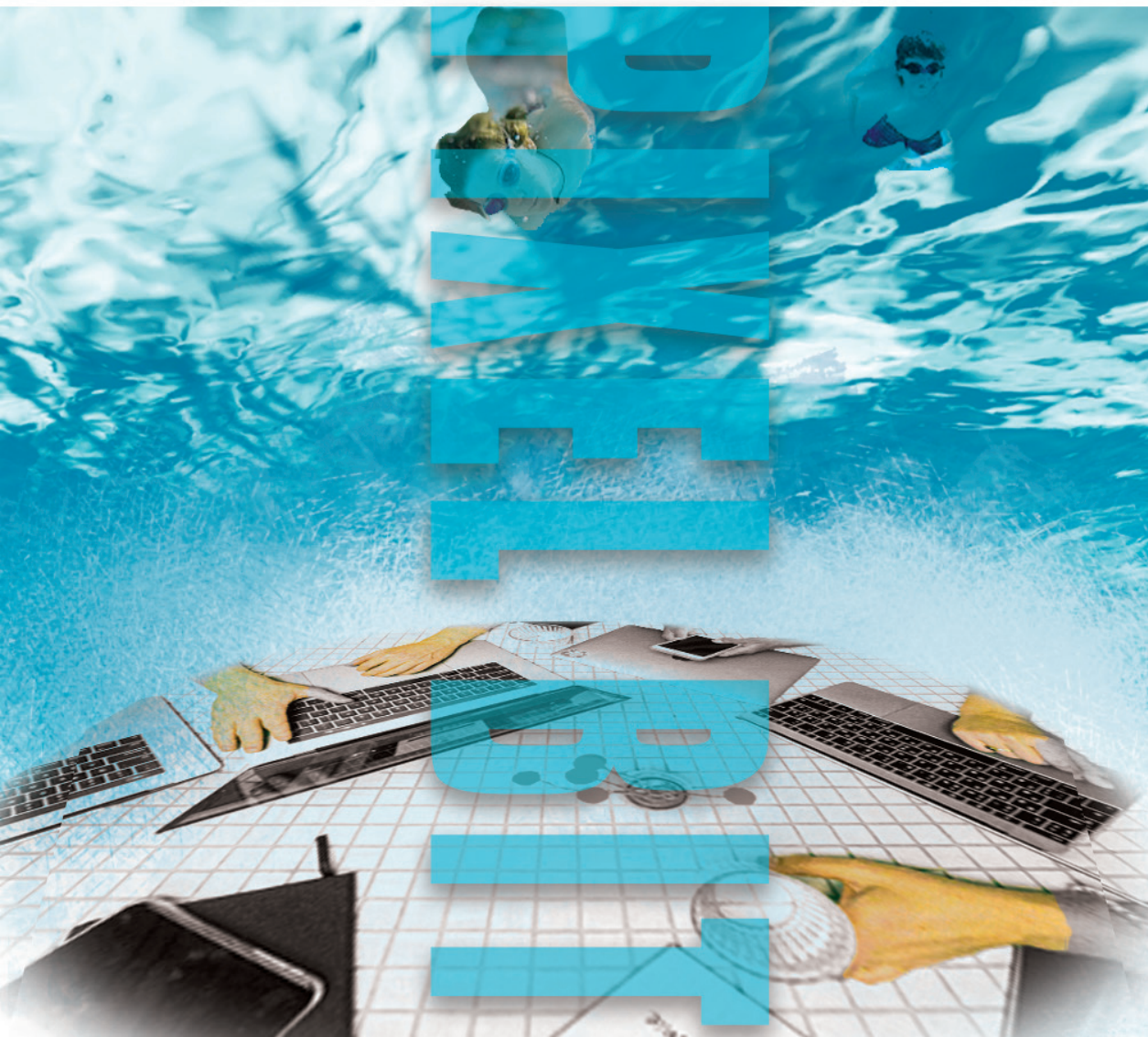


PIXEL BIT

Nº 59 SEPTIEMBRE 2020
CUATRIMESTRAL

e-ISSN:2171-7966I
ISSN:1133-8482

Revista de Medios y Educación





PIXEL-BIT

REVISTA DE MEDIOS Y EDUCACIÓN

Nº 59 - SEPTIEMBRE - 2020

<https://revistapixelbit.com>



EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

EQUIPO EDITORIAL (EDITORIAL BOARD)**EDITOR JEFE (EDITOR IN CHIEF)**

Dr. Julio Cabero Almenara, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Facultad de CC de la Educación, Universidad de Sevilla (España).

EDITOR ADJUNTO (ASSISTANT EDITOR)

Dr. Juan Jesús Gutiérrez Castillo, Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de CC de la Educación, Universidad de Sevilla (España).

