendría unas implicaciones positivas en el sistema educativo. Mientras que un 11,4 % se posiciona en una perspectiva negativa, dejando un 20 % en un estado neutro. Los razonamientos para llegar a una conclusión positiva son variados, aunque se pueden agrupar en torno a tres temas: habilidades del siglo XXI, aprendizaje más allá de las aulas y cambio metodológico.

Mejorará de forma satisfactoria el aprendizaje significativo del alumnado. No solo adquirirá nuevas herramientas tecnológicas sino que comprenderá el comportamiento humano a través de la resolución de actividades de programación (directa o a través de plataformas de bloques, etc.). Además será capaz de abstraer los procesos y las soluciones a su vida diaria. (D08)

Creo que principalmente podría influir en la manera de trabajar, caminando más en la línea del cómo hacer las cosas y no en el resultado final. (D11)

Considero que se entregarían ciudadanos más preparados para hacer frente a las nuevas demandas laborales, principalmente a empleos que muy probablemente ni siquiera existen aún. (D19)

Sin embargo, aunque pocos, el argumentario que posiciona a varios miembros en una conclusión negativa se basa en la falta de una correcta formación del profesorado, en la reticencia al cambio y en las controversias que generan los diferentes ritmos de actualización.

8.2.9. ¿Qué barreras, limitaciones o amenazas considera más probables en la formación del profesorado sobre "Pensamiento Computacional"?

Aunque a lo largo de las diferentes preguntas varias respuestas están relacionadas con esta pregunta, se pretendía verbalizar esas dificultades que se encuentran en la formación del profesorado. Así, las 35 respuestas fueron categorizadas en cuatro elementos: «amenazas», «barreras», «limitaciones» y «otras dificultades».

Tabla 15

Resultados de la categorización de las respuestas a la cuestión PI.9.

Categoría	Detectadas
Amenazas	13
Barreras	25
Limitaciones	18
Otras	8
Total	64

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Ante el alto número de referencias encontradas y no existiendo un consenso generalizado, como en ocasiones anteriores, se formularon tres preguntas para el Debate Cerrado concernientes a las «amenazas», «barreras» y «limitaciones», de mayor a menor importancia. Cuyas posibilidades de respuesta han sido extraídas de las respuestas más repetidas por los miembros del panel.

PII.10. Ordene las siguientes amenazas que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo. Mayor amenaza (1) Menor amenaza (4).

Considerar el Pensamiento Computacional como una moda educativa efímera.

Influir sobre el uso de herramientas para el Pensamiento Computacional en el aula por parte de agentes externos.

Pensar que Pensamiento Computacional e Informática son lo mismo.

Percibir el efecto "nativo digital" en los estudiantes y disminuir la confianza del docente en su Competencia Digital.

PII.11. Valore las siguientes barreras que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo. Mayor dificultad (1) Menor dificultad (5).

El nivel de motivación de los docentes.

La disparidad de necesidades en los diferentes niveles educativos.

La edad de los docentes.

La escasez de resultados prácticos en la investigación educativa sobre el Pensamiento Computacional.

La inseguridad de los docentes ante la innovación.

PII.12. Jerarquice las siguientes limitaciones que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo. Mayor limitación (1) Menor limitación (8).

El nivel de apoyo de la administración.

La capacidad de flexibilidad del currículum.

La escasez de difusión de experiencias educativas.

La falta de tiempo.

La formación inicial del profesorado en Pensamiento Computacional.

La insuficiente calidad de los formadores.

La necesidad de dotación tecnológica.

Los procesos burocráticos del sistema educativo.

Sin olvidar, por supuesto, las otras dificultades extraídas:

[...] la necesidad de una vía educativa diferente (D16)

[...] la necesidad del paso del tiempo para obtener una masa crítica suficiente (D07)

[...] la necesidad de más ejemplos de calidad de buenas prácticas (D17).

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Que se traducen en las dificultades que impone el sistema actualmente, la relativa juventud de estas prácticas en nuestros contextos educativos y la poca difusión y notoriedad que adquieren quienes abren camino.

8.2.10. ¿Considera que el "Pensamiento Computacional" debería ser un componente de la Competencia Digital Docente? Argumente su respuesta.

Un 94,3% del panel afirma que sí debería ser parte de la Competencia Digital Docente, por tanto, existe un consenso muy elevado en este debate. Y es que el argumentario se basa en la quinta área de la competencia: Resolución de problemas. En la cual se recoge la resolución de problemas conceptuales y técnicos y la toma de decisiones informada (INTEF, 2017). Es, por tanto, el lugar idóneo para alojar el Pensamiento Computacional según los miembros del panel.

Únicamente dos miembros del panel muestran sus reticencias a la inclusión del Pensamiento Computacional bajo dos razonamientos muy dispares. Por un lado D02 defiende la idea de que la Competencia Digital Docente ya es lo suficientemente compleja como para hacerla más inclusiva. Por otro, para D27 la Competencia Digital Docente debe ser transversal como debería ser el Pensamiento Computacional, el cual también se puede desarrollar sin el apartado digital.

8.2.11. ¿Cuáles son las condiciones de calidad que deberían darse en la formación del profesorado sobre "Pensamiento Computacional"?

Una vez el debate ha pasado por las posibles dificultades que presentaría para el profesorado la inclusión del Pensamiento Computacional y dónde podría encajar este, era

necesario un último debate sobre cuáles creían que serían las condiciones de calidad mínimas que deberían tenerse.

Tabla 16

Resultados de la categorización de las respuestas a la cuestión PI.11.

Categoría	Detectadas
Administración	7
Estrategia	1
Formación	26
Metodología	16
Organización	3
Recursos	9
Total	62

Como se puede observar en la Tabla 16, las respuestas atienden a una variedad de razones que evita un posible consenso en torno a cuáles deberían ser las condiciones de calidad. Es por ello que se incluyó una última pregunta, en el Debate Cerrado, con ánimo de buscar el consenso: PII.13. Clasifique las siguientes condiciones previas a la introducción del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo. Mayor importancia (1) Menor importancia (5). Cuyas posibles respuestas se establecieron no sólo entre las más repetidas, si no atendiendo a las categorías:

Acceso a infraestructuras y recursos.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Apoyo de la Administración Educativa.

Cambios en la metodología docente.

Disminución de la ratio profesor-alumno.

Formación Docente específica en Pensamiento Computacional.

8.2.12. Describa una o más experiencias educativas de ámbito regional, nacional o internacional sobre "Pensamiento Computacional" que considere muy destacadas (incluya, en su caso, direcciones web).

Las experiencias educativas son el resultado de llevar la teoría a la práctica. Es el cometido que tiene la investigación, poder cambia la práctica educativa buscando la mejora de la misma. Sin embargo, muchas de esas experiencias, aún siendo destacadas, no reciben la publicidad necesaria para impactar en la comunidad educativa.

Por ello, se aprovechó la oportunidad para preguntar al panel sobre el conocimiento que posee sobre experiencias educativas concretas. Así, durante el trascurso del debate se detectaron 84 referencias que los expertos consideraron importante resaltar. Sin embargo, estrictamente relacionadas con la pregunta encontramos 6 propuestas.

Tabla 17

Resultados de la categorización de las respuestas a la cuestión PI.12.

Categoría	Detectadas
Experiencias	6
Herramientas	22
Instituciones	17
Personas	3
Proyectos	31
Publicaciones	5
Total	84

El miembro del panel D31 propone la experiencia educativa llevada a cabo por Noelia Cebrián en el colegio La Purísima, para niños sordos de Zaragoza, donde introduce la robótica y la programación para desarrollar el Pensamiento Computacional. Aunque lo que más resalta desde su experiencia es el incremento en las ganas de comunicarse de los discentes.

La práctica educativa denominada Hornos Solares⁴⁷ se llevó a cabo en la Escuela 339 de Montevideo (Uruguay). Propuesta por el miembro D21, esta experiencia tuvo una duración de 5 meses durante los cuales construyeron un horno casero, con sus bosquejos, trabajando la conductividad, haciendo simulaciones con las temperaturas. El proceso fue fundamental en el aprendizaje, consultado, por ejemplo, a diferentes expertos.

⁴⁷ <https://bit.ly/3PQnEMS>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Los elementos categorizados de la Tabla 17, «herramientas» y «proyectos», se recogieron junto al resto de recursos que se detectaron durante ambas iteraciones. Se puede acceder a todos ellos en el Anexo VII.

8.2.13. Identifique personas, grupos, asociaciones, organismos o instituciones que destaquen por su labor educativa con relación al "Pensamiento Computacional".

El Pensamiento Computacional ha creado un mundo a su alrededor lleno de personas que lo trabajan o lo desarrollan en otras. En esta última parte del debate, se recogieron aquellas personas que destacan entre las fronteras del concepto. Así, los expertos destacaron un total de 93 referencias recogidas en 6 categorías.

Tabla 18

Resultados de la categorización de las respuestas a la cuestión PI.13.

Categoría	Detectadas
Empresas	5
Grupos de Investigación	3
Herramientas	11
Instituciones	29
Personas	22
Proyectos	23
Total	93

Se registraron 59 personas u organizaciones relacionadas con el Pensamiento Computacional. Sin embargo, estrictamente relacionadas con la pregunta encontramos 22 «personas», 3 «grupos de investigación» 29 «instituciones» y 5 «empresas». Una vez analizadas se puede observar como entre las «personas» destacan nombres como los de Miguel Zapata, Consuelo Domínguez, Jesús Moreno, Graciela Caldeiro, Antonino Vara o Víctor Koleszar, entre otros.

Entre los «grupos de investigación» se recogen 2: el Grupo de Investigación de alto rendimiento en desarrollo de *software*, de la Universidad Rey Juan Carlos; el Grupo de Investigación de Tecnología Educativa, de la Universidad de Murcia; y el Grupo de Investigación Nodo Educativo. Entre las instituciones destacan el Massachusetts Institute of Technology (MIT), el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF), el Centro de Estudios Fundación Ceibal, MexicoX o los Centro de Profesores y Recursos de Extremadura. Asimismo, algunas empresas de referencia a destacar por el panel son Robotix, Tecniocio o Mecatrónica LATAM.

Finalmente, los elementos de la Tabla 18 denominados «herramientas» y «proyectos», se recogieron junto al resto de recursos que se detectaron durante ambas iteraciones. Se puede acceder a todos ellos en el Anexo VII.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

8.3. Segunda Iteración – Debate Cerrado

Analizados los resultados obtenidos en la segunda iteración se creó un segundo cuestionario dentro de la misma herramienta. Una vez preparada para recoger los datos de la segunda iteración se dispuso a contactar, de nuevo, con los 35 miembros del panel (N) para facilitarles el acceso a la encuesta digital. Un proceso de debate que tuvo una duración de aproximadamente dos meses, tal y como recoge la Tabla 19; obteniendo 33 respuestas.

Tabla 19

Índice de respuesta en la segunda iteración

	Segunda Iteración
Período	10/06/2021 a 10/09/2021
Muestra	35
Índice de respuesta	94,28 %

Tabla 20

Items valorados con la máxima puntuación para cada una de las 13 preguntas.

Pregunta	Item	Valor ponderado	Valor máximo
1. Clasifique las siguientes ideas en torno al concepto de Pensamiento Computacional.	1.9. Es una forma de resolución de problemas/proyectos basado en la descomposición del problema general en pequeños problemas más simples que una vez resueltos facilitan la resolución compleja del problema final.	603,03	900
2. Jerarquice las siguientes acciones en función de su relación con el Pensamiento Computacional.	2.4. Descomponer un problema.	1139,4	1500
3. Ordene las siguientes competencias en función de su relevancia respecto al Pensamiento Computacional.	3.1. Aprender a Aprender.	369,66	500
4. Ordene las siguientes habilidades básicas en función de su importancia para el Pensamiento Computacional.	4.1. Descomposición (Dividir en partes más simples).	406,02	600
5. Ordene las siguientes habilidades de pensamiento en función de su relevancia para el Pensamiento Computacional.	5.4. Pensamiento Creativo.	602,97	800
6. Ordene las siguientes habilidades transversales en función de su vinculación con el Pensamiento Computacional.	6.4. Entender el error como parte del proceso de aprendizaje.	893,85	1200
7. Jerarquiza las siguientes motivaciones que justifican la puesta en práctica del Pensamiento Computacional.	7.1. Desarrollo integral del estudiante como persona.	424,2	600
8. Secuencie las siguientes estrategias educativas para un aprendizaje idóneo del Pensamiento Computacional.	8.3. Hardware Programación Direccional 8.4. Materiales tangibles de Programación Direccional.	409,05	600
9. Jerarquice diferentes modalidades de introducción del Pensamiento Computacional en la educación.	9.2. De forma trasversal trabajando en varias asignaturas.	333,34	400
10. Ordene las siguientes amenazas que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.	10.3. Pensar que Pensamiento Computacional e Informática son lo mismo.	306,03	400
11. Valore las siguientes barreras que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.	11.5. La inseguridad de los docentes ante la innovación.	375,72	500
12. Jerarquice las siguientes limitaciones que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.	12.1. La formación inicial del profesorado en Pensamiento Computacional.	621,15	800
13. Clasifique las siguientes condiciones previas a la introducción del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.	13.2. Formación Docente específica en Pensamiento Computacional.	360,57	500

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 21

Items valorados con la mínima puntuación para cada una de las 13 preguntas.

Pregunta	Item	Valor ponderado	Valor máximo
1. Clasifique las siguientes ideas en torno al concepto de Pensamiento Computacional.	1.8. No aprendas a programar, aprende a pensar.	403,04	900
2. Jerarquice las siguientes acciones en función de su relación con el Pensamiento Computacional.	2.10. Motivar.	575,77	1500
3. Ordene las siguientes competencias en función de su relevancia respecto al Pensamiento Computacional.	3.5. Competencia social y ciudadana.	196,96	500
4. Ordene las siguientes habilidades básicas en función de su importancia para el Pensamiento Computacional.	4.3. Evaluación (Recopilación de datos y análisis de los mismos).	306,03	600
5. Ordene las siguientes habilidades de pensamiento en función de su relevancia para el Pensamiento Computacional.	5.8. Pensamiento Visual.	299,97	800
6. Ordene las siguientes habilidades transversales en función de su vinculación con el Pensamiento Computacional.	6.12. Gestión de emociones.	472,68	1200
7. Jerarquiza las siguientes motivaciones que justifican la puesta en práctica del Pensamiento Computacional.	7.6. El alto nivel de tecnología que nos rodea actualmente y en el futuro.	245,43	600
8. Secuencie las siguientes estrategias educativas para un aprendizaje idóneo del Pensamiento Computacional.	8.1. Software Programación Visual Guiado (p.ej.: Code.org).	287,85	600
9. Jerarquice diferentes modalidades de introducción del Pensamiento Computacional en la educación.	9.3. Como talleres o aulas extra-escolares (fuera del horario escolar y bajo demanda).	175,75	400
10. Ordene las siguientes amenazas que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.	10.2. Influir sobre el uso de herramientas para el Pensamiento Computacional en el aula por parte de agentes externos.	209,07	400
11. Valore las siguientes barreras que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.	11.2. La edad de los docentes.	224,22	500
12. Jerarquice las siguientes limitaciones que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.	12.6. La escasez de difusión de experiencias educativas.	366,63	800
13. Clasifique las siguientes condiciones previas a la introducción del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.	13.4. Disminución de la ratio profesor-alumno.	242,41	500

8.3.1. Clasificación de ideas en torno al concepto de Pensamiento Computacional.

La principal idea identificada por los miembros del panel como preferida por su relación al Pensamiento Computacional fue «Es una forma de resolución de problemas/proyectos basado en la descomposición del problema general en pequeños problemas más simples que una vez resueltos facilitan la resolución compleja del problema final.» (posición 1 de 9). En segundo lugar se encuentra la idea de aplicar el Pensamiento Computacional en otros contextos: «Es el proceso por el que una persona es capaz de «extrapolar» los conocimientos y habilidades propias de la informática o la computación y aplicarlos a otros problemas y otras facetas de la vida cotidiana.» (posición 2 de 9). Y en tercer lugar, se encuentra la idea de los procesos cognitivos necesarios: «Conjunto de procesos cognitivos que permiten estudiar problemas para la búsqueda de soluciones que puedan ser automatizadas por una máquina o un humano.»

Tabla 22

Ideas en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor preferencia.

	Io9	Io4	Io1	Io5	Io6	Io7	Io3	Io2	Io8
1	15,15	27,27	15,15	9,09	3,03	6,06	9,09	3,03	12,12
2	9,09	9,09	21,21	15,15	18,18	9,09	9,09	9,09	0
3	12,12	6,06	12,12	6,06	15,15	18,18	12,12	12,12	6,06
4	24,24	21,21	6,06	9,09	6,06	9,09	6,06	12,12	6,06
5	21,21	6,06	6,06	6,06	15,15	6,06	12,12	12,12	15,15
6	9,09	0	3,03	24,24	12,12	9,09	18,18	12,12	12,12
7	3,03	15,15	6,06	15,15	6,06	18,18	9,09	12,12	15,15
8	6,06	0	9,09	12,12	15,15	18,18	12,12	15,15	12,12
9	0,00	15,15	21,21	3,03	9,09	6,06	12,12	12,12	21,21
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
%vp	603,03	578,8	527,28	500,01	496,98	472,74	472,73	445,45	403,04

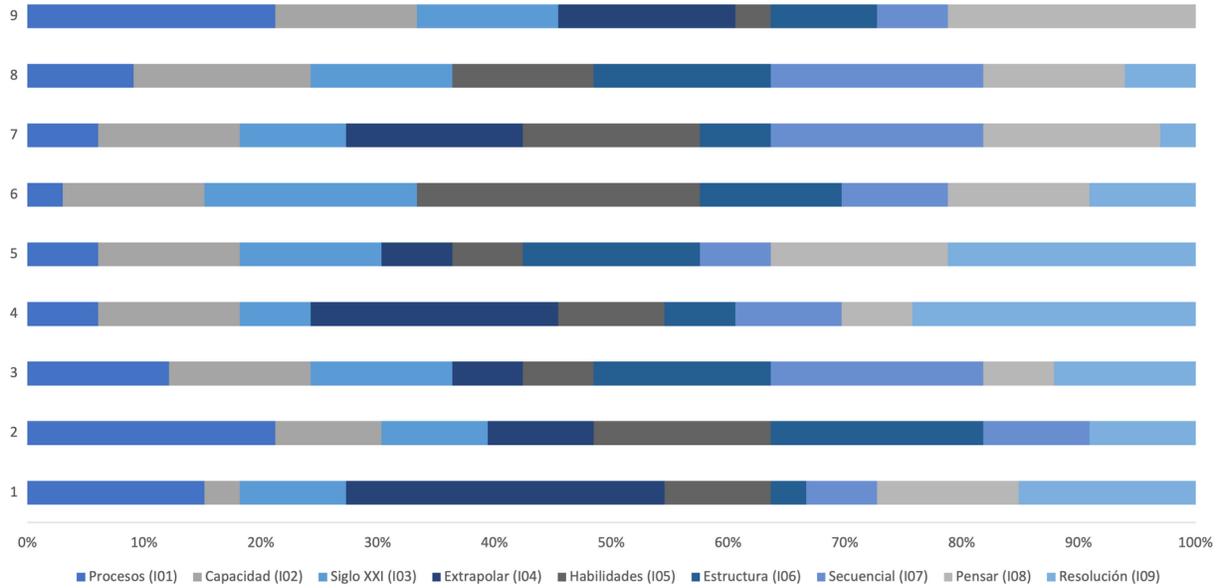
El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Su preferencia por las ideas dejó: «No aprendas a programar, aprende a pensar» en última posición. En las últimas posiciones (posición 8 de 9) se encuentra la idea de formular problemas «Es la capacidad de formular y representar problemas para resolverlos.». Por último (posición 7 de 9), se encuentra: «Es una habilidad para el siglo XXI, perteneciente a la dimensión cognitiva del sujeto que se caracteriza por la capacidad de resolución de problemas.» una idea que gira en torno a la necesidad de educar hacia el futuro.

Justo en el medio de las preferencias (posición 6 de 9) se encuentra: «Es una forma de pensar basada en la estructura del pensamiento y las ideas, logrando que se sucedan de forma ordenada para la consecución de un fin.» una idea vinculada a la estructura del pensamiento. Asimismo, cabe destacar que ningún experto cree que la mínima prioridad (posición 7 de 9) sea para la idea principal elegida.

Figura 54

Distribución porcentual de las preferencias de los expertos/as sobre ocho ideas sobre Pensamiento Computacional (1=más preferida y 7=menos preferida)



8.3.2. Jerarquía de acciones en función de su relación con el Pensamiento Computacional.

La acción que más relación tiene con el Pensamiento Computacional según los expertos es «Descomponer un problema». A continuación, se encuentra seguida de dos acciones: (posición 2 de 15) «Aplicar la lógica» y (posición 3 de 15) «Pensar de manera crítica». En cuarta posición la elección ha sido por una acción principal de la educación: «Aprender».

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 23

Acciones con relación al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor relación.

	I04	I05	I15	I01	I13	I14	I03	I02	I07	I12	I11	I06	I09	I10
1	30,3	21,21	6,06	12,12	6,06	9,09	0	3,03	3,03	0	3,03	3,03	3,03	0
2	21,21	27,27	3,03	12,12	3,03	9,09	0	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	6,06	0
3	3,03	3,03	15,15	9,09	6,06	9,09	15,15	6,06	3,03	9,09	9,09	0	6,06	0
4	6,06	3,03	12,12	3,03	12,12	6,06	6,06	9,09	12,12	3,03	9,09	6,06	3,03	6,06
5	6,06	9,09	6,06	3,03	12,12	3,03	6,06	6,06	15,15	12,12	3,03	6,06	0	9,09
6	6,06	0	9,09	6,06	6,06	12,12	9,09	9,09	3,03	6,06	3,03	12,12	6,06	9,09
7	9,09	9,09	9,09	0	12,12	6,06	9,09	6,06	6,06	3,03	6,06	12,12	3,03	3,03
8	0	6,06	15,15	15,15	6,06	3,03	15,15	9,09	0	9,09	3,03	6,06	9,09	3,03
9	3,03	6,06	6,06	6,06	6,06	3,03	6,06	15,15	12,12	12,12	3,03	3,03	3,03	6,06
10	3,03	3,03	3,03	0	6,06	6,06	6,06	12,12	12,12	9,09	12,12	9,09	3,03	15,15
11	3,03	3,03	3,03	15,15	3,03	0	9,09	6,06	15,15	3,03	12,12	6,06	9,09	3,03
12	0	0	3,03	9,09	6,06	9,09	6,06	3,03	6,06	6,06	6,06	6,06	15,15	15,15
13	0	3,03	3,03	3,03	9,09	3,03	9,09	3,03	3,03	6,06	9,09	6,06	15,15	6,06
14	3,03	3,03	0	6,06	6,06	12,12	3,03	6,06	3,03	6,06	9,09	6,06	9,09	9,09
15	6,06	3,03	6,06	0	0	9,09	0	3,03	3,03	12,12	9,09	15,15	9,09	15,15
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
%vp	1139,4	1100	939,41	896,97	866,68	824,25	812,15	806,07	799,99	712,12	690,9	681,82	624,25	575,77

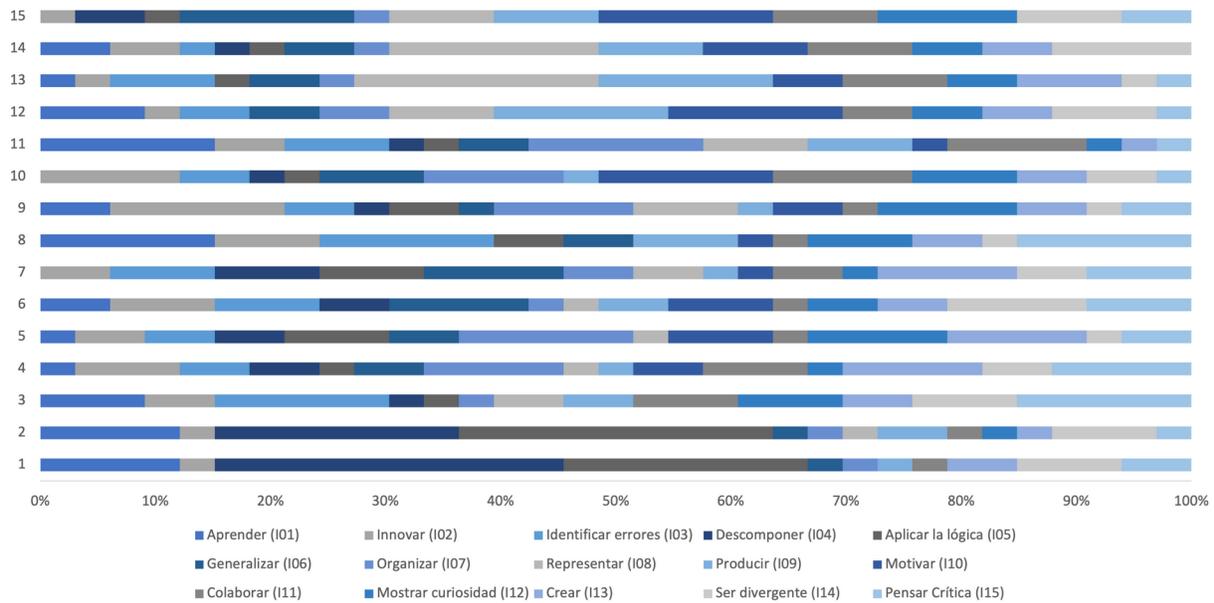
En el lado opuesto de las elecciones se puede ver en último lugar la acción de «Motivar». Acompañan a esta acción (posiciones 14 y 13 de 15) otras dos relacionadas con extrapolar el aprendizaje; «Producir» y «Generalizar». En duodécima posición encontramos «Colaborar» como la elegida por el panel de expertos.

Por último, se puede destacar como la acción «Identificar errores» se encuentra justo en medio de la jerarquía establecida por los expertos. Como ningún experto cree que la acción

«Crear» tenga la mínima relación (posición 15 de 15) o como no le han asignado la mayor relación (posición 1 de 15) a «Mostrar curiosidad».

Figura 55

Distribución porcentual de las relaciones de los expertos/as sobre quince acciones relacionadas con el Pensamiento Computacional (1=más relación y 7=menos relación)



8.3.3. Ordenación de competencias en función de su relevancia respecto al Pensamiento Computacional.

De entre las competencias mencionadas en la primera fase, los miembros del panel otorgaron mayor relevancia a la denominada «Aprender a Aprender». A continuación (posición 2 de 5), la acompaña la «Competencia Digital» en mayor relevancia.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 24

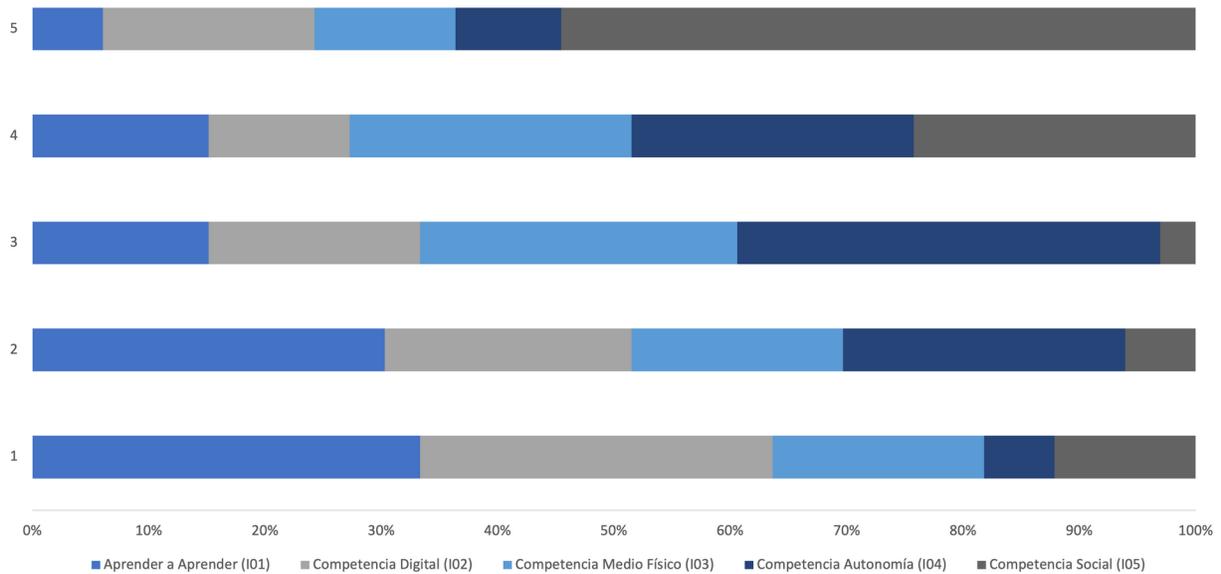
Competencias relacionadas al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor relevancia.

	Io1	Io2	Io3	Io4	Io5
1	33,33	30,3	18,18	6,06	12,12
2	30,3	21,21	18,18	24,24	6,06
3	15,15	18,18	27,27	36,36	3,03
4	15,15	12,12	24,24	24,24	24,24
5	6,06	18,18	12,12	9,09	54,55
Total	100	100	100	100	100
%vp	369,66	333,3	306,03	293,91	196,96

Por el contrario, la competencia que menos relevancia tiene para el desarrollo del Pensamiento Computacional es, según los expertos, «Competencia social y ciudadana». Mientras que en la posición 4 de 5 encontramos la «Competencia en la autonomía e iniciativa personal». Por último, La «Competencia en el conocimiento y la iteración con el medio físico» queda en el medio de la jerarquía propuesta.

Figura 56

Distribución porcentual de la relevancia otorgada por los expertos/as sobre la relación de las competencias con el Pensamiento Computacional (1=más relevancia y 7=menos relevancia)



8.3.4. Ordenación de habilidades básicas en función de su importancia para el Pensamiento Computacional.

Si bien todas las habilidades básicas del Pensamiento Computacional son vitales, los expertos seleccionaron la «Descomposición», dividir en partes más simples, como la habilidad básica de mayor importancia. La «Abstracción», simplificar un concepto, ocupa la posición 2 de 6 para los miembros del panel.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 25

Habilidades básicas del Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor importancia.

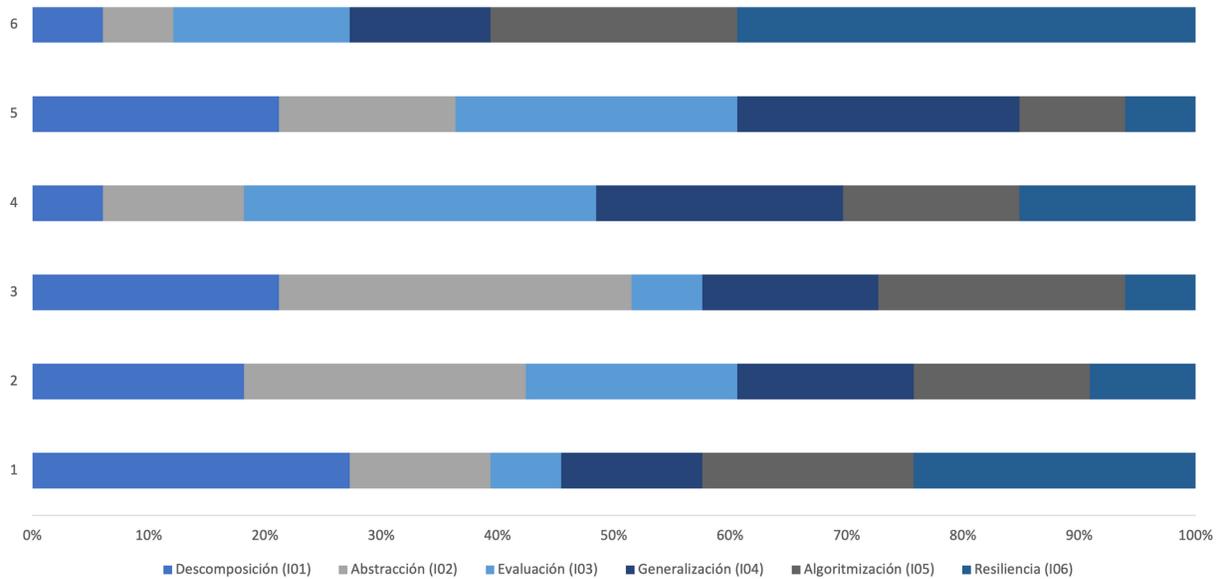
	Io1	Io2	Io5	Io4	Io6	Io3
1	27,27	12,12	18,18	12,12	24,24	6,06
2	18,18	24,24	15,15	15,15	9,09	18,18
3	21,21	30,3	21,21	15,15	6,06	6,06
4	6,06	12,12	15,15	21,21	15,15	30,3
5	21,21	15,15	9,09	24,24	6,06	24,24
6	6,06	6,06	21,21	12,12	39,39	15,15
Total	100	100	100	100	100	100
%vp	406,02	387,84	354,51	333,3	312,09	306,03

De entre todas las habilidades la de menor importancia es la «Evaluación», recopilación de datos y análisis de los mismos. Seguida a esta habilidad se encuentra «Resiliencia» (posición 5 de 6), capacidad para adaptarse a situaciones adversas.

Justo en el medio se puede encontrar dos habilidades básicas: «Algoritmización», secuencia lógica de acciones hacia el resultado, y «Generalización», identificar patrones comunes y extrapolarlos, ocupando las posiciones 3 y 4 de 6 respectivamente.

Figura 57

Distribución porcentual de la importancia otorgada por los expertos/as sobre habilidades básicas relacionadas con el Pensamiento Computacional (1=más importancia y 7=menos importancia)



8.3.5. Ordenación de habilidades de pensamiento en función de su relevancia para el Pensamiento Computacional.

El Pensamiento Computacional se relaciona con otros ocho tipo de pensamiento. Sin embargo, no todos se interrelacionan igual para el panel. Así, el «Pensamiento Creativo» es el que posee mayor relevancia. El «Pensamiento Crítico» y el «Pensamiento Lógico», muy relacionados entre sí, ocupan posiciones de gran relevancia, 2 y 3 de 8, para los miembros del panel.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 26

Habilidades de Pensamiento en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor relevancia.

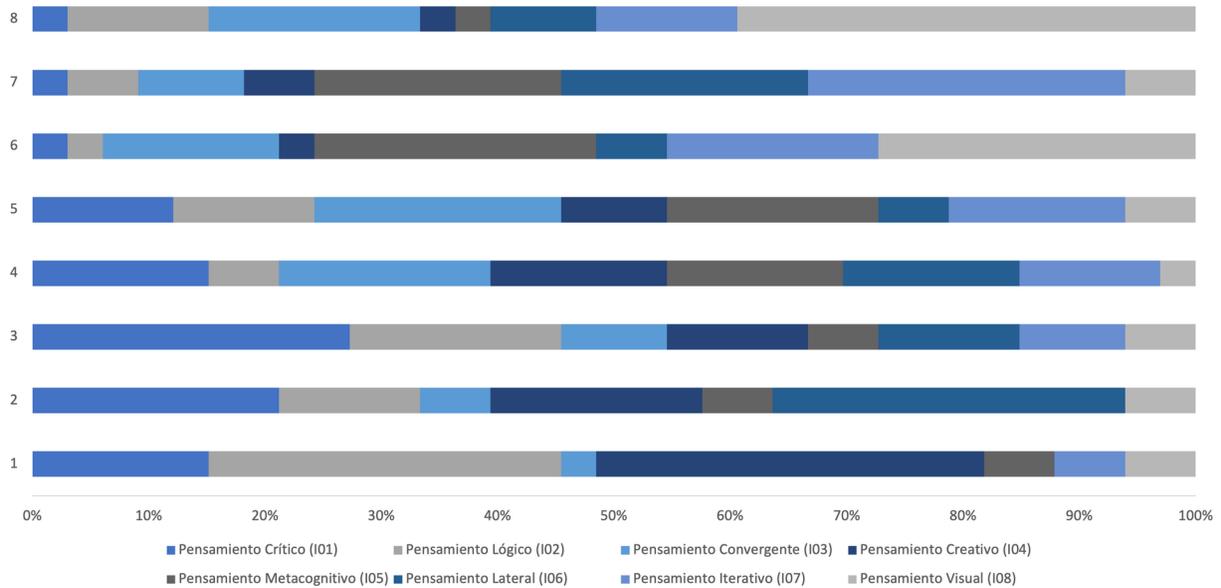
	Io4	Io1	Io2	Io6	Io5	Io3	Io7	Io8
1	33,33	15,15	30,3	0	6,06	3,03	6,06	6,06
2	18,18	21,21	12,12	30,3	6,06	6,06	0	6,06
3	12,12	27,27	18,18	12,12	6,06	9,09	9,09	6,06
4	15,15	15,15	6,06	15,15	15,15	18,18	12,12	3,03
5	9,09	12,12	12,12	6,06	18,18	21,21	15,15	6,06
6	3,03	3,03	3,03	6,06	24,24	15,15	18,18	27,27
7	6,06	3,03	6,06	21,21	21,21	9,09	27,27	6,06
8	3,03	3,03	12,12	9,09	3,03	18,18	12,12	39,39
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
%vp	602,97	575,7	548,43	454,5	393,9	378,75	345,42	299,97

En el lado opuesto se encuentran el «Pensamiento Convergente», posición 8 de 8, el «Pensamiento Iterativo», posición 7 de 8, y el «Pensamiento Visual», posición 6 de 8, como los tipos de pensamiento menos relevantes para el Pensamiento Computacional.

En el medio de la jerarquía se encuentra el «Pensamiento Metacognitivo» (posición 5 de 7). Junto a él, se encuentra el «Pensamiento Lateral», en el cual se observa que, ningún miembro del panel, no le ha asignado la mayor relevancia (posición 1 de 15) en ninguna ocasión.

Figura 58

Distribución porcentual de la relevancia otorgada por los expertos/as sobre Habilidades de Pensamiento relacionadas con el Pensamiento Computacional (1=más relevancia y 7=menos relevancia)



8.3.6. Ordenación de habilidades transversales en función de su vinculación con el Pensamiento Computacional.

Entre las 12 habilidades transversales detectadas en la primera fase, los miembros del panel las han ordenado en base a la vinculación con el Pensamiento Computacional. De esta forma, la habilidad que presenta mayor vinculación es la «Creatividad». En segunda posición se encuentra «Entender el error como parte del proceso de aprendizaje» y la «Organización» queda en tercer lugar; las tres con valores ponderados superiores a 850 de 1200.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 27

Habilidades transversales en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor vinculación.

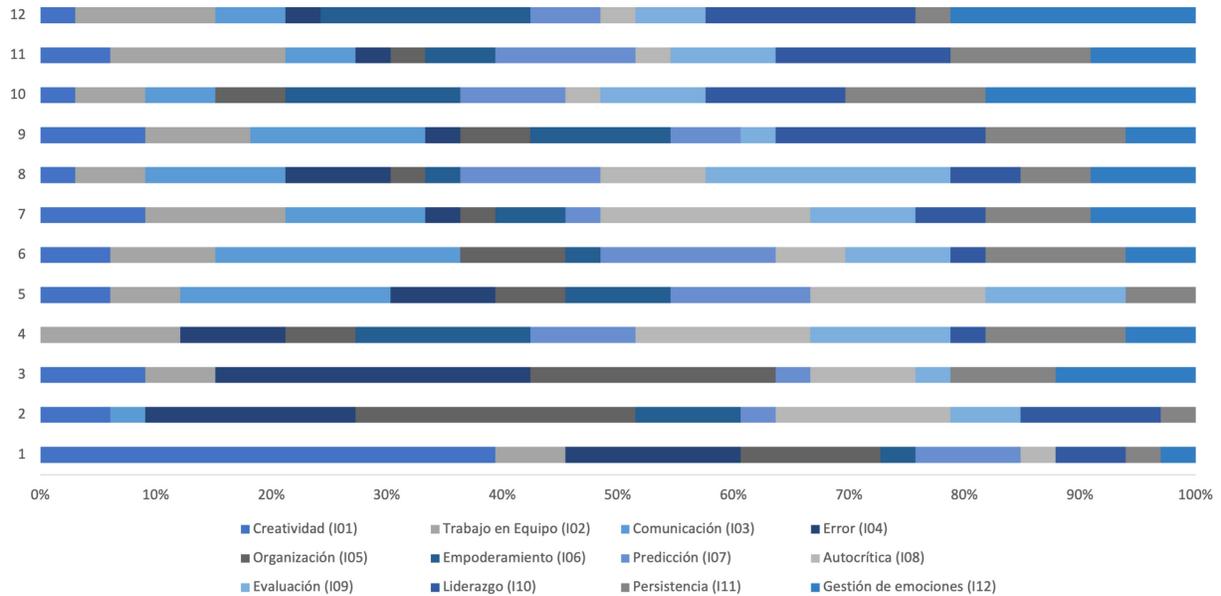
	I04	I05	I01	I08	I07	I11	I09	I03	I02	I06	I10	I12
1	15,15	12,12	39,39	3,03	9,09	3,03	0	0	6,06	3,03	6,06	3,03
2	18,18	24,24	6,06	15,15	3,03	3,03	6,06	3,03	0	9,09	12,12	0
3	27,27	21,21	9,09	9,09	3,03	9,09	3,03	0	6,06	0	0	12,12
4	9,09	6,06	0	15,15	9,09	12,12	12,12	0	12,12	15,15	3,03	6,06
5	9,09	6,06	6,06	15,15	12,12	6,06	12,12	18,18	6,06	9,09	0	0
6	0	9,09	6,06	6,06	15,15	12,12	9,09	21,21	9,09	3,03	3,03	6,06
7	3,03	3,03	9,09	18,18	3,03	9,09	9,09	12,12	12,12	6,06	6,06	9,09
8	9,09	3,03	3,03	9,09	12,12	6,06	21,21	12,12	6,06	3,03	6,06	9,09
9	3,03	6,06	9,09	0	6,06	12,12	3,03	15,15	9,09	12,12	18,18	6,06
10	0	6,06	3,03	3,03	9,09	12,12	9,09	6,06	6,06	15,15	12,12	18,18
11	3,03	3,03	6,06	3,03	12,12	12,12	9,09	6,06	15,15	6,06	15,15	9,09
12	3,03	0	3,03	3,03	6,06	3,03	6,06	6,06	12,12	18,18	18,18	21,21
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
%vp	893,85	872,64	851,43	766,59	618,12	599,94	590,85	557,52	554,49	542,37	478,74	472,68

Entre las habilidades transversales con menor vinculación se encuentran: la «Gestión de emociones», situada en la última posición, «Liderazgo», se encuentra en la posición 11 de 12, y el «Empoderamiento», posicionada como la décima habilidad según la relevancia.

Con valores ponderados en torno a los 590 puntos se encuentran la «Persistencia» y la «Evaluación», lo que las sitúa en medio de la jerarquía establecida. Por último, destaca la habilidad transversal denominada «Comunicación» debido a que ningún experto la considera de mayor relevancia (posición 1 de 12) para con el Pensamiento Computacional.