Dr. Óscar M. Gallego Pérez, Secretariado de Recursos Audiovisuales y NN.TT., Universidad de Sevilla (España)

CONSEJO DE REDACCIÓN**EDITOR**

Dr. Julio Cabero Almenara. Universidad de Sevilla (España)

EDITOR ASISTENTE

Dr. Juan Jesús Gutiérrez Catillo. Universidad de Sevilla. (España)

Dr. Óscar M. Gallego Pérez. Universidad de Sevilla (España)

VOCALES

Dra. María Puig Gutiérrez, Universidad de Sevilla. (España)

Dra. Sandra Martínez Pérez, Universidad de Barcelona (España)

Dr. Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)

Dr. Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)

Dra. Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)

Dra. Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)

Dr. Angel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)

Dr. Fabrizio Manuel Sirignano, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)

CONSEJO TÉCNICO

Edición, maquetación: Manuel Serrano Hidalgo, Universidad de Sevilla (España)

Dra. Raquel Barragán Sánchez, Universidad de Sevilla (España)

Antonio Palacios Rodríguez, Universidad de Sevilla (España)

Diseño de portada: Lucía Terrones García, S.A.V, Universidad de Sevilla (España)

Revisor/corrector de textos en inglés: Rubicelia Valencia Ortiz, MacMillan Education (México)

Revisores metodológicos: evaluadores asignados a cada artículo

Responsable de redes sociales: Manuel Serrano Hidalgo, Universidad de Sevilla (España)

Administración: Leticia Pinto Correa, S.A.V, Universidad de Sevilla (España)

CONSEJO CIENTÍFICO

Jordi Adell Segura, Universidad Jaume I Castellón (España)

Ignacio Aguaded Gómez, Universidad de Huelva (España)

María Victoria Aguiar Perera, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)

Olga María Alegre de la Rosa, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Manuel Área Moreira, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Patricia Ávila Muñoz, Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (México)

Antonio Bartolomé Pina, Universidad de Barcelona (España)

Angel Manuel Bautista Valencia, Universidad Central de Panamá (Panamá)

Jos Beishuizen, Vrije Universiteit Amsterdam (Holanda)

Florentino Blázquez Entonado, Universidad de Extremadura (España)

Silvana Calaprince, Università degli studi di Bari (Italia)

Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)

Raimundo Carrasco Soto, Universidad de Durango (México)
Rafael Castañeda Barrena, Universidad de Sevilla (España)
Zulma Cataldi, Universidad de Buenos Aires (Argentina)
Manuel Cebrián de la Serna, Universidad de Málaga (España)
Luciano Cecconi, Università degli Studi di Modena (Italia)
Jean-François Cerisier, Université de Poitiers, Francia
Jordi Lluís Coiduras Rodríguez, Universidad de Lleida (España)
Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)
Enricomaria Corbi, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Marialaura Cunzio, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Brigitte Denis, Université de Liège (Bélgica)
Floriana Falcinelli, Università degli Studi di Perugia (Italia)
Maria Cecilia Fonseca Sardi, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)
Maribel Santos Miranda Pinto, Universidade do Minho (Portugal)
Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)
María-Jesús Gallego-Arrufat, Universidad de Granada (España)
Lorenzo García Aretio, UNED (España)
Ana García-Valcarcel Muñoz-Repiso, Universidad de Salamanca (España)
Antonio Bautista García-Vera, Universidad Complutense de Madrid (España)
José Manuel Gómez y Méndez, Universidad de Sevilla (España)
Mercedes González Sanmamed, Universidad de La Coruña (España)
Manuel González-Sicilia Llamas, Universidad Católica San Antonio-Murcia (España)
Ángel Pio González Soto, Universidad Rovira i Virgili, Tarragona (España)
António José Meneses Osório, Universidade do Minho (Portugal)
Carol Halal Orfali, Universidad Tecnológica de Chile INACAP (Chile)
Mauricio Hernández Ramírez, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Ana Landeta Etxeberria, Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA)
Linda Lavelle, Plymouth Institute of Education (Inglaterra)
Fernando Leal Ríos, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Paul Lefrere, Cca (UK)
Carlos Marcelo García, Universidad de Sevilla (España)
François Marchessou, Universidad de Poitiers, París (Francia)
Francesca Marone, Università degli Studi di Napoli Federico II (Italia)
Francisco Martínez Sánchez, Universidad de Murcia (España)
Ivory de Lourdes Mogollón de Lugo, Universidad Central de Venezuela (Venezuela)
Angela Muschitiello, Università degli studi di Bari (Italia)
Margherita Musello, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)
Trinidad Núñez Domínguez, Universidad de Sevilla (España)
James O'Higgins, de la Universidad de Dublín (UK)
José Antonio Ortega Carrillo, Universidad de Granada (España)
Gabriela Padilla, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Ramón Pérez Pérez, Universidad de Oviedo (España)
Ángel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)
Julio Manuel Barroso Osuna, Universidad de Sevilla (España)
Rosálía Romero Tena, Universidad de Sevilla (España)
Hommy Rosario, Universidad de Carabobo (Venezuela)
Pier Giuseppe Rossi, Università di Macerata (Italia)
Jesús Salinas Ibáñez, Universidad Islas Baleares (España)
Yamile Sandoval Romero, Universidad de Santiago de Cali (Colombia)
Albert Sangrà Morer, Universidad Oberta de Catalunya (España)
Ángel Sanmartín Alonso, Universidad de Valencia (España)
Horacio Santángelo, Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)
Francisco Solá Cabrera, Universidad de Sevilla (España)
Jan Frick, Stavanger University (Noruega)
Karl Steffens, Universidad de Colonia (Alemania)
Seppo Tella, Helsinki University (Finlandia)
Hanne Wachter Kjaergaard, Aarhus University (Dinamarca)