Figura 59

Distribución porcentual de la vinculación otorgada por los expertos/as sobre habilidades transversales en torno al Pensamiento Computacional (1=más vinculación y 7=menos vinculación)



8.3.7. Jerarquía de motivaciones que justifican la puesta en práctica del Pensamiento Computacional.

Poner en práctica el Pensamiento Computacional debe estar motivado y justificado. Para los miembros del panel el «Desarrollo integral del estudiante como persona» ocupa la posición más relevante. Asimismo, en una segunda posición de relevancia se encuentra el «Desarrollo de las Competencias Clave».

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 28

Motivación en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor relevancia.

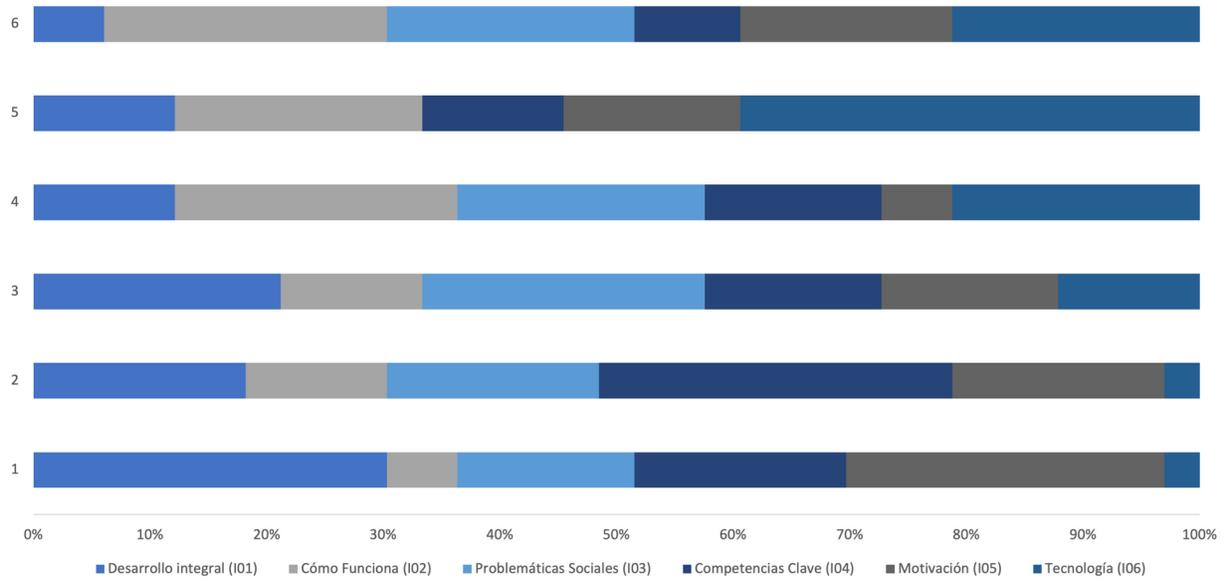
	I01	I04	I05	I03	I02	I06
1	30,3	18,18	27,27	15,15	6,06	3,03
2	18,18	30,3	18,18	18,18	12,12	3,03
3	21,21	15,15	15,15	24,24	12,12	12,12
4	12,12	15,15	6,06	21,21	24,24	21,21
5	12,12	12,12	15,15	0	21,21	39,39
6	6,06	9,09	18,18	21,21	24,24	21,21
Total	100	100	100	100	100	100
%vp	424,2	399,96	381,78	363,6	284,82	245,43

Sin embargo, para los expertos «El alto nivel de tecnología que nos rodea actualmente y en el futuro» (posición 6 de 6) y «Entender cómo funciona la tecnología que rodea al estudiante» (posición 5 de 6) son las motivaciones menos relevantes para llevar a cabo la introducción del Pensamiento Computacional.

En la tercera y cuarta posición se encuentran: el «Aumento de la motivación del estudiante» y el «Saber hacer frente a las problemáticas sociales y laborales del siglo XXI». Y es que las tres primeras posiciones hacen referencia factores educativos internos y las tres últimas posiciones a factores externos.

Figura 60

Distribución porcentual de la relevancia otorgada por los expertos/as sobre la motivación generada por el Pensamiento Computacional (1=más relevancia y 7=menos relevancia)



8.3.8. Secuencia de estrategias educativas para un aprendizaje idóneo del Pensamiento Computacional.

Existen diferentes estrategias educativas para un aprendizaje óptimo del Pensamiento Computacional, expuestos a ellos el panel de expertos consensuó dos elementos como pasos iniciales: el «*hardware* de Programación Direccional», como puede ser *Beebot* (robot educativo), y «materiales tangibles de Programación Direccional», como puede ser el juego de mesa *Cody Roby*.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 29

*Estrategias educativas para un aprendizaje óptimo del Pensamiento Computacional
ordenadas de inicio a fin.*

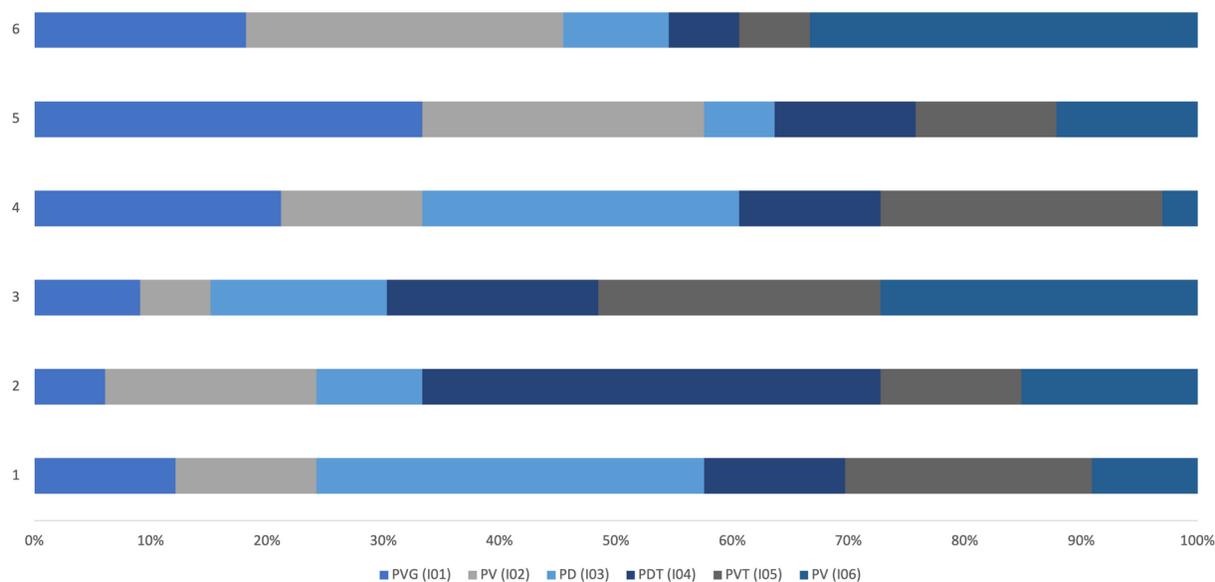
	I03	I04	I05	I06	I02	I01
1	33,33	12,12	21,21	9,09	12,12	12,12
2	9,09	39,39	12,12	15,15	18,18	6,06
3	15,15	18,18	24,24	27,27	6,06	9,09
4	27,27	12,12	24,24	3,03	12,12	21,21
5	6,06	12,12	12,12	12,12	24,24	33,33
6	9,09	6,06	6,06	33,33	27,27	18,18
Total	100	100	100	100	100	100
%vp	409,05	409,05	387,84	306,03	299,97	287,85

En el tercer y cuarto puesto de la jerarquía establecida están los «materiales tangibles de Programación Visual», como puede ser un juego de mesa denominado *Moon*, y el «*hardware* de Programación Visual», como puede ser el modelo *Mindstorms* de *LEGO*.

Por último, se evidencia que el «*software* de Programación Visual», como puede ser *Scratch*, y el «*software* Programación Visual Guiado», como por ejemplo los ofrecidos por *Code.org*, son los pasos finales como estrategias educativas. Si bien, cabe destacar como los expertos han posicionado en los tres primeros lugares estrategias con materiales tangibles, dejando para el final del proceso educativo estrategias con recursos digitales.

Figura 61

Distribución porcentual de las estrategias educativas ordenadas por los expertos/as de principio a fin (1=paso inicial y 7=paso final)



8.3.9. Jerarquía de diferentes modalidades de introducción del Pensamiento Computacional en la educación.

Ante la preferencia sobre cómo introducir el Pensamiento Computacional en la educación los expertos establecen como su preferida «De forma transversal trabajando en varias asignaturas». De igual forma, «Como talleres o actividades complementarios», en horario escolar y organizados por el/la docente, ocupa el segundo lugar de preferencia.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 30

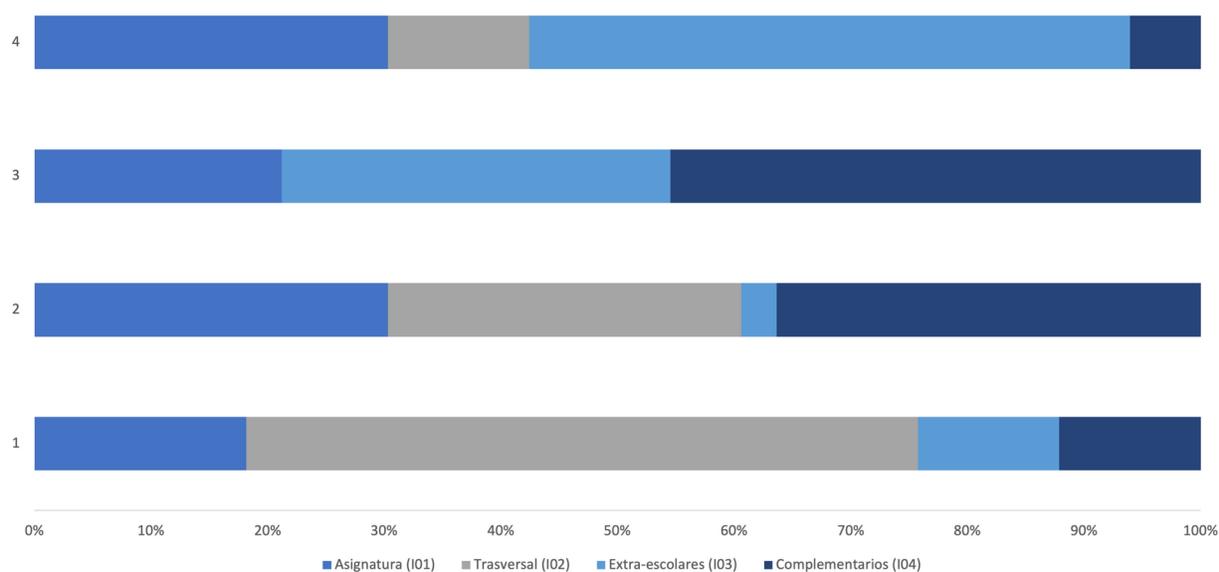
Modalidades de introducción del Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor preferencia.

	Io2	Io4	Io1	Io3
1	57,58	12,12	18,18	12,12
2	30,3	36,36	30,3	3,03
3	0	45,45	21,21	33,33
4	12,12	6,06	30,3	51,52
Total	100	100	100	100
%vp	333,34	254,52	236,34	175,75

Entre las opciones menos preferidas se encuentran: «Como talleres o aulas extra-escolares» (posición 4 de 4), fuera del horario escolar y bajo demanda, y «Una asignatura específica» (posición 3 de 4).

Figura 62

Distribución porcentual de las modalidades de introducción del Pensamiento Computacional ordenadas por los expertos/as (1=más preferida y 7=menos preferida)



8.3.10. Ordenación de amenazas que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.

Introducir un nuevo elemento en el ecosistema educativo genera amenazas que deben ser estudiadas. El panel de expertos jerarquizó las posibles amenazas vinculadas a la introducción del Pensamiento Computacional de mayor a menor. Así, «Pensar que Pensamiento Computacional e Informática son lo mismo.» fue escogida como la mayor amenaza. Mientras que «Influir sobre el uso de herramientas para el Pensamiento Computacional en el aula por parte de agentes externos» se posicionó como la menor amenaza a la que hacer frente.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 31

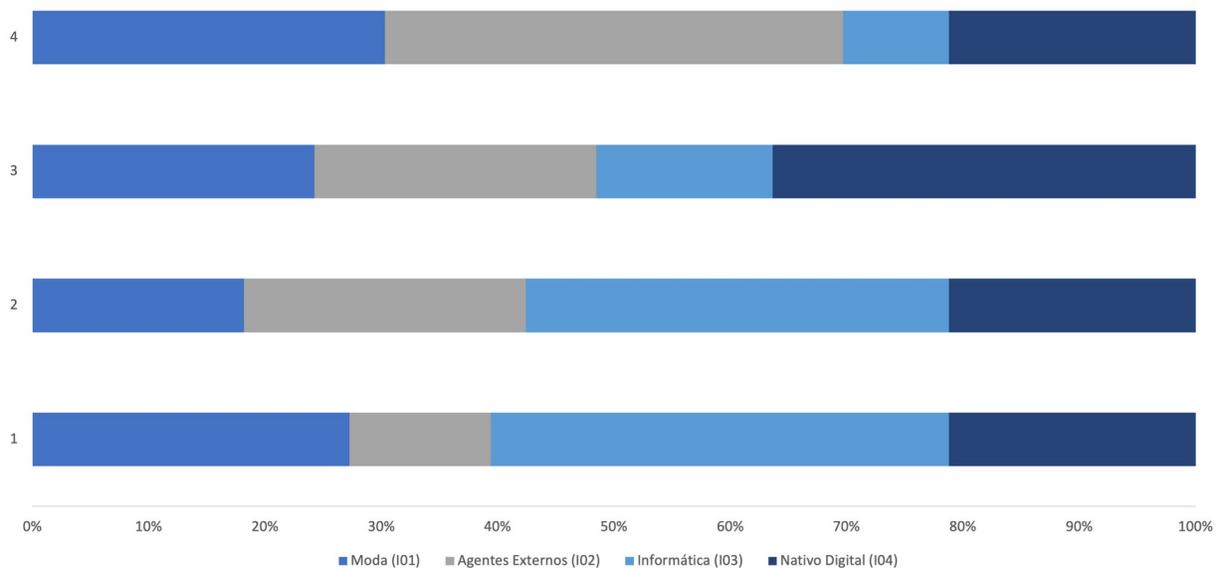
Amenazas en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor amenaza.

	I03	I01	I04	I02
1	39,39	27,27	21,21	12,12
2	36,36	18,18	21,21	24,24
3	15,15	24,24	36,36	24,24
4	9,09	30,3	21,21	39,39
Total	100	100	100	100
%vp	306,03	242,4	242,4	209,07

«Considerar el Pensamiento Computacional como una moda educativa efímera.» es una amenaza que junto a «Percibir el efecto "nativo digital" en los estudiantes y disminuir la confianza del docente en su Competencia Digital.» comparten el mismo valor porcentual de 242,4 puntos de 400, lo que las sitúa como las amenazas intermedias.

Figura 63

Distribución porcentual de las amenazas en torno al Pensamiento Computacional ordenadas por los expertos/as (1=mayor amenaza y 7=menor amenaza)



8.3.11. Valoración de barreras que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.

Introducir el Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo encontrará barreras de diferente dificultad. Ante esta cuestión, el panel de expertos estableció como la mayor dificultad a «La inseguridad de los docentes ante la innovación.». Otorgan la segunda posición al «El nivel de motivación de los docentes.».

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 32

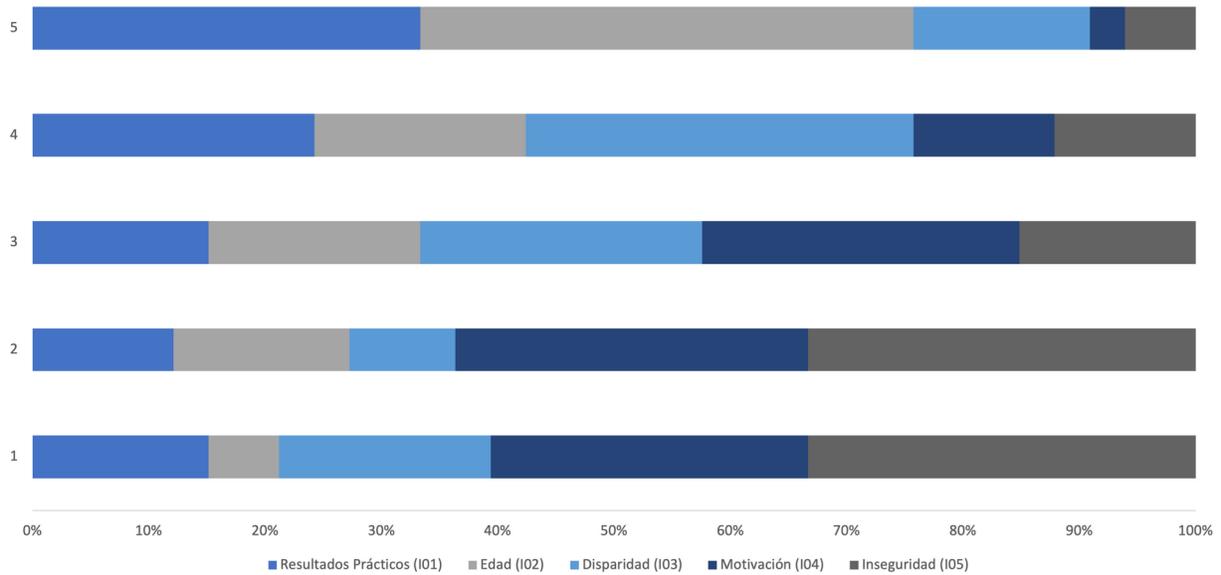
Barreras en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor dificultad.

	I05	I04	I03	I01	I02
1	33,33	27,27	18,18	15,15	6,06
2	33,33	30,3	9,09	12,12	15,15
3	15,15	27,27	24,24	15,15	18,18
4	12,12	12,12	33,33	24,24	18,18
5	6,06	3,03	15,15	33,33	42,42
Total	100	100	100	100	100
%vp	375,72	366,63	281,79	251,49	224,22

En el lado opuesto se encuentran barreras de menor dificultad. Concretamente en última posición está «La edad de los docentes.» y en cuarto lugar «La escasez de resultados prácticos en la investigación educativa sobre el Pensamiento Computacional.». Dejando, así, «La disparidad de necesidades en los diferentes niveles educativos.» en la posición 3 de 5.

Figura 64

Distribución porcentual de las barreras en torno al Pensamiento Computacional ordenadas por los expertos/as (1=mayor dificultad y 7=menor dificultad)



8.3.12. Jerarquía de limitaciones que pueden afectar al desarrollo del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.

Si se incluye el Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo se encontrará con ciertas limitaciones. Ante el hecho de jerarquizarlas el panel de expertos eligió «La formación inicial del profesorado en Pensamiento Computacional» como la mayor limitación. «El nivel de apoyo de la administración.» y «La capacidad de flexibilidad del currículo.» son posicionadas en las posiciones 2 y 3 de 8.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 33

Limitaciones en torno al Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor limitación.

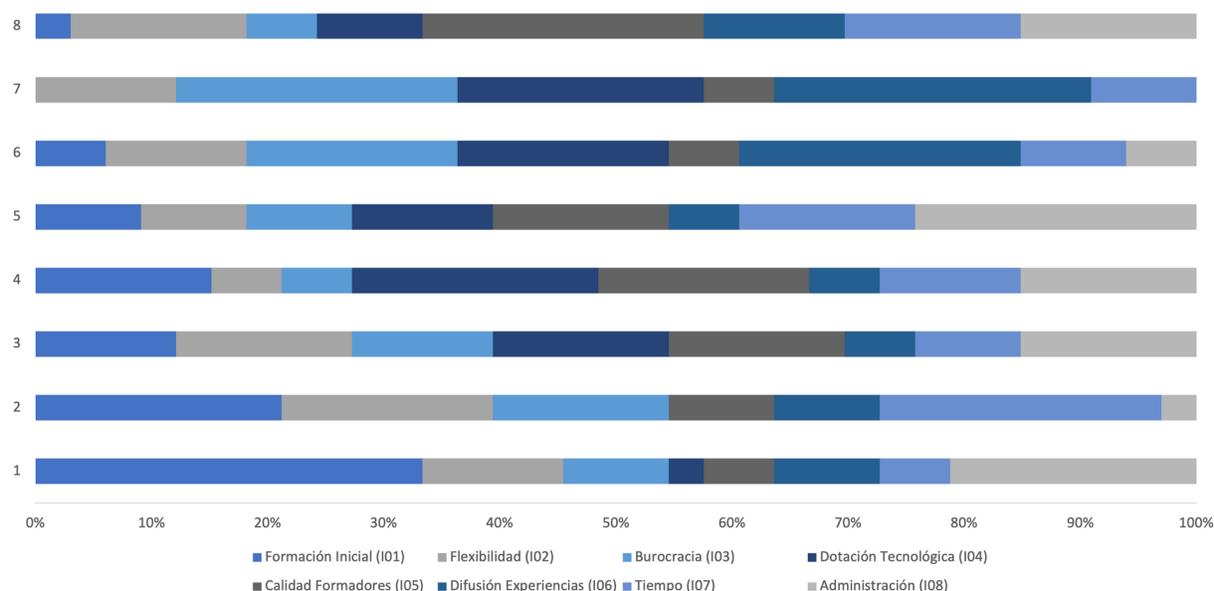
	Io1	Io8	Io2	Io7	Io3	Io5	Io4	Io6
1	33,33	21,21	12,12	6,06	9,09	6,06	3,03	9,09
2	21,21	3,03	18,18	24,24	15,15	9,09	0	9,09
3	12,12	15,15	15,15	9,09	12,12	15,15	15,15	6,06
4	15,15	15,15	6,06	12,12	6,06	18,18	21,21	6,06
5	9,09	24,24	9,09	15,15	9,09	15,15	12,12	6,06
6	6,06	6,06	12,12	9,09	18,18	6,06	18,18	24,24
7	0	0,00	12,12	9,09	24,24	6,06	21,21	27,27
8	3,03	15,15	15,15	15,15	6,06	24,24	9,09	12,12
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
%vp	621,15	487,83	457,53	454,5	427,23	409,05	375,72	366,63

En la posición octava posición, el elemento que menor limitación podría presentar, se encuentra «La escasez de difusión de experiencias educativas.». A continuación, se encuentra «La necesidad de dotación tecnológica.» (posición 7 de 8) seguido de «La insuficiente calidad de los formadores.» (posición 6 de 8) como las siguientes limitaciones de menor importancia.

Por último, en el medio de la jerarquía propuesta se evidencia «La falta de tiempo.» (posición 4 de 8) y «Los procesos burocráticos del sistema educativo.» (posición 5 de 8), dos limitaciones intrínsecamente relacionadas entre ellas.

Figura 65

Distribución porcentual de las limitaciones en torno al Pensamiento Computacional ordenadas por los expertos/as (1=mayor limitación y 7=menor limitación)



8.3.13. Clasificación de condiciones previas a la introducción del Pensamiento Computacional en el Sistema Educativo.

Antes de introducir el Pensamiento Computacional existen unas condiciones “ideales” que se deberían dar. De entre las cinco opciones, los expertos han seleccionado la «Formación Docente específica en Pensamiento Computacional.» como la condición de mayor importancia. Este elemento sería prioritario seguidamente de «Cambios en la metodología docente.», a la cual le otorgan el segundo lugar.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Tabla 34

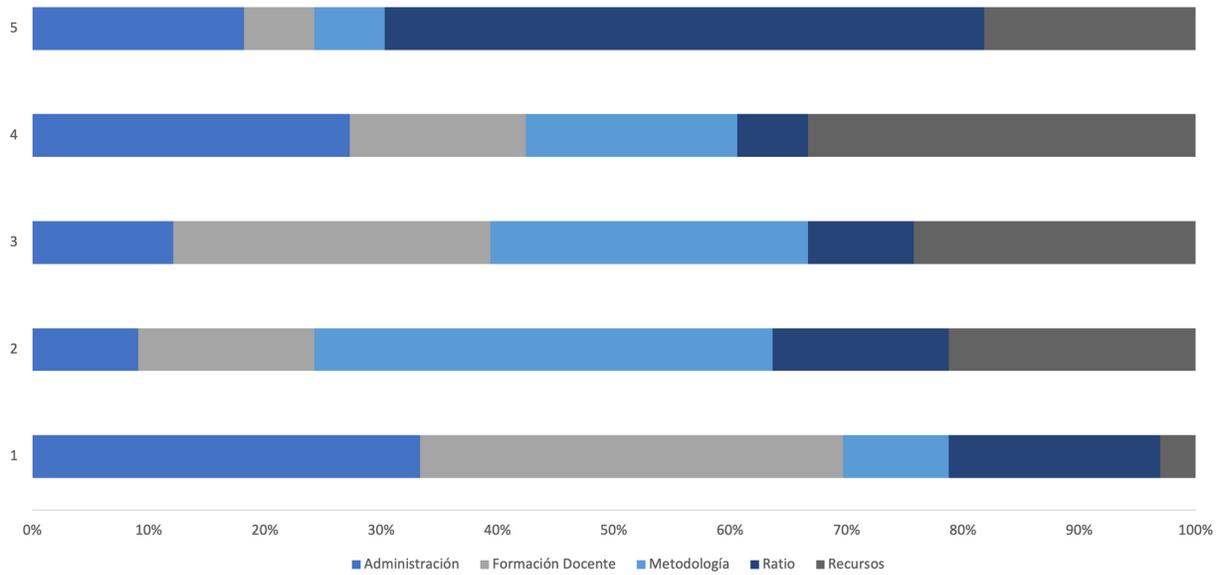
Condiciones previas en torno a la introducción del Pensamiento Computacional ordenadas de mayor a menor importancia.

	Io2	Io3	Io1	Io5	Io4
1	36,36	9,09	33,33	3,03	18,18
2	15,15	39,39	9,09	21,21	15,15
3	27,27	27,27	12,12	24,24	9,09
4	15,15	18,18	27,27	33,33	6,06
5	6,06	6,06	18,18	18,18	51,52
Total	100	100	100	100	100
%vp	360,57	327,24	312,09	257,55	242,41

En la posición 5 de 5 se encuentra la «Disminución de la ratio profesor-alumno.», lo que implica que es el elemento de menor importancia en el momento de introducir el Pensamiento Computacional. El «Acceso a infraestructuras y recursos.» (posición 4 de 5) es la siguiente en importancia. Estas dos posiciones dejan el «Apoyo de la Administración Educativa.» como el elemento posicionado en el medio de la jerarquía establecida.

Figura 66

Distribución porcentual de las importancia otorgada por los expertos/as sobre cinco condiciones previas a la introducción del Pensamiento Computacional (1=mayor importancia y 7=menor importancia)



TERCERA PARTE.

EL ÁGORA DE ALEJANDRÍA

Capítulo 9. Discusión y Conclusiones

El Pensamiento Computacional está presente en las dos investigaciones realizadas. Sin embargo, los resultados obtenidos serán discutidos por estudios independientes. En primer lugar se reflexionará sobre los datos obtenidos en la revisión sistemática de la literatura, discutiendo con las revisiones publicadas con anterioridad. En segundo lugar se abordarán los consensos alcanzados por los miembros del panel de expertos, confrontándolos con los resultados resultantes de las investigaciones más recientes. Por último, en las conclusiones se realizará una valoración de ambos estudios y los objetivos comunes, previamente establecidos.

9.1. Discusión Primer Estudio

Finalizado el procedimiento seguido para la revisión sistemática de la literatura, ha sido posible visibilizar el impacto del Pensamiento Computacional en las prácticas analizadas, a través de estrategias de implementación de algunas de las dimensiones del concepto en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Con el análisis realizado, se ha podido dar respuesta a las diez preguntas de investigación establecidas inicialmente, a través de un marco conceptual generado alrededor del concepto, de los elementos documentales de los textos que componen la revisión, de las diferentes áreas temáticas desde donde se realizan las investigaciones y de las metodologías llevadas a cabo en las mismas; por último, a través de un marco pedagógico nacido de la forma de inclusión del Pensamiento Computacional, de los diferentes niveles educativos donde es incluido, de los resultados de las investigaciones y de los recursos o herramientas relacionados directamente con el Pensamiento Computacional. Así, los resultados más importantes de esta revisión sistemática pueden ser explorados desde las tres perspectivas.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

La red conceptual que ve su origen en el análisis de los textos que componen la revisión explora los conceptos clave vinculados al Pensamiento Computacional, así como las relaciones existentes entre ellos, de una forma no vista hasta ahora. Si bien autores como Cabrera (2019), Fagerlund et al. (2021), Hsu et al. (2018) o Kakavas y Ugolini (2019) habían explorado el concepto del Pensamiento Computacional, e incluso las dimensiones propuestas por Brennan y Resnick (2012), a través de la representación del estado de la cuestión actual se realiza una mayor profundización. Evidenciando que las dimensiones «Práctica» y «Perspectiva» son las menos focalizadas, dado que como Lye y Koh (2014) indicaban se focaliza el interés de la investigación en la dimensión «Conceptual». Este nuevo marco terminológico así lo permite, dando pie a futuras investigaciones que partan desde aquellos ámbitos menos explorados, como puede ser la relación existente entre el Pensamiento Computacional y la Competencia Digital.

A continuación, se presenta un marco documental nutrido, en primer lugar, por la distribución de artículos en base a las dimensiones que trabajan los autores en sus investigaciones. Ese mismo análisis fue superpuesto con el de la calidad de las revistas en las que estaban publicados sus trabajos. Este doble análisis no se encuentra en revisiones anteriores, sin embargo, aporta una descripción detallada de las dimensiones más y menos exploradas, lo que permite un análisis de futuros nichos de investigación.

Otro elemento documental es la fecha de publicación de los propios textos. En esta ocasión, este dato muestra un aumento exponencial desde el año 2018 y, aunque en el año 2021 la revisión concluye a en el mes de agosto, aún quedarían cuatro meses activos de publicaciones que confirmarían la tendencia. Una tendencia que se interrumpe y continúa comparada con la analizada por Hsu et al. (2018), donde se puede observar que, en el año 2017, se realizaron 44

publicaciones; mientras que en el año 2018, se realizaron 20. Un dato que es coincidente con el de Kakavas y Ugolini (2019). Por tanto, salvo dicha interrupción, el número de publicaciones vuelve a ascender.

Los mapas de co-autoría y co-citación, permiten establecer las relaciones existentes entre los autores. Unas relaciones que se producen tanto entre ellos como con los referentes en el ámbito del Pensamiento Computacional. Este análisis no se había realizado con esta profundidad en revisiones anteriores, por lo que ofrece un campo inédito sobre el que apoyarse en futuras investigaciones. De igual forma, se ha destacado el trabajo realizado por Marina Umaschi Bers, de la Universidad Tufts, y de Yen Air Caballero-González de la Universidad de Salamanca, por ser los autores con más publicaciones en la presente revisión. En el caso de Marina reafirma su trayectoria siendo todo un referente. Para Yen Air, este dato dista mucho de afirmar ser referentes en el ámbito, pero sí autores a tener en cuenta en futuros textos si siguen investigando sobre el Pensamiento Computacional.

Estos análisis realizados sobre los autores, denotaron un incremento sustancial entre el género femenino como autoras e investigadoras principales. Esto provocó que se analizaran los datos, obteniendo que más del 50% de la muestra estaba dirigida por mujeres y, además, sus publicaciones están alojadas en índices de calidad superiores a los textos de sus homónimos masculinos. Las mujeres destacan, por tanto, en este ámbito de investigación, en los últimos años, como demuestran la calidad de sus producciones científicas y el número en comparación con los varones.

El siguiente elemento que alimenta el marco documental son las áreas temáticas y disciplinas de las revistas en las que están publicados los textos de las revistas. De nuevo, este

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

tipo de análisis no se puede encontrar en Revisiones Sistemáticas de la Literatura anteriores. Sin embargo, el resultado del análisis ofrece información para futuros proyectos, dado que los investigadores podrán optar por un amplio ámbito de publicación más allá del educativo y las Ciencias Sociales.

Ya Hsu et al. (2018) analizaron el siguiente elemento documental, el país, dado que analizaron las publicaciones de forma geográfica. Así, se puede apreciar cómo Estados Unidos se mantiene como primera potencia y España como segunda. Sin embargo, la diferencia se ha recortado notablemente, de 55 a 10. Si bien en la presente revisión Grecia se iguala a Reino Unido y China en publicaciones, dato muy similar al aportado por la revisión anterior, es Turquía quien ha sufrido un aumento que le ha permitido situarse en tercer lugar. Un hecho justificado con la introducción del Pensamiento Computacional en el currículum oficial de Turquía en el año 2016.

El penúltimo elemento que añade valor al análisis de los documentos son los tipos de investigación. Aunque Kakavas y Ugolini (2019) analizan las herramientas usadas para la extracción de datos en sus prácticas, el enfoque y el método de investigación no han sido analizados. Si bien este nuevo dato proporciona una visión global de las investigaciones realizadas en estos últimos años, serán las futuras investigaciones las que se podrán nutrir de dichos resultados y buscar así investigaciones menos desarrolladas como nichos de posible investigación.

La muestra de las prácticas es el último elemento que pertenece al marco documental. Y, aunque se trata de un dato estadístico, se puede observar cómo los porcentajes se mantienen en el tiempo. En la revisión sistemática de la literatura realizada por Kakavas y Ugolini (2019), el

58,13 % de las muestras eran inferiores a 100, mientras que, en el presente texto, el porcentaje sube a los 66,93 %. Las superiores a 100 suponían el 37,20 % y en la actualidad 25,53 %.

Por último, se procede a analizar el marco pedagógico, comenzando por el tipo de prácticas educativas que se llevaron a cabo. Y es que Hsu et al. (2018) detectaron que el 74 % de las investigaciones se llevaron a cabo en contextos formales de enseñanza. Sin embargo, en la actualidad se ha generado un equilibrio entre el contexto formal y no formal, manteniendo ambos un 48 %. Asimismo, aparece, por primera vez, un 4 % de prácticas que se llevan a cabo en ambos contextos de forma combinada.

Este dato lleva a preguntar en qué niveles educativos de la educación formal se introduce el Pensamiento Computacional. Ya en Kakavas y Ugolini (2019), la Educación Primaria era la principal elección de los investigadores con un 58,49 % y, aunque ha disminuido, lo sigue siendo en la actualidad, con un 40,02 %. Sin embargo, los estudios superiores han sufrido un crecimiento de un 7,54 % a un 20,01 %. Y, aunque ha crecido de un 7,54 % a un 9,66 %, Educación Infantil sigue siendo la opción que menos investigadores eligen para desarrollar sus prácticas.

El siguiente elemento que nutre el marco pedagógico son las asignaturas en las que se llevan a cabo las prácticas de los textos. Como se pudo ver, la Programación, las Ciencias de la Computación y las Matemáticas dominaban la muestra; de hecho, es un resultado exponencial al obtenido por Hsu et al. (2018). Mientras que la Programación lideraba con un 25,40 %, en la actualidad lo hace con un 63,48 %; un porcentaje que supera la suma de las tres dominantes con un 55,72 %. Un efecto colateral del hecho de permitir la afirmación de que el Pensamiento Computacional es aprender a programar.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Es por eso la importancia del tipo de recurso, conectado o desconectado, que se utilice. Kakavas y Ugolini (2019), en su revisión, ya tuvieron en cuenta este elemento. Sus resultados mostraban que los recursos digitales suponían un 64,15 %, frente al 40 % actual. Esta disminución se produce en pro de los recursos desenchufados, que aumentan del 18,86% al 40 %. Una subida que también experimentan los recursos combinados o mixtos, que sufren un aumento del 4,91 %. Sin embargo, es la primera vez que estos datos se cruzan con el nivel educativo, donde se puede apreciar mejor cómo están distribuidos los recursos dependiendo de la etapa educativa. Unos resultados que aportan profundidad a los ya obtenidos anteriormente y, por supuesto, al marco pedagógico.

Aunque los resultados dotan al marco con un potencial indiscutible, comparados con los datos de Kakavas y Ugolini (2019), se puede apreciar una similitud patente. Tanto, que hasta los datos desde una perspectiva de género se encuentran en la misma posición, la sexta. Por tanto, su importancia no radica en la frecuencia, sino en lo que los autores aportan al conjunto. Sin embargo, uno de los elementos que más potencia el marco pedagógico son los 119 recursos recopilados de los textos. Mientras que Hsu et al. (2018) recopilaron los lenguajes de programación que se utilizaban en las prácticas que analizaron, la actual revisión recoge una clasificación completa de recursos digitales y analógicos, junto a proyectos, repositorios, test y herramientas, proporcionando un apoyo para la comunidad educativa que trabaja el Pensamiento Computacional.

El último elemento, que cierra el marco pedagógico, se trata de la formación de los docentes involucrados en las prácticas analizadas. Los datos que se obtienen muestran una necesidad y una posible prospectiva. Es una dimensión que, hasta ahora, no se había abordado

desde otras revisiones sistemáticas y que se debería tener en cuenta en futuras investigaciones, para así, seguir formando más docentes.

A la vista los resultados de la presente revisión sistemática de la literatura se puede concluir con la necesidad de un planteamiento educativo adecuado para la implementación del Pensamiento Computacional. Se requiere de un conocimiento del concepto en su conjunto, sus tres dimensiones, de su didáctica y no únicamente de la aplicación de herramientas tecnológicas. El equilibrio generará un *triforce* necesario para obtener resultados profundos con la implementación del Pensamiento Computacional. Sin embargo, esta interconexión exige un proceso de aprendizaje, reflexión y organización.

La formación docente no puede ser, por tanto, óbice para su implementación. Se ha apreciado la necesidad de aumentar las prácticas tanto en docentes en formación como en docentes en activo. Y, aunque los datos son alentadores, debemos ser conscientes de que cada docente bien formado implica un aula abierta al Pensamiento Computacional. Un aula que se beneficiará de su potencial educativo, el cual no busca únicamente una mejora del rendimiento académico, sino la motivación, la autonomía, el desarrollo de habilidades del siglo XXI y el pensamiento lógico, la innovación y, por supuesto, un aprendizaje para el futuro.

9.2. Discusión Segundo Estudio

El estudio prospectivo Delphi ha seguido todas las pautas del procedimiento y gracias a ello ha sido posible vislumbrar qué es el Pensamiento Computacional o qué impacto puede tener en los discentes, dentro de la «dimensión conceptual»; hacia dónde debe dirigirse la práctica en el futuro, cómo debe afrontarse su inclusión en el sistema educativo o qué estrategias

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

metodológicas se pueden usar, dentro de la «dimensión curricular»; o qué necesitan los docentes, dentro de la «dimensión formativa».

Para dar respuesta, por tanto, a las preguntas de investigación establecidas inicialmente, se ha procedido a analizar los resultados obtenidos en las tres dimensiones. Así, las afirmaciones consensuadas más importantes de este estudio Delphi pueden ser exploradas desde las tres categorías y comparadas con los estudios precedentes a la misma.

A la hora de confeccionar una definición del Pensamiento Computacional entre todas las ideas originales de los miembros del panel destacaron tres áreas: habilidad del siglo XXI, matemáticas y tecnología. Las tres definiciones que más consenso obtuvieron, curiosamente, encajaban, cada una, con un área concreta. Quien obtuvo la primera posición, «Es una forma de resolución de problemas/proyectos basado en la descomposición del problema general en pequeños problemas más simples que una vez resueltos facilitan la resolución compleja del problema final.», pertenece al área matemática. Además, es una definición que encaja a la perfección con la establecida por autores de referencia como Wing (2006) o Perković et al. (2010), aunque se aleja de otras definiciones más arraigadas a las ciencias o la programación (Grover & Pea, 2013). Es una definición, en definitiva, que desconecta el Pensamiento Computacional de las Ciencias de la Computación, como defienden Barr y Stephenson (2011).

Más de 100 elementos fueron recogidos cuando se preguntó a los expertos por ideas o conceptos relacionados con el Pensamiento Computacional. Sin embargo, una vez categorizados en 15 establecieron 4 en las primeras posiciones: «descomponer un problema», «aplicar la lógica», «pensamiento crítico» y «aprender». Todas ellas están incluidas en la recolección de conceptos en torno al Pensamiento Computacional realizada por (Basogain Olabe et al., 2015),

siendo, además, coincidentes la primera posición en ambos. Si bien, el segundo y tercer puesto de la jerarquía son comunes, es satisfactorio ver como «aprender» se encuentra entre las primeras. Y es que, el Pensamiento Computacional no se trata de hablar con las máquinas (Balagurusamy, 2009), sino de desarrollar habilidades y capacidades de razonamiento y creatividad.

Se puede concluir así, que la «dimensión conceptual» ha sido reforzada con una definición del término concisa y práctica, que atiende al núcleo mismo del Pensamiento Computacional sin incluir matices que puedan llevar a confusión o error. Además, su estructura es reforzada con esas cuatro ideas clave que matizan de qué se está hablando cuando hablamos del concepto.

Ante el desafío de descifrar qué es lo que desarrolla el Pensamiento Computacional los expertos evidenciaron 64 elementos, que fueron categorizados bajo 5 paraguas que los aglutinaron: «competencias», «habilidades básicas», «pensamientos» y «habilidades transversales». Una sexta categoría fue creada inicialmente «conocimiento», pero bajo consenso determinaron que los contenidos trabajados marcarían el sino de los conocimientos adquiridos. Y es que, efectivamente, si desarrollo el Pensamiento Computacional alrededor de un tema científico tendrá diferentes resultados que si lo hago con uno humanístico.

Las dos competencias más relacionadas con el Pensamiento Computacional, por consenso de los expertos, fueron «aprender a aprender» y la «competencia digital». Si bien, existen autores, como Llopis et al. (2018), que no encuentran una relación directa entre la Competencia Digital y el Pensamiento Computacional, hasta ahora las autoridades, tanto europeas como españolas, tienen como hoja de ruta vincular ambos conceptos (European

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Union, 2020; Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2020). Dado que la competencia incluye la resolución de problemas como parte del saber hacer, parece lógico dicha unión. Sin embargo, los miembros del panel dieron mayor relevancia a la competencia «aprender a aprender»; un estudio reciente realizado por Gargallo López et al. (2020) evidencia la relación cognitiva de la competencia con el pensamiento crítico y creativo, así como la relación metacognitiva con la resolución de problemas, entre otros. Indistintamente, de vincular más a una que a otra, cabe destacar la interdisciplinariedad de ambas competencias clave.

En cuanto las habilidades básicas del Pensamiento Computacional, el panel de expertos otorgó más relevancia a la «descomposición», «abstracción» y «algoritmización». Si bien todas las habilidades son importantes para un buen desarrollo del concepto (Grover & Pea, 2013), se evidencia que la división, la simplificación y el orden son las habilidades visiblemente más vinculadas. Por otro lado, los pensamientos más destacados por el panel fueron el «creativo», el «crítico» y el «lógico», un hecho que no destaca al comprender su relación con el concepto. Aunque si llama la atención que la primera elección fuera el pensamiento creativo. Si bien desde la teoría el pensamiento crítico es quien más se nutre del Pensamiento Computacional, éste necesita del pensamiento creativo para nutrirse; en muchas ocasiones se requiere romper con lo conocido para resolver el problema.