FACTOR DE IMPACTO (IMPACT FACTOR)

SCOPUS (CiteScore). FECYT: Ciencias de la Educación. Posición 34. Puntuación: 28,32) DIALNET MÉTRICAS (Factor impacto 2018: 1,170. Q1 Educación. Posición 8 de 225) ERIH PLUS - Clasificación CIRC: B - Categoría ANEP: B - CARHUS (+2018): B - MIAR (ICDS 2018): 9,9 - Google Scholar (global): h5: 23; Mediana: 42 Posición 5ª de 96 - Criterios ANECA: 20 de 21.

Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación está indexada entre otras bases en: SCOPUS, Fecyt, Iresie, ISOC (CSIC/ CINDOC), DICE, MIAR, IN-RECS, RESH, Ulrich's Periodicals, Catálogo Latindex, Biné-EDUSOL, Dialnet, Redinet, OEI, DOCE, Scribd, Redalyc, Red Iberoamericana de Revistas de Comunicación y Cultura, Gage Cengage Learning, Centro de Documentación del Observatorio de la Infancia en Andalucía. Además de estar presente en portales especializados, Buscadores Científicos y Catálogos de Bibliotecas de reconocido prestigio, y pendiente de evaluación en otras bases de datos.

EDITA (PUBLISHED BY)

Grupo de Investigación Didáctica (HUM-390). Universidad de Sevilla (España). Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. C/ Pirotecnia s/n, 41013 Sevilla.

Dirección de correo electrónico: revistapixelbit@us.es . URL: <https://revistapixelbit.com/>

ISSN: 1133-8482; e-ISSN: 2171-7966; Depósito Legal: SE-1725-02

Formato de la revista: 16,5 x 23,0 cm

Los recursos incluidos en Píxel Bit están sujetos a una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported (Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual)(CC BY-NC-SA 3.0), en consecuencia, las acciones, productos y utilidades derivadas de su utilización no podrán generar ningún tipo de lucro y la obra generada sólo podrá distribuirse bajo esta misma licencia. En las obras derivadas deberá, asimismo, hacerse referencia expresa a la fuente y al autor del recurso utilizado.

©2020 Píxel-Bit. No está permitida la reproducción total o parcial por ningún medio de la versión impresa de la Revista Píxel- Bit.