For example, many children are held back in their learning because they have a model of learning in which you have either "got it" or "got it wrong." But when you learn to program a computer you almost never get it right the first time. Learning to be a master programmer is learning to become highly skilled at isolating and correcting "bugs," the parts that keep the program from working. The question to ask about the program is not

whether it is right or wrong but if it is fixable. If this way of looking at intellectual products were generalized to how the larger culture thinks about knowledge and its acquisition, we all might be less intimidated by our fears of "being wrong." This potential influence of the computer on changing our notion of a black and white version of our successes and failures is an example of using the computer as an "object-to-think-with." (Papert, 1980, p. 23)

Basándonos en las habilidades básicas y los tipos de pensamiento escogidos, no sorprende que, entre las 12 habilidades transversales relacionadas con el Pensamiento Computacional, el panel de expertos escogiera la «creatividad» y la «organización» en las posiciones 1 y 3. Sin embargo, en segundo lugar jerarquizaron «Entender el error como parte del proceso de aprendizaje», y es que el sistema educativo transmite la idea del error como algo negativo (Papert, 1980). Por tanto, se convierte en una habilidad transversal esencial dado que desde el error construimos un nuevo aprendizaje.

Por suerte nacimos para aprender, lentamente, de forma segura, tropiezas, resbalas, te arrastras, fallas y caes, hasta que un día caminas. Cada equivocación hace que tu cerebro sea un poco más fuerte. Fallar es sólo otra forma de decir crecer, pero continua. Eso es aprender. (Salman Khan, 2015, 0:15)

Las motivaciones que deben impulsar la inclusión del Pensamiento Computacional en el sistema educativo partieron de más de 50 referencias en el primer debate. Con ánimo de centrar el mismo se categorizaron en 6. Así, el panel de expertos, en el segundo debate estableció como las tres motivaciones más relevantes el «Desarrollo integral del estudiante como persona», el «Desarrollo de las Competencias Clave» y el «Aumento de la motivación del estudiante». Las

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

tres elecciones giran en torno a los discentes alejando del debate cualquier motivación que no esté vinculada a ellos y ellas. Y es que, una nueva ecología del aprendizaje no puede estar motivada sino por la potencialización de que los estudiantes comprendan mejor cómo funciona su mundo, a la vez que aprenden a resolver problemas (Johnson et al., 2014) y se encuentran motivados (Mouza et al., 2020).

Los expertos consensuaron en el primer debate que la metodología necesaria para un desarrollo óptimo del Pensamiento Computacional debía incluir tres componentes básicos como son: activa, basada en la resolución de problemas complejos y donde el docente debe ser un guía del proceso de aprendizaje. Del mismo modo, existió consenso en que el desarrollo debía comenzar cuanto antes, si fuera posible desde que son infantes; una posición defendida ya por autores como Papert (1980) y Bers et al. (2014).

Ante la disyuntiva de qué recursos utilizar en etapas iniciales y progresivas el panel coincide con los resultados obtenidos por autores como Moreno León et al. (2016), en los que se evidencia que no todas las herramientas y recursos obtienen los mismos resultados en las mismas edades. Esta idea explica por qué las tres primeras posiciones de la jerarquía la ocupan recursos tangibles y las otras tres digitales; así, se propone desarrollar el Pensamiento Computacional desde niveles más materiales (juegos de mesa o robótica) a niveles más abstractos (programación visual o lenguajes de programación tradicionales). Por tanto, no existe un recurso educativo o material concreto, sino todos aquellos que permitan la resolución de un problema complejo.

Si bien los miembros del panel tenían claro que el Pensamiento Computacional debía incluirse en el sistema educativo, era en el cómo donde no existía un consenso claro. Fue en el

segundo debate dónde establecieron como la forma preferida de hacerlo era «De forma transversal trabajando en varias asignaturas». Una idea que coincide con la gran mayoría de autores que defienden la transversalidad del Pensamiento Computacional (Goode et al., 2014; Grover & Pea, 2013). Sin embargo, esta idea se ve enfrentada a la rigidez e inmovilidad de un sistema educativo muy limitante.

[...] existe una descripción muy pormenorizada del currículo, una característica frecuente en la legislación educativa española, que deja un margen muy estrecho a docentes y centros educativos para contextualizar y adaptar los diseños curriculares. Especialmente, los criterios de evaluación poseen un nivel de concreción tan elevado y son tan numerosos, que condicionan la metodología docente y sus posibilidades de crear entornos de aprendizaje flexibles. (Valverde-Berrocoso et al., 2015, p.12)

Finalmente, las implicaciones positivas que tiene incluir el Pensamiento Computacional en el proceso de aprendizaje vienen avaladas por un gran número de investigaciones (Arfé et al., 2020; Egbert et al., 2021; García-Valcárcel Muñoz-Repiso & Caballero-González, 2019; Miller, 2019), de las más recientes. Y es que sólo un 11,4 % de los expertos consideraría negativo su introducción, no por el Pensamiento Computacional en sí, sino por la situación actual del sistema educativo.

Así, se concluye la «dimensión curricular», donde la investigación ha reforzado la relación entre el Pensamiento Computacional y la Competencia Digital y, al mismo tiempo, abre una nueva línea de investigación con la Competencia Aprender a Aprender. Se ha aportado la importancia de un orden creativo y se refuerza la idea de la desestigmatización del error. Y, aunque, no se establece una forma concreta de inclusión se ha evidenciado al discente como

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

centro del aprendizaje, una graduación de los recursos educativos de materiales a intangibles y, todo ello, de forma transversal al currículo.

La formación del profesorado y el Pensamiento Computacional conforman la última área de estudio: la «dimensión formativa». Será abordada desde tres perspectivas: problemáticas para la formación docente, la Competencia Digital Docente y, finalmente, las condiciones de calidad.

Una vez recogidas los diferentes problemas a los que se debe hacer frente se categorizaron en 4 amenazas, 5 barreras y 8 limitaciones. El panel de expertos jerarquizó los ítems de cada categoría obteniendo los siguientes resultados: «Pensar que Pensamiento Computacional e Informática son lo mismo.» como la mayor amenaza a la que se debe hacer frente; «La inseguridad de los docentes ante la innovación.» como la mayor dificultad; y «La formación inicial del profesorado en Pensamiento Computacional.» como la mayor limitación.

Los miembros del panel coinciden con autores como Basogain Olabe et al. (2015) en la idea de desvincular el Pensamiento Computacional de las manos de la Ciencia Computacional. Pues precisamente autores como Pea y Kurland (1984) y organismos como el Ministerio de Educación y Formación Profesional y INTEF (2018) vinculan, con cierto desatino, ambos conceptos; que aunque tengan una relación patente no es la única existente. Sin embargo, son unas afirmaciones que alejan a parte del claustro.

Cuando se piensa en introducir el Pensamiento Computacional en un aula, se debe recordar que se está introduciendo una nueva especie invasora en sus ecosistemas. Este hecho provoca en algunos docentes una sensación de intimidación ante el cambio: “with one teacher even indicating being “scared” to try programming” (Cabrera, 2019, p.317). Ese miedo provoca

una inseguridad que no permite al docente ver el Pensamiento Computacional como un aliado, sino que este es catalogado como un enemigo.

Por último, el límite más acuciante es la formación inicial. Esto es debido a que no se forma en Pensamiento Computacional; se forma en herramientas o materiales educativos concretos. Aunque el objetivo marcado parece positivo, pues intenta presentar el Pensamiento Computacional como un elemento innovador y sencillo de implementar, en realidad se está instruyendo a los docentes en el uso de un determinado recurso. Y, entonces, tal y como evidencia Cabrera (2019) no se integrará el tipo de pensamiento que los investigadores recomiendan.

Ante la cuestión de si el Pensamiento Computacional debe estar incluido dentro de la Competencia Digital Docente, el 94,3 % de los miembros del panel respondieron afirmativamente. Un dato que no sorprende al existir un porcentaje similar que estaba a favor de incluirlo en la competencia clave de los docentes. Apoyada en los razonamientos anteriormente expuestos, los expertos evidencian así la necesidad de un cambio en la formación en competencias de los docentes.

Por último, se introdujo un último elemento de debate al panel: las condiciones de calidad que deberían darse en la formación del profesorado. Las 62 referencias recogidas se categorizaron en 5 grandes condiciones previas y fueron llevadas de nuevo a debate. Así, los expertos otorgaron la posición 1 de 5 a la «Formación Docente específica en Pensamiento Computacional.» como la de mayor importancia. Y es que la formación de docentes en activo y de futuros docentes no puede estar basada en la inclusión de la tecnología sin un propósito pedagógico (Valverde-Berrocoso, 2015), para buscar la innovación, o diseñar dichas formaciones

El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

partiendo de la idea de que los docentes son simples receptáculos vacíos que deben ser rellenados con teorías (Hammerness et al., 2007).

Las aportaciones, por tanto, a la «dimensión formativa» refuerzan la, imperiosa, necesidad de acercar al claustro hacia el Pensamiento Computacional. Para ello, se debe desligar el concepto de la informática y mostrarlo como una competencia transversal intemporal, una perspectiva que conseguirá atraer nuevos adeptos. Asimismo, es necesario una formación de calidad, que debe encontrar el equilibrio entre el contenido teórico (transversalidad) que rodea al Pensamiento Computacional y los recursos didácticos que tiene a su disposición (temporalidad).

9.3. Conclusiones

El viaje que comenzó en el año 2015 parece llegar a su final. Como Ulises, se regresa al hogar con el bagaje de lo aprendido. Con un desarrollo profesional fruto de los aciertos y de los errores, de las victorias y las derrotas. Llega el momento de analizar y de reflexionar sobre qué se ha aprendido, qué se ha descubierto y qué ha aportado esta Odisea.

Al inicio, se contemplaron seis Objetivos Específicos que pretendían dar respuesta a dos Objetivos Generales marcados para corresponder a las siete Preguntas de Investigación. Por tanto, en primer lugar, analizaremos su grado de consecución. A continuación, se aportará a la inteligencia colectiva tres conclusiones relacionadas directamente con el Pensamiento Computacional y su desarrollo pedagógico. Estas conclusiones iniciales se han denominado «Conclusiones Cerradas» dado que se han finalizado con la elaboración de la presente Tesis Doctoral.

9.3.1. PI1 ¿Cómo se ha conceptualizado el Pensamiento Computacional?

Esta primera cuestión se ha desarrollado a través de las dos investigaciones realizadas. En primer lugar, a través de la Revisión Sistemática de la Literatura, se elaboró una red conceptual sobre el Pensamiento Computacional que ninguna investigación hasta ahora había elaborado, y se analizaron las dimensiones del concepto. A saber: «Conceptual», «Práctica» y «Perspectiva». Asimismo, el segundo estudio complementa esta primera pregunta de investigación con una definición concisa y práctica del Pensamiento Computacional, definiendo sus características en torno a la descomposición de un problema. Ambas acciones concurren en establecer un marco conceptual actual del Pensamiento Computacional (OE1).

Por otro lado, el análisis llevado a cabo sobre las últimas publicaciones realizadas acerca del Pensamiento Computacional en el primer estudio han permitido escudriñar actuales referentes, a través de los mapas de co-autoría y co-citación, o los tipos de investigación llevados a cabo en los últimos años. Acciones que han permitido realizar un análisis de las características documentales de las publicaciones relacionadas con la práctica educativa del Pensamiento Computacional (OE2).

9.3.2. PI2 ¿Cómo se ha incluido el Pensamiento Computacional en el currículo académico?

El recorrido realizado en el Capítulo III de la presente Tesis Doctoral ha permitido observar cómo se ha incluido el Pensamiento Computacional en la legislación educativa. Se ha evidenciado la evolución de los currículos y las decisiones que se han tomado tanto a nivel internacional, nacional y autonómico. Este capítulo permitió un análisis de la relación existente entre el Currículo y el Pensamiento Computacional (OE5).

El pensamiento computacional y su integración en el currículo: tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

En el primer estudio, concretamente en el marco pedagógico, se analizaron los tipos de prácticas educativas que se han llevado a cabo en los últimos años, así como los niveles educativos en los que se realizan y las asignaturas en las que se han realizado las prácticas educativas. Tres acciones que permiten reflexionar sobre la dimensión pedagógica del Pensamiento Computacional y su relación con el currículo (OE3, OE4 y OE5).

9.3.3. PI3 ¿Cómo se trabaja el Pensamiento Computacional actualmente en la práctica educativa?

De nuevo, el recorrido realizado a través del Capítulo III finalizó con el modo en el que el currículo oficial determina cómo se debe trabajar el Pensamiento Computacional en el aula. Sin embargo, los resultados del segundo estudio indican que el Pensamiento Computacional debe buscar el desarrollo integral del discente a través de una metodología activa basada en la resolución de problemas complejos. Se debe trabajar, por tanto, el Pensamiento Computacional de forma interdisciplinar. Estos resultados han permitido, de nuevo, reflexionar sobre la dimensión pedagógica del Pensamiento Computacional (OE3).

9.3.4. PI4 ¿Qué iniciativas se llevan a cabo para promover el Pensamiento Computacional?

Son múltiples las iniciativas que se están llevando a cabo a nivel internacional, nacional y autonómico, tal y como se pudo observar en el Capítulo III, donde se recogen más de una veintena de iniciativas. Asimismo, fruto del segundo estudio, se identificaron múltiples iniciativas llevadas a cabo en todo el mundo, gracias al carácter internacional del estudio Delphi. Así, el desarrollo de la presente Tesis Doctoral ha permitido identificar más de treinta proyectos

que buscan el desarrollo del Pensamiento Computacional. La identificación y análisis de estas iniciativas (OE2) ayudan en el establecimiento del marco conceptual actualizado (OE1).

9.3.5. PI5 ¿Cómo se forman los docentes para incluir el Pensamiento Computacional en su práctica educativa?

La formación del profesorado no había sido abordada desde las revisiones sistemáticas de la literatura analizadas. Y los resultados son contundentes, pues, si se desea implementar el Pensamiento Computacional en la práctica educativa, los docentes (en formación y en activo) deben recibir una formación de calidad. Se debe desvincular el Pensamiento Computacional de la Ciencia Computacional y acercar el claustro a la posibilidad de Resolver Problemas Complejos a través del concepto. En este sentido, los expertos fueron concluyentes al determinar la necesidad de abandonar la práctica actual de formar en herramientas o materiales educativos concretos y formar a los docentes en el desarrollo íntegro del Pensamiento Computacional.

Así, a través de ambos estudios se pudo indagar en los factores que intervienen en la Formación del Profesorado en torno al Pensamiento Computacional (OE6), obteniéndose como resultado la idea de incluir el concepto en la Formación del Profesorado con un enfoque complementario, independientemente del contenido en el que están especializados (Yadav et al., 2011).

9.3.6. PI6 ¿Qué recursos didácticos se utilizan para desarrollar el Pensamiento Computacional?

Aunque las investigaciones mueven el foco de atención de las herramientas o recursos didácticos hacia el concepto de Pensamiento Computacional, el desarrollo de ambas

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

investigaciones muestran una gran variedad de recursos disponibles para la práctica educativa. En la actualidad, se utilizan recursos tanto digitales como analógicos en proporciones similares, pudiéndose elegir entre ellos dependiendo del nivel de desarrollo del Pensamiento Computacional y la edad de los discentes.

La primera investigación reunió 119 recursos educativos con los que se puede desarrollar el Pensamiento Computacional, recogidos en el Anexo II. La segunda investigación resaltó 37 recursos nuevos, accesibles desde el Anexo VII. O lo que es lo mismo, la presente Tesis Doctoral ofrece un catálogo de 156 recursos educativos con los que desarrollar el Pensamiento Computacional (véase el Anexo VIII). El diseño de este catálogo, con su identificación y clasificación (OE2), refuerzan el marco actualizado sobre el Pensamiento Computacional (OE1).

9.3.7. PI7 ¿Cuáles son las expectativas del Pensamiento Computacional en la educación del futuro?

La Revisión Sistemática de la Literatura deja ver cómo el número de publicaciones sigue en un alza exponencial. El Pensamiento Computacional no ha llegado aún a su techo; al contrario, se sigue investigando en cómo mejorar su desarrollo, cómo implementarlo mejor en la práctica educativa, o qué recursos didácticos son los más útiles.

Asimismo, estudios recientes detectan un cambio en la percepción de los docentes hacia el Pensamiento Computacional. Se abandonan las creencias iniciales vistas con anterioridad y se comienza a percibir como un método de resolución de problemas o formas de pensar una solución para un problema, ya sea haciendo uso de la tecnología o no (Corradini et al., 2017; Fessakis & Prantsoudi, 2019; Ling et al., 2017; Yadav et al., 2017). Esta nueva visión abre la

puerta a un claustro que miraba con escepticismo la codificación o la robótica. Ambas reflexiones ahondan en el análisis sobre la dimensión pedagógica del Pensamiento Computacional (OE3 y OE5).

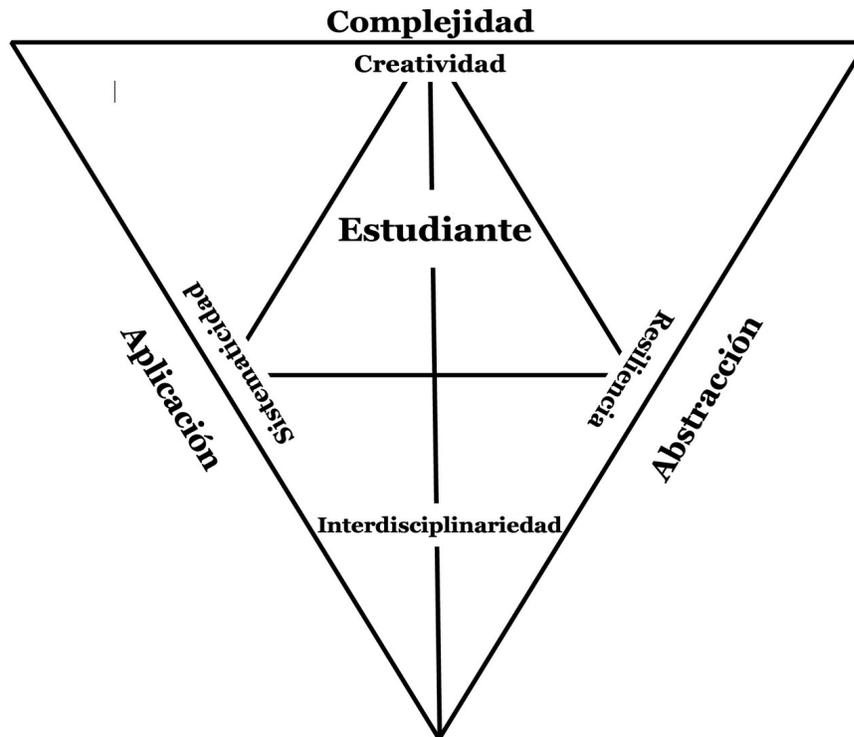
A lo largo de las siete Preguntas de Investigación se ha podido observar cómo se han logrado los seis Objetivos Específicos. Asimismo, el Objetivo General 1 estaba relacionado intrínsecamente con el primer estudio realizado. Así, a través de los seis Objetivos Específicos se ha descrito y analizado el estado actual del Pensamiento Computacional en su dimensión educativa. Un hecho similar ocurre con el Objetivo General 2 y el segundo estudio realizado. En esta ocasión a través de la consecución de todos los Objetivos Específicos, a excepción del OE2, se ha podido identificar y valorar el futuro del Pensamiento Computacional en la práctica educativa.

Fruto de las investigaciones realizadas y de las conclusiones alcanzadas, se propone el modelo representado en la Figura 67. En él, se puede observar al estudiante en el centro, dado que la inclusión del Pensamiento Computacional debe buscar el desarrollo íntegro del sujeto. Quien debe hacer uso de su capacidad de idear o «creatividad», de su capacidad de superponerse al error y aprender de él o «resiliencia», y de su capacidad de ordenar o «sistematicidad», para hacer frente a un problema complejo. Juntas, estas tres capacidades permiten al discente reducir la «complejidad» descomponiendo en problemas más sencillos de resolver, permitiéndole separar los elementos que componen esos problemas a través de la «abstracción» y llevarlos a su contexto próximo, donde se llevará a cabo la «aplicación». De esta forma, se dará solución a un Problema Complejo teniendo en cuenta siempre la interdisciplinariedad del mismo.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Figura 67

Marco teórico para el desarrollo del Pensamiento Computacional (Procesos, Relaciones y Habilidades) - PC_prh



Antes de finalizar, se propone una última cuestión con referencia a la dimensión «Conceptual», propuesta por Brennan y Resnick (2012). Visto el marco teórico, los resultados obtenidos y en base a las conclusiones realizadas, se plantea la siguiente aportación a dicha dimensión. Y es que el elemento más simple que contemplan los autores es la «Secuencia», que definen como el conjunto de órdenes, comportamientos o acciones. Sin embargo, partiendo del modelo de Jonassen (2011), se propondría la inclusión de un nuevo componente denominado «Decisión». Se trataría de un elemento anterior a la creación de una «Secuencia» que estaría

compuesto, tal y como defiende su autor, por las creencias y el contexto de la persona y el problema.

Finaliza este capítulo con lo que se ha denominado «Conclusiones Abiertas» o descubrimientos que deben seguir siendo explorados en futuras investigaciones de sus respectivos campos. Se han detectado tres cuestiones no planteadas inicialmente en el conjunto de preguntas de investigación que, sin embargo, no deberían ser obviadas: formación inicial del profesorado, perspectiva de género y diversidad.

Dado que la mayoría de los currículos en el ámbito internacional y nacional incluyen el Pensamiento Computacional, parece lógico que el concepto, su desarrollo y los recursos educativos deben formar parte de la Formación Inicial del Profesorado, de todos los niveles educativos: Grado en Educación Infantil, Grado en Educación Primaria y Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria.

En el proceso de investigación de la Revisión Sistemática de la Literatura se detectó un aumento sustancial en el número de autoras. Efectivamente, más de la mitad de la muestra estaba dirigida por mujeres. Es la primera vez que una investigación de este tipo en el campo del concepto estudiado recoge este dato. Mas, aun así, es un dato que contrastaba con la historia vinculada al Pensamiento Computacional, donde la figura predominante siempre había sido la masculina.

Sin embargo, de los 145 artículos analizados en la primera investigación, tan sólo 10 buscan resultados con perspectiva de género. Y, en general, se refieren a la segregación de resultados en base al género y no propuestas de investigación profundas sobre la perspectiva de género y su relación con el Pensamiento Computacional.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

La última conclusión tiene relación directa con la diversidad de las aulas. Únicamente un artículo de toda la muestra está enfocado a la atención a la diversidad. Morrison et al. (2020) trabaja el Pensamiento Computacional con niños y niñas invidentes. Y es que, si se tiene la intención de incluir el concepto en la práctica educativa de todos los niveles educativos, como han mostrado al incluirlo en el currículo de Educación Infantil, Primaria y Secundaria, debemos tener la atención a la diversidad de nuestras aulas muy presente. La presente Tesis Doctoral evidencia la necesidad de seguir investigando en esta línea de forma acuciante.

Capítulo 10. Limitaciones, Prospectiva y Difusión

La presente Tesis Doctoral está conformada por dos estudios de investigación interrelacionados entre sí, dando como fruto de sus resultados una discusión y conclusiones. Sin embargo, como cualquier investigación se ha enfrentado a «limitaciones» que no se han podido superar, deberá hacer frente al posible futuro, con un análisis en base a la «prospectiva», que le espera y, por supuesto, merece la «difusión» necesaria para nutrir a la comunidad educativa con sus aportaciones.

10.1. Limitaciones

Cualquier proceso de investigación está sometido a posibles limitaciones que deben ser tenidas en cuenta ante la valoración de los resultados obtenidos. En la presente tesis doctoral se han detectado al menos 6 límites entre los dos estudios realizados, relacionados con la experiencia, las bases de datos o las estrategias de aprendizaje en el caso de la revisión sistemática de la literatura y la experiencia, la perspectiva de género y la herramienta del debate en el caso del estudio prospectivo Delphi.

La experiencia es un factor importante a la hora de realizar un estudio, concretamente en una revisión sistemática de la literatura es fundamental. La experiencia previa ha permitido realizar una investigación de calidad, pero que se encuentra limitada al conocimiento de la metodología. Si se comparan la primera revisión con la actual se apreciarán los cambios producidos por la experiencia, al igual que pasará con las futuras revisiones.

Para esta revisión sistemática de la literatura se establecieron únicamente dos bases de datos; este límite provoca que muchos artículos no indexados se queden fuera de la muestra. Por

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

ende, aunque el estudio permite conocer el estado de la cuestión es cierto que aún hay muchas más prácticas educativas y estudios que podrían aportar más a la realidad del Pensamiento Computacional. Al igual que ocurre con los límites producidos por escoger únicamente artículos científicos, dejando fuera publicaciones en congresos, libros y tesis doctorales. Por tanto, aunque ambos son criterios establecidos en favor de la calidad, se debe reconocer la limitación existente.

El último límite del estudio se encuentra en el generado por los propios autores de los artículos. Si bien otras revisiones de la literatura incluyen las estrategias de aprendizaje seguidas por los investigadores para desarrollar sus prácticas educativas, se trata de una categorización no objetiva al no estar detallada por los autores en sus textos. Es cierto, que se puede intuir o descubrir a través de los elementos que detallan en la mayoría de ocasiones queda a la discreción del lector. Es por ello que se auto impuso este límite, para, así, garantizar la calidad de la investigación frente a la subjetividad que requería el proceso.

El éxito de un estudio prospectivo Delphi, como ocurre en muchas otras investigaciones, depende en gran medida de la experiencia previa. En esta ocasión, se trata de la primera investigación y, por ende, un limitante muy importante. Un hecho que se hace patente, por ejemplo, en el índice de experiencia experta y las dificultades presentadas para su cálculo o con la duración de las iteraciones de debate. Futuras prácticas se verán mejorada su calidad gracias a la experiencia obtenida.

La perspectiva de género estuvo presente en la confección del panel de expertos desde el comienzo. La visibilidad de la mujer en este campo de estudio es muy limitada y se intentó conseguir la participación del mayor número de mujeres posibles. Mas la carga de trabajo

Capítulo 10. Limitaciones, Prospectiva y Difusión

añadida no pudo ser asumida por muchas de las mujeres con las que se estableció contacto. De nuevo dar las gracias a todas las mujeres que participaron en el panel de expertos por asumir la responsabilidad de participar aún cuando por sus circunstancias personales les era muy complejo, gracias. Sin embargo, aunque el porcentaje de participación es elevado no es suficiente para no convertirse en un limitante de la perspectiva de género.

La última limitación detectada en el segundo estudio tiene que ver con la herramienta utilizada para generar el debate en la segunda iteración. Y es que este tipo de cuestionarios deberían incluir las denominadas preguntas control que garantizan la calidad de las respuestas indicadas. Aunque esta idea estuvo presente durante el diseño, se decidió no realizarla debido a la complejidad del mismo. Se ha de recordar que se trataba de preguntas, en algunos casos, con más de 10 elementos a valorar; la aplicación usada para crear el cuestionario establecía una dificultad muy alta, incluir preguntas control aumentaría aún más la dificultad con los riesgos que ello conlleva.

10.2. Prospectiva

El ciclo investigativo llega a su fin, a la hipótesis inicial se ha dado respuesta y los objetivos fijados se han superado. Mas este cierre sugiere como resultado una base científica estable sobre la que seguir construyendo tanto conocimiento como experiencia. Así, se perfilan futuras acciones relacionadas con publicaciones, futuras investigaciones y proyectos.

[...] En pedagogía no hay recetas. Esto no es como cuando uno va al médico y le extiende, ¿no?, la receta. Vale, yo desde el punto de vista teórico lo asumo, por supuesto. Pero si que hay un profesional que una vez que detecta el caso: lo analiza, tiene todos los

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

indicadores de la situación; si que tiene que ser capaz de ofrecer una solución. Lo que no puedes es que la solución venga en un informe de 100 páginas en el que dices que hay 7 modelos teóricos en los que te puedes apoyar y, ahora, afronta tú el problema de tu aula y resuélvelo, ¿no?. Eso no tiene sentido. Hay que llegar y saber dar soluciones a los problemas reales que tiene la educación. (Serrano-Sánchez, 2021, 19:03)

Por un lado se llevará a cabo la publicación de los dos estudios realizados en revistas de impacto y alcance internacional. La revisión sistemática de la literatura, debido a su alcance global, se publicó, en inglés, en la revista *Science Education* bajo el título “Computational Thinking and Educational Technology: A Scoping Review of the Literature” (Acevedo-Borrega et al., 2022). El estudio prospectivo Delphi, debido a su alcance nacional, se publicará, en castellano, en una revista de impacto.

En la actualidad el Ministerio de Educación y Formación Profesional se encuentra realizando la actualización del currículo de Educación Infantil y Primaria. En los borradores de los reales decretos incluyen el Pensamiento Computacional, de forma general, en la propuesta de infantil y de forma específica, en las asignaturas de matemáticas y conocimiento del medio, en Educación Primaria. Aunque las comunidades autónomas tendrán que adaptar estos reales decretos, la realidad es que el Pensamiento Computacional deberá desarrollarse en las aulas y el cuerpo docente necesitará de herramientas para hacerlo. Esta razón es la que impulsa la propuesta de crear un recurso didáctico que pueda ser utilizado por cualquier docente. Así, usando el carácter didáctico obtenido de ambos estudios y la calidad y experiencia el panel de expertos se llevará a cabo una propuesta didáctica para la iniciación al Pensamiento Computacional.

Capítulo 10. Limitaciones, Prospectiva y Difusión

Ambos estudios han explorado las bases de nuevas investigaciones sobre el Pensamiento Computacional, evidencian la existencia de posibles nichos de investigación: la dimensión «perspectiva», por ser la dimensión menos explorada, y concretamente sobre la «heurística» o la disciplina de inventar; o elementos de la dimensión «práctica» como la «reutilización» o «modularización», son también ámbitos en los que explorar. Centrar así, por tanto, nuevas investigaciones no en las herramientas o recursos, sino en el desarrollo del Pensamiento Computacional. Un ejemplo de investigación enfocada en el desarrollo del concepto se podría vincular al análisis de recursos educativos diseñados con «*Scratch*» a través de «*Dr. Scratch*» (Basogain Olabe et al., 2018; Moreno-León et al., 2015).

Por último, la Universidad de Extremadura incentiva la innovación educativa con ánimo de asegurar la calidad de los títulos que ofrece. Es por este motivo que promueve los Proyectos de Innovación Docente. Y es que los grados en Educación Infantil y Primaria necesitarán incluir el Pensamiento Computacional entre sus contenidos y competencias con ánimo de preparar a las nuevas generaciones docentes. Partiendo de ambas premisas un proyecto de innovación, desde el Grupo de Innovación Docente «Nodo Innova», dotaría al personal docente con los conocimientos y herramientas necesarios para actualizar los títulos.

10.3. Difusión

Compartir los descubrimientos de las investigaciones con la comunidad educativa es parte fundamental para nutrir la inteligencia colectiva y avanzar como sociedad. Es por ello que a lo largo de estos años se han realizado diferentes publicaciones con relación a la investigación en torno al Pensamiento Computacional.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Se han realizado ponencias en congresos nacionales e internacionales de diferentes impacto entre la comunidad. Destacan, como ponencias sobre Pensamiento Computacional, en el año 2017 el I Encuentro de Doctorandos e Investigadores Noveles y el XVIII Congreso Internacional de Investigación Educativa, Interdisciplinariedad y transferencia Asociación Interuniversitaria de Investigación Pedagógica (AIDIPE); y en el año 2018 se realizaron ponencias en el II Congreso Internacional de Innovación y Tecnología Educativa en Educación Infantil: Innovando de 2 a 6 años y en el VI Congreso Interuniversitario de postgrados en Educación (RINIE) en Concepción, Chile.

Con ánimo de acercar el Pensamiento Computacional a la sociedad se ha participado también en acciones como la «Code Week» y la «Noche Europea de los Investigadores». En el año 2019, se organizó, para la semana de la codificación, un taller para iniciarse en la programación a través de la herramienta *Ozaria*⁴⁸. Y, en el año 2021, se organizó para la *European Researchers' Night* una actividad sobre Inteligencia Artificial para salvar los océanos – un taller de Pensamiento Computacional⁴⁹.

Por otro lado, sin tener en cuenta las dos futuras publicaciones fruto de la presente tesis doctoral, se han realizado diferentes publicaciones que recogen resultados relacionados con el Pensamiento Computacional. Así, se puede encontrar el Trabajo Fin de Máster (Acevedo-Borrega, 2017b) en el repositorio institucional de la Universidad de Extremadura. Las actas del XVIII Congreso Internacional de Investigación Educativa, Interdisciplinariedad y transferencia recogen una comunicación sobre el estado del Pensamiento Computacional (Acevedo-Borrega, 2017a). Dos capítulos de libro, uno de edición nacional por la Universidad de Sevilla (Acevedo-

48 <https://bit.ly/3b9oMfD>

49 <https://bit.ly/3z8OGbg>

Capítulo 10. Limitaciones, Prospectiva y Difusión

Borrega et al., 2020) y otro de edición internacional (Valverde-Berrocso et al., 2019) junto autores como Miguel Zapata, que exploran el Pensamiento Computacional desde la educación formal y no formal.

APÉNDICES

Referencias Bibliográficas

- Acevedo-Borrega, J. (2017a). Una revisión sistemática del pensamiento computacional. *Actas XVIII Congreso Internacional e Investigación Educativa*, 47-60.
- Acevedo-Borrega, J. (2017b). *El pensamiento computacional en la educación obligatoria. Una revisión sistemática de la literatura*. <https://dehesa.unex.es:8443/handle/10662/5356>
- Acevedo-Borrega, J., Guerra Antequera, J., & González-Fernández, A. (2020). Desarrollo del pensamiento computacional a través de software educativo en educación en educación infantil: Una revisión sistemática. En J. J. Gutiérrez-Castillo, M. Puig Gutiérrez, & R. Romero Tena (Eds.), *Tecnologías emergentes en educación infantil* (2020.^a ed., pp. 215-224). Editorial Universidad de Sevilla. <https://doi.org/10.12795/9788447222056>
- Acevedo-Borrega, J., Valverde-Berrocoso, J., & Garrido-Arroyo, M. del C. (2022). Computational Thinking and Educational Technology: A Scoping Review of the Literature. *Education Sciences*, 12(1), 39. <https://doi.org/10.3390/educsci12010039>
- Adler, M., & Ziglio, E. (Eds.). (1996). *Gazing into the oracle: The Delphi method and its application to social policy and public health*. Jessica Kingsley Publishers.
- Aivaloglou, E., & Hermans, F. (2019). *How is programming taught in code clubs? Exploring the experiences and gender perceptions of code club teachers*. ACM International Conference Proceeding Series. Scopus. <https://doi.org/10.1145/3364510.3364514>
- Alden, D., & Tramonti, M. (2020). Computational design thinking and physical computing: Preliminary observations of a pilot study. *Robotics*, 9(3), 71. <https://doi.org/10.3390/robotics9030071>
- Alsheaibi, A., Huggard, M., & Strong, G. (2020). *Teaching within the CoderDojo Movement: An Exploration of Mentors' Teaching Practices*. 2020-October. Scopus. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9273998>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Alsheaibi, A., Strong, G., & Millwood, R. (2018). *The need for a learning model in CoderDojo mentoring practice*. ACM International Conference Proceeding Series. Scopus. <https://doi.org/10.1145/3265757.3265785>
- Arfé, B., Vardanega, T., & Ronconi, L. (2020). The effects of coding on children's planning and inhibition skills. *Computers and Education*, 148. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103807>
- Asociación Británica de Investigación Educativa, [BERA]. (2019). *Guía Ética para la Investigación Educativa (4.ª ed.)* (L. Rivera Otero & R. Casado-Muñoz, Trads.), Londres. <https://bit.ly/3s3KyFP>
- Australian Council for Computers in Education. (2014). *Australian Curriculum: Digital Technologies*. [Video]. <https://bit.ly/3I9H909>
- Australian Council for Computers in Education. (2022). *The Australian Curriculum: Digital Technologies [Aplicación Web]*. <https://bit.ly/2sBHH8A>
- Badger, M. (2009). *Scratch 1.4: Beginners guide ; learn to program while creating interactive stories, games, and multimedia projects using Scratch*. Birmingham. Packt Publ.
- Balagurusamy, E. (2009). *Fundamental of computers*. New Delhi. Tata McGraw Hill.
- Baratè, A., Formica, A., Ludovico, L. A., & Malchiodi, D. (2017). Fostering Computational Thinking in Secondary School through Music—An Educational Experience based on Google Blockly: *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education*, 117-124. <https://doi.org/10.5220/0006313001170124>
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is Involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>

- Basogain Olabe, X., Olabe Basogain, M. A., & Olabe Basogain, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la programación: Paradigma de aprendizaje. *RED: Revista de Educación a Distancia*, 46. <https://doi.org/10.6018/red/46/6>
- Basogain Olabe, X., Olabe, M. Á., Olabe, J. C., & Rico, M. J. (2018). Computational Thinking in pre-university Blended Learning classrooms. *Computers in Human Behavior*, 80, 412-419. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.04.058>
- Bayeck, R. Y. (2020). Examining Board Gameplay and Learning: A Multidisciplinary Review of Recent Research. *Simulation and Gaming*, 51(4), 411-431. Scopus. <https://doi.org/10.1177/1046878119901286>
- Benton, L., Kalas, I., Saunders, P., Hoyles, C., & Noss, R. (2018). Beyond jam sandwiches and cups of tea: An exploration of primary pupils' algorithm-evaluation strategies. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(5), 590-601. <https://doi.org/10.1111/jcal.12266>
- Bers, M. U. (2019). Coding as another language: A pedagogical approach for teaching computer science in early childhood. *Journal of Computers in Education*, 6(4), 499-528. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00147-3>
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.02>
- Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers and Education*, 138, 130-145. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., & Punie, Y. (2016). Developing Computational Thinking in Compulsory Education. Implications for

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- policy and practice. *EUR - Scientific and Technical Research Reports*.
<https://doi.org/10.2791/792158>
- Bransford, J., & Stein, B. S. (1993). *The ideal problem solver: A guide for improving thinking, learning, and creativity* (2nd ed). New York. W.H. Freeman. <https://bit.ly/3RLG5E4>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In AERA 2012*. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, BC, Canada. <https://bit.ly/3EXGprN>
- Bundy, A. (2007). Computational Thinking is Pervasive. *Journal of Scientific and Practical Computing*, 1(2). <https://bit.ly/3PJz3OL>
- Busuttil, L., & Formosa, M. (2020). Teaching computing without computers: Unplugged computing as a pedagogical strategy. *Informatics in Education*, 19(4), 569-587. Scopus. <https://doi.org/10.15388/INFEDU.2020.25>
- Caballero-González, Y. A., & García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2019). Enhancing computational thinking skills in early childhood education: Learning experience through tangible and graphical interfaces. *Revista Latinoamericana De Tecnología Educativa-Relatec*, 18(2), 133-149. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.18.2.133>
- Caballero-González, Y. A., & García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2020). Strengthening computational thinking and social skills through learning activities with educational robotics in early school levels. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educacion*, 58, 117-142. Scopus. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.75059>
- Cabrera, L. (2019). Teacher preconceptions of computational thinking: A systematic literature review. *Journal of Technology and Teacher Education*, 27(3), 305-333. <https://bit.ly/2WPocfv>

- Cabrero Almenara, J., & Barroso Osuna, 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://bit.ly/3tfoVCV>
- Cabrero Almenara, J., & Infante Moro, A. (2014). Empleo del método Delphi y su empleo en la investigación en comunicación y educación. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 48, a272-a272. <https://doi.org/10.21556/edutec.2014.48.187>
- Calandra, B., Renken, M., Cohen, J. D., Hicks, T., & Ketenci, T. (2021). An examination of a group of middle school students' engagement during a series of afterschool computing activities in an urban school district. *TechTrends*, 65(1), 17-25. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00557-6>
- Cam, E., & Kiyici, M. (2022). The impact of robotics assisted programming education on academic success, problem solving skills and motivation. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 5(1), 47-65. <https://bit.ly/3yXqtVo>
- Çavdar, L., Kiliçer, K., & Sarıkaya, E. E. (2022). Evaluation Of The Code.Org Online Coding Platform Curriculum. *Milli Eğitim*, 51(233), 689-714. Scopus. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.799492>
- Chaves-Montero, A. (2018). La utilización de una metodología mixta en investigación social. En K. Delgado, W. Gadea, & S. Vera (Eds.), *Rompiendo Barreras en la Investigación* (pp. 164-184). Universidad Técnica de Machala. <https://bit.ly/3NTFWLR>
- Chen, G., He, Y., & Yang, T. (2020). An ISMP approach for promoting design innovation capability and its interaction with personal characters. *IEEE Access*, 8, 161304-161316. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3019290>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Chen, K.-Z., & Chi, H.-H. (2020). Novice young board-game players' experience about computational thinking. *Interactive Learning Environments*. Scopus. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1722712>
- Chen, X. (2019). How Does Participation in FIRST LEGO League Robotics Competition Impact Children's Problem-Solving Process? *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 829, 162-167. Scopus. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97085-1_16
- Chevalier, M., Giang, C., Piatti, A., & Mondada, F. (2020). Fostering computational thinking through educational robotics: A model for creative computational problem solving. *International Journal of STEM Education*, 7(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00238-z>
- Chiazzese, 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*, 6(4). Scopus. <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>
- Chiazzese, G., Fulantelli, G., Pipitone, V., & Taibi, D. (2018). Engaging Primary School Children in Computational Thinking: Designing and Developing Videogames. *Education in the Knowledge Society*, 19(2), 63-81. <https://doi.org/10.14201/eks20181926381>
- Choi, S.-Y. (2019). Development of an instructional model based on constructivism for fostering computational thinking. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(3C), 381-385. Scopus. <https://bit.ly/32PQie5>
- Christidou, D., Papavlasopoulou, S., & Giannakos, M. (2021). Using the lens of science capital to capture and explore children's attitudes toward science in an informal making-based space. *Information and Learning Science*, 12(5-6), 317-340. Scopus. <https://doi.org/10.1108/ILS-09-2020-0210>

- Chuang, H.-C., Hu, C.-F., Wu, Cheng. C., & Lin, Y.-T. (2015). Computational thinking curriculum for K-12 education-A delphi survey. *2015 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering*, 213-214. <https://doi.org/10.1109/LaTiCE.2015.44>
- Ciftci, S., & Bildiren, A. (2020). The effect of coding courses on the cognitive abilities and problem-solving skills of preschool children. *Computer Science Education*, 30(1), 3-21. <https://doi.org/10.1080/08993408.2019.1696169>
- Ciptono, A., Setiyono, S., Nurhidayati, F., & Vikaliana, R. (2019). Fuzzy Delphi method in education: A mapping. *Journal of Physics: Conference Series*, 1360, 012029. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1360/1/012029>
- Clark, J., Rogers, M. P., Spradling, C., & Pais, J. (2013). What, no canoes? Lessons learned while hosting a scratch summer camp. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 28(5), 204-210. <https://bit.ly/3PxjHgo>
- Colás Bravo, M. P., & Buendía Eisman, L. (1994). *Investigación Educativa* (2º Edición). Sevilla. Alfar. <https://bit.ly/3yQNj2h>
- Corradini, I., Lodi, M., & Nardelli, E. (2017). Conceptions and Misconceptions about Computational Thinking among Italian Primary School Teachers. *Proceedings of the 2017 ACM Conference on International Computing Education Research*, 136-144. <https://doi.org/10.1145/3105726.3106194>
- Csapó, G. (2019). Placing event-action-based visual programming in the process of computer science education. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16(2), 35-57. Scopus. <https://doi.org/10.12700/APH.16.2.2019.2.3>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Cuny, J., Snyder, L., & Wing, J. M. (2010). Demystifying computational thinking for non-computer scientists. *Unpublished manuscript*. <https://bit.ly/3PMZGSm>
- Dag, F. (2019). Prepare pre-service teachers to teach computer programming skills at K-12 level: Experiences in a course. *Journal of Computers in Education*, 6(2), 277-313. <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00137-5>
- Dagiené, V., & Futschek, G. (2008). Bebras International Contest on Informatics and Computer Literacy: Criteria for Good Tasks. En R. T. Mittermeir & M. M. Sysło (Eds.), *Informatics Education—Supporting Computational Thinking* (Vol. 5090, pp. 19-30). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69924-8_2
- de Paula, B. H., Burn, A., Noss, R., & Valente, J. A. (2018). Playing Beowulf: Bridging computational thinking, arts and literature through game-making. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 16, 39-46. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.11.003>
- Decreto 98/2016, de 5 de julio, por el que se establecen la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato para la Comunidad Autónoma de Extremadura, DOE-2016-129 1204 (2016).
- Decreto 220/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, BORM-2015-203 865 (2015).
- del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of primary education. *Computers and Education*, 150. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103832>

- Delbecq, A. L., Van de Ven, A. H., & Gustafson, D. H. (1986). *Group techniques for program planning: A guide to nominal group and delphi processes*. Middleton, Wisc. Green Briar Pr.
- Díaz-Lauzurica, B., & Moreno-Salinas, D. (2019). Computational thinking and robotics: A teaching experience in compulsory secondary education with students with high degree of apathy and demotivation. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(18). Scopus. <https://doi.org/10.3390/su11185109>
- Dolgopolovas, V., & Dagienė, V. (2021). Computational thinking: Enhancing STEAM and engineering education, from theory to practice. *Computer Applications in Engineering Education*, *29*(1), 5-11. Scopus. <https://doi.org/10.1002/cae.22382>
- Duncan, C., & Bell, T. (2015). A Pilot Computer Science and Programming Course for Primary School Students. *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 39-48. <https://doi.org/10.1145/2818314.2818328>
- Durak, H. Y., Yilmaz, F. G. K., & Bartın, R. Y. (2019). Computational thinking, programming self-efficacy, problem solving and experiences in the programming process conducted with robotic activities. *Contemporary Educational Technology*, *10*(2), 173-197. Scopus. <https://doi.org/10.30935/cet.554493>
- Egbert, J., Shahrokni, S. A., Abobaker, R., & Borysenko, N. (2021). “It’s a chance to make mistakes”: Processes and outcomes of coding in 2nd grade classrooms. *Computers and Education*, *168*. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104173>
- El-Hamamsy, L., Chessel-Lazarotto, F., Bruno, B., Roy, D., Cahlikova, T., Chevalier, M., Parriaux, G., Pellet, J.-P., Lanares, J., Zufferey, J. D., & Mondada, F. (2021). A computer science and robotics integration model for primary school: Evaluation of a large-scale in-

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- service K-4 teacher-training program. *Education and Information Technologies*, 26(3), 2445-2475. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10355-5>
- Esteve-Mon, F. M., Adell-Segura, J., Nebot, M. A. L., Novella, G. V., & Aparicio, J. P. (2019). The development of computational thinking in student teachers through an intervention with educational robotics. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 18, 139-152. Scopus. <https://doi.org/10.28945/4442>
- Estevez, J., Garate, G., & Grana, M. (2019). Gentle Introduction to Artificial Intelligence for High-School Students Using Scratch. *IEEE Access*, 7, 179027-179036. Scopus. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2956136>
- European Union. (2020). *Digital education: Action Plan 2021-2027. Resetting education and training for the digital age*. Brussels. European Commission. <https://bit.ly/3pFGsoe>
- Fagerlund, J., Hakkinen, P., Vesisenaho, M., & Viiri, J. (2021). Computational thinking in programming with scratch in primary schools: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 12-28. <https://doi.org/10.1002/cae.22255>
- FECYT, Google, & Everis. (2016). *Educación en ciencias de la computación en España 2015*. <https://bit.ly/3tQN7Ml>
- Fernández-Sánchez, M. R., Acevedo-Borrega, J., González-Fernández, A., & Porras Masero, I. (2020, junio 15). Tecnologías emergentes e innovación didáctica. *Viceversa*, 110, 48-55. <https://bit.ly/3EkdFtk>
- Fessakis, G., & Prantsoudi, S. (2019). Computer science teachers' perceptions, beliefs and attitudes on computational thinking in Greece. *Informatics in Education*, 18(2), 227-258. Scopus. <https://doi.org/10.15388/infedu.2019.11>

- Fierro, S. L., Montenegro, G., & López, C. (2019). Towards a conceptual framework to measure the impact of computational thinking on college students' mathematics learning. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 2019(19), 619-631. Scopus. <https://bit.ly/3G10E9p>
- García Hoz, V. (1991). El principio de complementariedad en la investigación pedagógica y en la educación personalizada. *Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*, ANU-M-1991-10029900318, 299-318. <https://bit.ly/3yqQSeb>
- García-Peñalvo, F. J., Rees, A. M., Hughes, J., Jormanainen, I., Toivonen, T., & Vermeersch, J. (2016). A survey of resources for introducing coding into schools. *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality - TEEM '16*, 19-26. <https://doi.org/10.1145/3012430.3012491>
- García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A., & Caballero-González, Y. A. (2019). Robotics to develop computational thinking in early childhood education. *Comunicar*, 27(59), 63-72. Scopus. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>
- Gardner, M. K., & Feng, W. (2010). Broadening accessibility to computer science for K-12 education. *Proceedings of the fifteenth annual conference on Innovation and technology in computer science education*, 229-233. <https://doi.org/10.1145/1822090.1822155>
- Gargallo López, B., García-García, F. J., López Francés, I., Jiménez Rodríguez, M. Á., & Moreno Navarro, M. S. (2020). La competencia aprender a aprender: Valoración de un modelo teórico. *Revista Española de Pedagogía*, 78(276). <https://doi.org/10.22550/REP78-2-2020-05>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- González Guerrero, K., & Rincón Caballero, D. A. (2013). El docente-prosumidor y el uso crítico de la web 2.0 en la educación superior. *Sophia*, 9, 86-101. <https://bit.ly/3og9okF>
- González Martínez, J., Estebanell Minguell, M., & Peracaula, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the knowledge society (EKS)*, 19(2), 29-45. <https://bit.ly/3PEVHHu>
- González-González, C. S., Holz, V. V., Moro, A. I., García, L. C., & Franco, M. D. G. (2021). Educational robotics in inclusive contexts: The case of the hospital classrooms. *Educacion XX1*, 24(1), 375-403. Scopus. <https://doi.org/10.5944/educXX1.27047>
- Goode, J., Margolis, J., & Chapman, G. (2014). Curriculum is not enough: The educational theory and research foundation of the exploring computer science professional development model. *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 493-498. <https://doi.org/10.1145/2538862.2538948>
- Gordon, T. J. (1994). The Delphi Method. *The Millenium Project: Futures Research Methodology*. <https://bit.ly/3t5o9Z2>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Haddaway, N. R. A.-P., C. C., & McGuinness, L. A. (2021). *PRISMA2020: R package and ShinyApp for producing PRISMA 2020 compliant flow diagrams (Version 0.0.2)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5082518>
- Hammerness, K., Darling-Hammond, L., Bransford, J., Berliner, D., Cochran-Smith, M., McDonald, M., & Zeichner, K. (2007). How teachers learn and develop. En L. Darling-Hammond & J. Bransford (Eds.), *Preparing teachers for a changing world: What*

- teachers should learn and be able to do* (1st ed, pp. 358-389). Jossey-Bass.
<https://bit.ly/3jAxS6j>
- Hamui-Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. *Investigación en Educación Médica*, 2(8), 211-216.
[https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72714-5](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72714-5)
- Hassenfeld, Z. R., Govind, M., de Ruiter, L. E., & Bers, M. U. (2020). If you can program you can write: Learning introductory programming across literacy levels. *Journal of Information Technology Education-Research*, 19, 65-85. <https://doi.org/10.28945/4509>
- Heintz, F., Mannila, L., & Färnqvist, T. (2016). A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education. *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1-9.
<https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757410>
- Hijon-Neira, R., Perez-Marin, D., Pizarro, C., & Connolly, C. (2020). The effects of a visual execution environment and makey makey on primary school children learning introductory programming concepts. *Ieee Access*, 8, 217800-217815.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3041686>
- Hsiao, H.-S., Lin, Y.-W., Lin, K.-Y., Lin, C.-Y., Chen, J.-H., & Chen, J.-C. (2019). Using robot-based practices to develop an activity that incorporated the 6E model to improve elementary school students' learning performances. *Interactive Learning Environments*. Scopus. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636090>
- Hsu, T.-C., Chang, S.-C., & Hung, Y.-T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296-310. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Hu, C., Wu, C., Lin, Y., & Wang, A. (2017). How computer scientists and computing teachers think differently in the concepts to be Included in a secondary school computing curriculum. En S. C. Kong, J. Sheldon, & R. K. Y. Li (Eds.), *International Conference on Computational Thinking Education (cte 2017)* (pp. 50-54). Education Univ Hong Kong. <https://bit.ly/3cioekL>
- Huang, W., & Looi, C.-K. (2021). A Critical Review of Literature on «Unplugged» Pedagogies in K-12 Computer Science and Computational Thinking Education. *Computer Science Education*, 31(1), 83-111. <https://doi.org/10.1080/08993408.2020.1789411>
- Huang, X.-P., & Leng, J. (2019). Design of database teaching model based on computational thinking training. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(8), 52-69. Scopus. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i08.10495>
- Hubwieser, P., Giannakos, M., Berges, M., Brinda, T., Diethelm, I., Magenheimer, J., Pal, Y., Jacková, J., & Jasute, E. (2015, noviembre 1). *A Global Snapshot of Computer Science Education in K-12 Schools*. <https://doi.org/10.1145/2858796.2858799>
- INTEF. (2017). *Marco Común de Competencia Digital Docente—Septiembre*. <https://bit.ly/3zoHc2e>
- Israel, M., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., & Reese, G. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking: A cross-case qualitative analysis. *Computers & Education*, 82, 263-279. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.022>
- Iyamuremye, A., & Nsabayezi, E. (2022). Mathematics and Science Teachers' Conception and Reflection on Computer Programming with Scratch: Technological and Pedagogical Standpoint. En *Online Submission* (Vol. 6, Número 1, pp. 11-16). <https://bit.ly/3zp2zDV>

- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). *NMC horizon report: 2014 K-12 Edition*. Austin, Texax. The New Media Consortium. <https://bit.ly/2XQxJnE>
- Jonassen, D. H. (2011). *Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments*. New York. Routledge. <https://bit.ly/3RMCYvt>
- Jurado, E., Fonseca, D., Coderch, J., & Canaleta, X. (2020). Social steam learning at an early age with robotic platforms: A case study in four schools in Spain. *Sensors*, 20(13), 3698. <https://doi.org/10.3390/s20133698>
- Kakavas, P., & Ugolini, F. C. (2019). Computational thinking in primary education: A systematic literature review. *Research on Education and Media*, 11(2), 64-94. <https://doi.org/10.2478/rem-2019-0023>
- Klopfenstein, L. C., Fedosyeyev, A., & Bogliolo, A. (2017). Bringing an Unplugged Coding Card Game to Augmented Reality. En L. G. Chova, A. L. Martinez, & I. C. Torres (Eds.), *Inted2017: 11th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 9800-9805). Iated-Int Assoc Technology Education & Development. <https://bit.ly/3PJP7PY>
- Knuth, D. (2017). International olympiad in informatics: Roads to algorithmic thinking. *Olympiads in Informatics*, 11(Special Issue), 11-20. Scopus. <https://doi.org/10.15388/loi.2017.special.02>
- Kopcha, T. J., McGregor, J., Shin, S., Qian, Y., Choi, J., Hill, R., Mativo, J., & Choi, I. (2017). Developing an Integrative STEM Curriculum for Robotics Education Through Educational Design Research. *Journal of Formative Design in Learning*, 1(1), 31-44. <https://doi.org/10.1007/s41686-017-0005-1>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Kwon, K., Cheon, J., & Moon, H. (2021). Levels of problem-solving competency identified through Bebras Computing Challenge. *Education and Information Technologies*, 26(5), 5477-5498. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10553-9>
- Kyza, E. A., Georgiou, Y., Agesilaou, A., & Souropetsis, M. (2022). A Cross-Sectional Study Investigating Primary School Children's Coding Practices and Computational Thinking Using ScratchJr. *Journal of Educational Computing Research*, 60(1), 220-257. <https://doi.org/10.1177/07356331211027387>
- Lai, A. (2017). A study of constructing K-12 programming competence indicators. *2017 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan (ICCE-TW)*, 391-392. <https://doi.org/10.1109/ICCE-China.2017.7991160>
- Lambert, L., & Guiffre, H. (2009). Computer science outreach in an elementary school. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 24(3), 118-124. <https://bit.ly/3B8aIoI>
- Lambić, D., Đorić, B., & Ivakić, S. (2021). Investigating the effect of the use of code.org on younger elementary school students' attitudes towards programming. *Behaviour and Information Technology*, 40(16), 1784-1795. Scopus. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2020.1781931>
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2, 32-37. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929902>
- Ley 4/2011, de 7 de marzo, de Educación de Extremadura, BOE-A-2011-5297 62 (2011).
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, BOE-A-2020-17264 83 (2020).

- Ling, U. L., Saibin, T. C., Labadin, J., & Aziz, N. A. (2017). Preliminary investigation: Teachers' perception on computational thinking concepts. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 9(2-9), 23-29. Scopus. <https://bit.ly/3BaHQVz>
- Linstone, H. A., & Turoff, M. (Eds.). (1975). *The Delphi method: Techniques and applications*. Addison-Wesley Pub. Co., Advanced Book Program.
- Llopis, M. Á., Adell, J., Esteve, F., Pacheco, J., & Valdeolivas, G. (2018, octubre 26). *Competencia digital y pensamiento computacional en el grado de maestro en Educación Primaria*. <https://bit.ly/3E9xmnE>
- Lobo Martínez, J., & Méndez, T. (2016). Escornabot: Tu proyecto de robótica educativa. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 289, 92-98. <https://bit.ly/30j51Fz>
- Logo Computer Systems Inc. (1999). *Logo philosophy and implementation*. Highgate Springs?, VT. Logo Computer Systems.
- López-Gómez, E. (2017). El método Delphi en la investigación actual en educación: Una revisión teórica y metodológica. *Educación XXI*, 21(1). <https://doi.org/10.5944/educxx1.20169>
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
- MacMillan, J. H., & Schumacher, S. (2012). *Investigación educativa: Una introducción conceptual*. Madrid. Pearson-Addison Wesley.
- Manchikanti, L., Benyamin, R. M., Helm, S., & Hirsch, J. A. (2009). Evidence-based medicine, systematic reviews, and guidelines in interventional pain management: Part 3:

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- systematic reviews and meta-analyses of randomized trials. *Pain Physician*, 12(1), 35-72.
<https://bit.ly/3zS4tKV>
- Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., & Claros, N. (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. *Cirugía Española*, 91(3), 149-155.
<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2011.07.009>
- Maraza-Quispe, B., Sotelo-Jump, A. M., Alejandro-Oviedo, O. M., Quispe-Flores, L. M., Cari-Mogrovejo, L. H., Fernandez-Gambarini, W. C., & Cuadros-Paz, L. E. (2021). Towards the development of computational thinking and mathematical logic through scratch. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(2), 332-338. Scopus. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120242>
- Marchena Navarro, J. (1990). El método Delphi. *Documentación Administrativa*.
<https://doi.org/10.24965/da.voi223.5195>
- McArthur, D., Lewis, M., & Bishary, M. (2005). The Roles of Artificial Intelligence in Education: Current Progress and Future Prospects. *Journal of Educational Technology*, 1(4), 42-80.
<https://bit.ly/3uHuzjo>
- Miller, J. (2019). STEM education in the primary years to support mathematical thinking: Using coding to identify mathematical structures and patterns. *ZDM - Mathematics Education*, 51(6), 915-927. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01096-y>
- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. (2020). *Plan nacional de competencias digitales*. <https://bit.ly/3vOl9Sw>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional, & INTEF. (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España y propuesta normativa*.
<https://bit.ly/2ZdA9Np>

- Miranda-Pinto, M. S., & Osório, A. J. (2019). Aprender a programar en Educación Infantil: Análisis con la escala de participación. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, 55, 133-156. <https://bit.ly/3OrMrpj>
- Miravalles, A. F. i, & Vallecillo, E. S. (2017). Alzando el vuelo o cuando programar se escribe en femenino, el caso de Technovation Challenge. *Comunicación y Pedagogía: nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 301, 34-36. <https://bit.ly/3IXrnpv>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., & PRISMA-P Group. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Monjelat, N., & Lantz-Andersson, A. (2020). Teachers' narrative of learning to program in a professional development effort and the relation to the rhetoric of computational thinking. *Education and Information Technologies*, 25(3), 2175-2200. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10048-8>
- Montes-León, H., Hijón-Neira, R., Pérez-Marín, D., & Montes-León, S. R. (2020). Mejora del Pensamiento Computacional en Estudiantes de Secundaria con Tareas Unplugged. *Education in the knowledge society (EKS)*, 21, 24. <https://bit.ly/3zjWHvr>
- Moreno-León, J., Huertas-Fernández, J. I., Moriana-Coronel, M., Flor-Palomares, P., & Robles-Martínez, G. (2016). Programamos. *Comunicación y Pedagogía: nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 289, 86-91. <https://bit.ly/3NP6opV>
- Moreno-León, J., & Robles, G. (2015). *The Europe Code Week (CodeEU) initiative shaping the skills of future engineers*. 2015-April, 561-566. Scopus. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2015.7096025>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Moreno-León, J., Robles, G., & Román-González, M. (2015). Dr. Scratch: Análisis Automático de Proyectos Scratch para Evaluar y Fomentar el Pensamiento Computacional. *Revista de Educación a Distancia*, 0(46). <https://bit.ly/3J322dR>
- Moreno-León, J., Robles, G., & Román-González, M. (2016). Code to Learn: Where Does It Belong in the K-12 Curriculum? *Journal of Information Technology Education: Research*, 15, 283-303. <https://doi.org/10.28945/3521>
- Moreno-León, J., Robles, G., & Román-González, M. (2020). Towards data-driven learning paths to develop computational thinking with Scratch. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 8(1), 193-205. Scopus. <https://doi.org/10.1109/TETC.2017.2734818>
- Moreno-León, J., Román-González, M., García-Perales, R., & Robles, G. (2021). Programar para aprender matemáticas en 5º de Educación Primaria: Implementación del proyecto ScratchMaths en España. *RED: Revista de Educación a Distancia*, 21(68), 4. <http://dx.doi.org/10.6018/red.485441>
- Morrison, C., Villar, N., Thieme, A., Ashktorab, Z., Taysom, E., Salandin, O., Cletheroe, D., Saul, G., Blackwell, A. F., Edge, D., Grayson, M., & Zhang, H. (2020). Torino: A tangible programming language inclusive of children with visual disabilities. *Human-Computer Interaction*, 35(3), 191-239. Scopus. <https://doi.org/10.1080/07370024.2018.1512413>
- Morton, C. E., Smith, S. F., Lwin, T., George, M., & Williams, M. (2019). Computer programming: Should medical students be learning it? *JMIR Medical Education*, 5(1). Scopus. <https://doi.org/10.2196/11940>
- Moumoutzis, N., Boukeas, G., Vassilakis, V., Xanthaki, C., & Pappas, N. (2022). Py4hs: A Computer Science Teacher Training Programme Promoting Python Code Clubs. *Lecture*

- Notes in Networks and Systems*, 411 LNNS, 937-948. Scopus. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96296-8_85
- Mouza, C., Pan, Y.-C., Yang, H., & Pollock, L. (2020). A multiyear investigation of student computational thinking concepts, practices, and perspectives in an after-school computing program. *Journal of Educational Computing Research*, 58(5), 1029-1056. Scopus. <https://doi.org/10.1177/0735633120905605>
- Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18(1), 143. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
- Nam, K. W., Kim, H. J., & Lee, S. (2019). Connecting plans to action: The effects of a card-coded robotics curriculum and activities on korean kindergartners. *Asia-Pacific Education Researcher*, 28(5), 387-397. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00438-4>
- Newell, A., & Herbert, A. S. (1972). *Human Problem Solving*. New Jersey. Prentice-Hall. <https://bit.ly/3aQEgoR>
- Nouri, J., Zhang, L., Mannila, L., & Norén, E. (2019). Development of computational thinking, digital competence and 21st century skills when learning programming in K-9. *Education Inquiry*. Scopus. <https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1627844>
- Olaskoaga Arrate, K. (2016). Reflexiones acerca del uso educativo de la robótica y la programación. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 289, 30-33. <https://bit.ly/3PFpj7P>
- ORDEN de 7 de septiembre de 2016 por la que se regulan los programas de mejora del aprendizaje y del rendimiento en los centros docentes que imparten la Educación

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Extremadura, DOE-2016-180 186 (2016).
- Ortega Díaz, G. C., Téllez Rodríguez, A. F., Guarnizo Marin, J. G., & Camacho, E. (2021). Entorno pedagógico para la enseñanza en básica primaria mediante el uso de sistema robótico comercial. *Ingeniería*, 26(1), 41-61. <https://bit.ly/3IZMFD6>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10(1), 89. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>
- Palts, T., & Pedaste, M. (2020). A model for developing computational thinking skills. *Informatics in Education*, 19(1), 113-128. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.06>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York. Basic Books.
- Papert, S. (1999). Papert on Piaget. *The Daily Papert*. <https://bit.ly/3yZcbom>
- Patterson Hernández, M., & Vicedo Tijera, L. (2000). La información a través del tiempo. *ACIMED*, 8(3), 228-238. <https://bit.ly/2ZCd5bI>
- Pea, R. D., & Kurland, D. M. (1984). *On the Cognitive Effects of Learning Computer Programming: A Critical Look. Technical Report No. 9*. <https://bit.ly/3aTR4dZ>
- Peñaherrera Acurio, W. P., Cunuhay Cuchiye, W. C., Nata Castro, D. J., & Moreira Zamora, L. E. (2022). Implementación de la Inteligencia Artificial (IA) como Recurso Educativo.

- RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 6(2), 402-413.
<https://doi.org/10.26820/recimundo/6>
- Perković, L., Settle, A., Hwang, S., & Jones, J. (2010). A framework for computational thinking across the curriculum. *Proceedings of the fifteenth annual conference on Innovation and technology in computer science education*, 123-127.
<https://doi.org/10.1145/1822090.1822126>
- Pólya, G., & Conway, J. H. (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (Expanded Princeton Science Library ed). Princeton [N.J.]. Princeton University Press.
<https://bit.ly/2H3N21L>
- Popat, S., & Starkey, L. (2019). Learning to code or coding to learn? A systematic review. *Computers & Education*, 128, 365-376. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.005>
- Powell, C. (2003). The Delphi technique: Myths and realities. *Journal of Advanced Nursing*, 41(4), 376-382. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2003.02537.x>
- Price, C. B., & Price-Mohr, R. M. (2018). An evaluation of primary school children coding using a text-based language (java). *Computers in the Schools*, 35(4), 284-301. Scopus.
<https://doi.org/10.1080/07380569.2018.1531613>
- Psycharis, S., & Kotzampasaki, E. (2019). The impact of a stem inquiry game learning scenario on computational thinking and computer self-confidence. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(4). Scopus.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/103071>
- Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil, BOE-A-2022-3296 33 (2022).

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, BOE-A-2022-3296 109 (2022).
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, BOE-A-2022-4975 219 (2022).
- Reguant-Alvarez, M., & Torrado-Fonseca, M. (2016). El método Delphi. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 9, 87-102. <https://doi.org/10.1344/reire2016.9.1916>
- Relkin, E., de Ruiter, L. E., & Bers, M. U. (2021). Learning to code and the acquisition of computational thinking by young children. *Computers and Education*, 169. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104222>
- Resnick, M. (2002). *Turtles, termites, and traffic jams: Explorations in massively parallel microworlds* (8º). Cambridge, Mass. MIT Press.
- Resnick, M. (2007). Sowing the seeds for a more creative society. Learning & Leading with Technology. *International Society for Technology in Education (ISTE)*, 35(4), 18-22. <https://bit.ly/3zjm14M>
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Resolución de 19 de julio de 2020, de la Secretaría General Técnica, por la que se publica el Convenio con la Junta de Extremadura, para la promoción del pensamiento computacional en todas las etapas educativas no universitarias a través del proyecto «Escuela de Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial», BOE-A-2020-8668 (2020). <https://bit.ly/3B4dG6b>

- Riaño, C. E., & Palomino, M. (2015). Diseño y elaboración de un cuestionario acorde con el método Delphi para seleccionar laboratorios virtuales (LV). *Sophia*, 11(2), 129-141. <https://bit.ly/3aXZC3G>
- Rijke, W. J., Bollen, L., Eysink, T. H. S., & Tolboom, J. L. J. (2018). Computational thinking in primary school: An examination of abstraction and decomposition in different age groups. *Informatics in Education*, 17(1), 77-92. Scopus. <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.05>
- Ríos Félix, J. M., Zatarain Cabada, R., & Barrón Estrada, M. L. (2020). Teaching computational thinking in Mexico: A case study in a public elementary school. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5087-5101. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10213-4>
- Roig-Vila, R., & Moreno-Isac, V. (2020). El pensamiento computacional en Educación. Análisis bibliométrico y temático. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63), Article 63. <https://doi.org/10.6018/red.402621>
- Rojas-López, A., & García-Peñalvo, F. J. (2020). Assessment of computational thinking skills to predict student learning and retention in the subject programming computer in higher education. *Red-Revista De Educacion a Distancia*, 20(63), 4. <https://doi.org/10.6018/red.409991>
- Román-González, M. (2015). *Computational thinking test: Design guidelines and content validation*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4203.4329>
- Román-González, M. (2016). *Codigoalfabetización y pensamiento computacional en Educación Primaria y Secundaria: Validación de un instrumento y evaluación de programas*

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

[UNED. Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)].

<https://bit.ly/3zpmT7O>

Ronsivalle, G. B., Boldi, A., Gusella, V., Inama, C., & Carta, S. (2019). How to Implement Educational Robotics' Programs in Italian Schools: A Brief Guideline According to an Instructional Design Point of View. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 227-245. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9389-5>

Sáez-López, J.-M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using "Scratch" in five schools. *Computers & Education*, 97, 129-141. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>

Salamanca Garay, I. J., & Badilla Quintana, M. G. (2021a). Del pensamiento computacional al pensamiento creativo. *Revista ICONO 14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, 19(2), 261-287. <https://doi.org/10.7195/ri14.v19i2.1653>

Salamanca Garay, I. J., & Badilla Quintana, M. G. (2021b). *Habilidades para el Siglo XXI, guía para estimular el pensamiento computacional y creativo*. Chile. Ediciones UCSC. <https://bit.ly/3opAZQr>

Salman Khan (Director). (2015, diciembre 14). *Salman Khan, el responsable de que millones de niños mejoren sus notas del colegio* [Video]. YouTube. <https://bit.ly/3milB84>

Sánchez Carrero, J., & Contreras Pulido, P. (2012). De cara al prosumidor: Producción y consumo empoderando a la ciudadanía 3.0. *Revista ICONO 14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, 10(3), 62-84. <https://doi.org/10.7195/ri14.v10i3.210>

- Sánchez Nadal, C. (2017). HispaRob, un espacio de encuentro en torno a la robótica. *Comunicación y Pedagogía: nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 301, 20-22. <https://bit.ly/3RSc19J>
- Scherer, R., & Siddiq, F. (2016). *The transfer effects of training computer programming skills on related cognitive skills*. PROSPERO CRD42016051756. <https://bit.ly/3yqQtHe>
- Schina, D., Usart, M., & Esteve-Gonzalez, V. (2020). Participants' perceptions about their learning with first LEGO® league competition – A gender study. En M. Merdan, W. Lepuschitz, G. Koppensteiner, R. Balogh, & D. Obdržálek (Eds.), *Robotics in Education* (Vol. 1023, pp. 313-324). Springer; Scopus.
- Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351-380. <https://doi.org/10.1007/s10639-012-9240-x>
- Seoane Pardo, A. M. (2018). Computational thinking between philosophy and stem— Programming decision making applied to the behavior of «moral machines» in ethical values classroom. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 13(1), 20-29. Scopus. <https://doi.org/10.1109/RITA.2018.2809940>
- Serrano-Sánchez, J. L. (2021). *Tecnología Educativa con Paz Prendes* (Vol. 1) [Podcast]. <https://apple.co/3ohNfC7>
- Settle, A., Goldberg, D. S., & Barr, V. (2013). Beyond computer science: Computational thinking across disciplines. *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education*, 311-312. <https://doi.org/10.1145/2462476.2462511>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Skulmoski, G. J., Hartman, F. T., & Krahn, J. (2007). The Delphi Method for Graduate Research. *Journal of Information Technology Education*, 6, 1-21.
- Smith, N., Sutcliffe, C., & Sandvik, L. (2014). *Code Club: Bringing programming to UK primary schools through scratch*. 517-522. Scopus.
<https://doi.org/10.1145/2538862.2538919>
- Sondakh, D. E., Osman, K., & Zainudin, S. (2020). A proposal for holistic assessment of computational thinking for undergraduate: Content validity. *European Journal of Educational Research*, 9(1), 33-50. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.1.33>
- Steinkuehler, C., Squire, K., & Barab, S. (Eds.). (2012). *Games, Learning, and Society: Learning and Meaning in the Digital Age*. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139031127>
- Stone, P., Brooks, R., Brymjolfsson, E., Calo, R., Etzioni, O., Hager, G., Hirschberg, J., Kalyanakrishnan, S., Kamar, E., Kraus, S., Leyton-Brown, K., Parkes, D., Press, W., Saxenian, A., Shah, J., Tambe, M., & Teller, A. (2016). *Artificial Intelligence and Life in 2030. One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015-2016 Study Panel*. Stanford University, Stanford, CA. <https://stanford.io/3IzBtN7>
- Stošić, L., & Bogdanović, M. (2013). M-LEARNING - A NEW FORM OF LEARNING AND EDUCATION. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*, 1(2), 114-118. <https://bit.ly/3z4C8lA>
- Strawhacker, A., Lee, M., & Bers, M. U. (2018). Teaching tools, teachers' rules: Exploring the impact of teaching styles on young children's programming knowledge in ScratchJr. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 347-376.
<https://doi.org/10.1007/s10798-017-9400-9>

- Sun, L., Hu, L., & Zhou, D. (2022). Single or Combined? A Study on Programming to Promote Junior High School Students' Computational Thinking Skills. *Journal of Educational Computing Research*, 60(2), 283-321. <https://doi.org/10.1177/07356331211035182>
- Suters, L., & Suters, H. (2020). Coding for the Core: Computational Thinking and Middle Grades Mathematics. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE Journal)*, 20(3). <https://bit.ly/3av3hFS>
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148, 103798. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798>
- Taslibeyaz, E., Kursun, E., & Karaman, S. (2020). How to develop computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Informatics in Education*, 19(4), 701-719. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.30>
- Taylor, K., & Baek, Y. (2019). Grouping matters in computational robotic activities. *Computers in Human Behavior*, 93, 99-105. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.010>
- Tikva, C., & Tambouris, E. (2021). Mapping computational thinking through programming in K-12 education: A conceptual model based on a systematic literature Review. *Computers & Education*, 162, 104083. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104083>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467-473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Tsakeni, M. (2021). Preservice teachers' use of computational thinking to facilitate inquiry-based practical work in multiple-deprived classrooms. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1), 1-13. Scopus. <https://doi.org/10.29333/ejmste/9574>
- Tucker-Raymond, E., Cassidy, M., & Puttick, G. (2021). Science teachers can teach computational thinking through distributed expertise. *Computers and Education*, 173. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104284>
- Unahalekhaka, A., & Bers, M. U. (2022). Evaluating young children's creative coding: Rubric development and testing for ScratchJr projects. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10873-w>
- Usart, M., Schina, D., Esteve-Gonzalez, V., & Gisbert, M. (2019). *Are 21st century skills evaluated in robotics competitions? The case of first lego league competition*. 1, 445-452. Scopus. <https://doi.org/10.5220/0007757404450452>
- Valls, C., Borrull, A., Esteve González, V., & Schina, D. (2021). *Introducción del pensamiento computacional a través de ScratchJr en el grado de educación infantil*. Octaedro. <https://bit.ly/3J38iY>
- Valls Pou, A. (2016). La robótica. Una disciplina curricular. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 289, 63-67. <https://bit.ly/3B11GCq>
- Valverde-Berrocoso, J. (2015). *El proyecto de educación digital en un centro educativo: Guía para su elaboración y desarrollo*. Madrid. Síntesis.
- Valverde-Berrocoso, J., Acevedo-Borrega, J., & Cerezo-Pizarro, M. (2022). Educational Technology and Student Performance: A Systematic Review. *Frontiers in Education*, 7, 916502. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.916502>

- Valverde-Berrocoso, J., Acevedo-Borrega, J., & Hidalgo Pulgarin, M. (2019). Contextos y experiencias de aprendizaje no-formal e informal para el desarrollo del pensamiento computacional. En M. Zapata-Ros & K. Villalba-Condori (Eds.), *El Pensamiento Computacional: La nueva alfabetización de las culturas digitales* (2019.^a ed., pp. 27-58). Universidad Católica de Santa María.
- Valverde-Berrocoso, J., Fernández-Sánchez, M. R., & Garrido-Arroyo, M. del C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, 0(46). <https://doi.org/10.6018/red/46/3>
- Valverde-Berrocoso, J., González-Fernández, A., & Acevedo-Borrega, J. (2022). Desinformación y multialfabetización: Una revisión sistemática de la literatura—Disinformation and multiliteracy: A systematic review of the literature. *Revista Comunicar*, 30(70). <https://doi.org/10.3916/C70-2022-08>
- Vaníček, J., Šimandl, V., & Klofáč, P. (2021). A Comparison of Abstraction and Algorithmic Tasks Used in Bebras Challenge. *Informatics in Education*, 20(4), 717-736. Scopus. <https://doi.org/10.15388/INFEDU.2021.30>
- Vee, A. (2013). Understanding Computer Programming as a Literacy. *Literacy in Composition Studies*, 1(2), 42-64. <https://doi.org/10.21623/1.1.2.4>
- Verhoeff, T. (2019). *Programming, software development, and computer science – the golden triangle*. 13, 157-170. Scopus. <https://doi.org/10.15388/loi.2019.10>
- Videnovik, M., Vlahu-Gjorgievska, E., & Trajkovik, V. (2020). To code or not to code: Introducing coding in primary schools. *Computer Applications in Engineering Education*. Scopus. <https://doi.org/10.1002/cae.22369>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Vlemincx, E., Porneso, R., Panteli, M., Arvantis, A., Theodorou, M., & Panayiotou, G. (2021). *Systematic review and meta-analysis on the efficacy of soft skills training on the development of soft skills in higher education students*. PROSPERO CRD42021236944. <https://bit.ly/3fSuySj>
- Wangenheim, C. G. von, Hauck, J. C. R., Demetrio, M. F., Pelle, R., da Cruz Alves, N., Barbosa, H., & Azevedo, L. F. (2018). CodeMaster—Automatic assessment and grading of app inventor and snap! Programs. *Informatics in Education*, 17(1), 117-150. Scopus. <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.08>
- Wangenheim, C. G. von, Medeiros, G. A. S. D., Filho, R. M., Petri, G., Pinheiro, F. D. C., Ferreira, M. N. F., & Hauck, J. C. R. (2019). Splash code—A board game for learning an understanding of algorithms in middle school. *Informatics in Education*, 18(2), 259-280. Scopus. <https://doi.org/10.15388/infedu.2019.12>
- Watt, M. (1982). What is Logo? *Creative Computing*, 8(10), 112-129.
- Webb, M. E. (2014). Considerations for the Design of Computing Curricula. En T. Brinda, N. Reynolds, R. Romeike, & A. Schwill (Eds.), *KEYCIT 2014 – Key Competencies in Informatics and ICT* (pp. 267-283). *Commentarii informaticae didacticae (CID)*. <https://bit.ly/3nz41wr>
- Webb, M. E., Davis, N., Bell, T., Katz, Y. J., Reynolds, N., Chambers, D. P., & Sysło, M. M. (2017). Computer science in K-12 school curricula of the 21st century: Why, what and when? *Education and Information Technologies*, 22(2), 445-468. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9493-x>
- Webb, M. E., Davis, N., Davis, N., Katz, Y. J., & Reynolds, N. (2015). Towards deeper understanding of the roles of CS/ Informatics in the curriculum. En A. Brodnik & C.

- Lewin (Eds.), *IFIP TC3 Working Conference 'A New Culture of Learning: Computing and next Generations'* (p. 16). Vilnius University. <https://bit.ly/3OXEyZo>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Weintrop, D., & Wilensky, U. (2015). To block or not to block, that is the question: Students' perceptions of blocks-based programming. *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children*, 199-208. <https://doi.org/10.1145/2771839.2771860>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Wing J. M., & 秀之翻譯：中島. (2015). Computational Thinking 計算論的思考. 情報処理, 56(6), 584-587. <https://bit.ly/3BpofhO>
- Wolber, D., Abelson, H., & Friedman, M. (2015). Democratizing Computing with App Inventor. *GetMobile: Mobile Computing and Communications*, 18(4), 53-58. <https://doi.org/10.1145/2721914.2721935>
- Xeferis, S., & Palaigeorgiou, G. (2019). Mixing educational robotics, tangibles and mixed reality environments for the interdisciplinary learning of geography and history. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 9(2), 78-94. <https://doi.org/10.3991/ijep.v9i2.9950>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

- Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127, 267-282. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.007>
- Xing, Y., & Zhang, Y. (2020). International Comparative Study on Computational Thinking Education in K-12. *The Educational Review, USA*, 4(8), 166-175. <https://doi.org/10.26855/er.2020.08.002>
- Yadav, A., Gretter, S., Good, J., & McLean, T. (2017). Computational Thinking in Teacher Education. En P. J. Rich & C. B. Hodges (Eds.), *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking* (pp. 205-220). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_13
- Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2011). Introducing computational thinking in education courses. *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education - SIGCSE'11*. <https://bit.ly/3RuZkBN>
- Yepes-Nuñez, J. J., Urrútia, G., Romero-García, M., & Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Yin, Y., Hadad, R., Tang, X., & Lin, Q. (2020). Improving and assessing computational thinking in maker activities: The integration with physics and engineering learning. *Journal of Science Education and Technology*, 29(2), 189-214. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09794-8>
- Yu, X., & Guo, X. (2018). Case study on “STEM+computational thinking” education model in chinese K-12 schools. *Journal of Science Education*, 19(1), 163-177. Scopus. <https://bit.ly/3EpBno9>

- Zapata-Ros, M. (2019). Computational thinking unplugged. *Education in the Knowledge Society*, 20(1). Scopus. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18
- Zha, S., Jin, Y., Moore, P., & Gaston, J. (2020). Hopscotch into coding: Introducing pre-service teachers computational thinking. *TechTrends*, 64(1), 17-28. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00423-0>
- Zhang, L., & Nouri, J. (2019). A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9. *Computers & Education*, 141, 103607. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103607>
- Zhong, B., & Xia, L. (2020). A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 79-101. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y>

Anexos

Anexo I – Codificación Revisión Sistemática de la Literatura



<https://bit.ly/3BiDagj>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Anexo II – Recursos obtenidos de la Revisión Sistemática de la Literatura



<https://bit.ly/3zrwsmX>



Anexo III – Consentimiento Informado

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un estudio exploratorio y análisis crítico. Se plantea llevar a cabo un proceso de indagación mediante la metodología Delphi, consistente en la realización de una encuesta de preguntas abiertas, relacionadas con el objeto de estudio mencionado, con dos fases de aplicación:

- Una primera fase consistente en responder de forma abierta a dicho cuestionario, en un plazo establecido.
- Una segunda fase que implica la valoración de las respuestas de todos los participantes, una vez categorizadas y organizadas por los investigadores.

Sobre la información recogida se construirá un mapa de percepciones y representaciones de los expertos sobre los elementos básicos o ejes vertebradores del Pensamiento Computacional y aplicación educativa, que se reflejarán en un informe final de esta fase.

Para el desarrollo de esta estrategia, se compromete a responder a las cuestiones que se plantean en la encuesta que se propone, empleando el tiempo que necesite dentro del plazo establecido. Dicho compromiso implica que las respuestas serán desarrolladas de forma expositiva, manifestando sus opiniones de manera argumentada. E igualmente, se compromete a valorar en una segunda fase, los resultados emergentes del cuestionario.

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Este compromiso se extiende, en caso de que se estime oportuno, a la realización de una tercera iteración de valoración de las categorías resultantes de la fase previa, de cara a converger en un consenso entre los sujetos participantes.

Por su parte, existe el compromiso a mantener la confidencialidad sobre los datos obtenidos en el desarrollo del presente trabajo, garantizando el anonimato de todos los sujetos participantes en todas las fases de la investigación.

Igualmente, existe el compromiso a trasladar a los y las participantes los resultados de la investigación, así como a negociar los aspectos que se consideren necesarios en relación a los mismos de cara a la redacción del informe final. Una vez concluido este proceso, se realizará la devolución de dicho informe a los participantes.

Finalmente, y obedeciendo a la Ética para la Investigación Educativa, se le reconoce el derecho, como participante, a retirarse de la investigación en cualquier momento. Para lo cual se ruega informen a los investigadores.

Jesús Acevedo Borrega

Anexo IV – Respuestas Debate Abierto



<https://bit.ly/3Pw9fWo>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Anexo V – Respuestas Debate Cerrado



<https://bit.ly/3zueBLY>

Anexo VI – Análisis JASP



<https://bit.ly/3PSPk3G>

El pensamiento computacional y su integración en el currículo:
tendencias, desafíos y prácticas. Un estudio Delphi.

Anexo VII – Recursos obtenidos del Estudio Prospectivo Delphi



<https://bit.ly/3PvHywI>

Anexo VIII – Recursos Pensamiento Computacional



<https://bit.ly/3cxZjNn>