1.- Percepción de estudiantes sobre el uso del videoblog como recurso digital en educación superior // Perception of students on the use of videoblog as a digital resource in higher education.	
Ernesto Colomo Magaña, Vicente Gabarda Méndez, Andrea Cívico Ariza, Nuria Cuevas Monzonís	7
2.- Contributions of technology to cooperative work for university innovation with Design Thinking // Aportaciones de la tecnología al trabajo cooperativo para la innovación universitaria con Design Thinking.	
Juan Jesús Torres-Gordillo, Jesús García-Jiménez, Eduardo Alejandro Herrero-Vázquez (Bilingüe)	27
3.- Perception about the Influence of ICT Tools on Knowledge Management Processes in Grade of Primary Education // Percepción sobre la influencia de las herramientas TIC en los Procesos de Gestión del Conocimiento en el Grado de Educación Primaria (Bilingüe)	
Elena Ferrero de Lucas, Isabel Cantón Mayo	65
4.-The tablet. Dynamic strategy to favor significant university learning // La tableta. Estrategia dinámica para favorecer el aprendizaje significativo universitario (Bilingüe)	
Maria Luisa Sevillano García, Blanca Inés Espinel De Segura, José Manuel Sáez López, Cristina Sánchez Romero	97
5.- Análisis de la Competencia Digital en la Formación Inicial de estudiantes universitarios: Un estudio de meta-análisis en la Web of Science // Analysis of the Digital Competence in the Initial Formation of University Students: A Meta-Analysis Study on the Web of Science	
Francisco Recio Muñoz, Juan Silva Quiroz, Nicole Abricot Marchant	125
6.- Computational thinking and coding in primary education: scientific productivity on SCOPUS // El pensamiento computacional y la codificación en la educación primaria: la productividad científica en SCOPUS (Bilingüe)	
Annalisa Piazza, Santiago Mengual-Andrés	147
7.- La usabilidad percibida por los docentes de la Formación Profesional a distancia en las Islas Baleares // The usability perceived by the teachers of distance vocational training in Balearic islands	
Francisco Ramón Lirola Sabater, Adolfinia Pérez Garcías	183
8.- Evaluación del videojuego educativo “Aphids Attack” a través de modelos log-lineales para la enseñanza de las interacciones ecológicas en el nivel primario // Evaluation of the educational video game “Aphids Attack” through log-linear models for teaching ecological interactions at the primary level.	
Mariano Eliseo Rodríguez Malebrán, Miguel Angel Manzanilla Castellanos, Eloy Antonio Peña Angulo, Maricel Occelli, Dr. Claudio Ramírez Rivera	201
9.- Rafodium: a social nets about augmented reality created in Google+ // Rafodium: una red social sobre realidad aumentada creada en Google +	
Verónica Marín-Díaz, Magdalena López-Perez, Bárbara Fernández Robles	225
10.- Cambiando el futuro: “blockchain” y Educación // Changing the future: “blockchain and education”	
Antonio Bartolomé Pina	241

Computational thinking and coding in primary education: scientific productivity on SCOPUS

El pensamiento computacional y la codificación en la educación primaria: la productividad científica en SCOPUS

Dña. Annalisa Piazza

agic80700p@istruzione.it

Dr. Santiago Mengual-Andrés

santiago.mengual@uv.es



¹Istituto Comprensivo "E. Contino" Cattolica Eraclea (Ag) (Italia)

²Universitat de València. Dpto. Educación Comparada e Historia de la Educación. Valencia (España)

ABSTRACT

In recent decades, computational thinking had a basic role in education and in the regulatory chain of many countries, also receiving great attention from various international organizations that have expressly requested its promotion starting from school education. The present study analyzes scientific productivity on SCOPUS about computational thinking and its diffusion in schools, with specific reference to the K-12 context. The study has been extended to 2006, when Jeannette Wing published the primary article on computational thinking, starting a body of research and projects on the subject, so that to date, in February 2020, there are 1850 citations of its publication on SCOPUS. The data support a global picture on the evolution of the phenomenon, showing an increase of interest, the main promoting countries, the sources, the authors and the most cited works, allowing a good reference for the scientific research sector on the computational thinking phenomenon in education, a theme that is more relevant and significant today than ever before. The present study also represents a tool for reflection on the need to educate the young people of the twenty-first century to computational thinking with the aim of making them achieve the specific skills that today's work market requires. ■

PALABRAS CLAVE

Pensamiento computacional, codificación, educación, productividad científica, SCOPUS.

RESUMEN

En los últimos decenios, el pensamiento computacional ha desempeñado un papel fundamental en la educación y en los procesos legislativos de muchos países, recibiendo también gran atención por parte de diversas organizaciones internacionales que han pedido expresamente que se promueva a partir de la educación escolar. El presente estudio analiza la productividad científica en SCOPUS sobre el pensamiento computacional y su difusión en las escuelas, con referencia específica al contexto K-12 (desde la educación infantil hasta el duodécimo curso). El estudio se ha extendido hasta 2006, cuando Jeannette Wing publicó el artículo principal sobre el pensamiento computacional, iniciando un conjunto de investigaciones y proyectos sobre esta temática, de tal manera que, hasta la fecha, en mayo de 2020, encontramos 1.850 citas de su publicación en SCOPUS. Los datos ofrecen un panorama global sobre la evolución del fenómeno, mostrando un aumento del interés, los principales países promotores; las fuentes, los autores y las obras más citadas, proporcionando así una buena referencia para el sector de la investigación científica acerca del fenómeno del pensamiento computacional en la educación, un tema que hoy es más relevante y significativo que nunca. El presente estudio también representa una herramienta para la reflexión sobre la necesidad de educar a los jóvenes del siglo XXI en el pensamiento computacional con el fin de que adquieran las habilidades específicas que requiere el mercado laboral actual. ■

KEYWORDS

Computational thinking, coding, education, scientific productivity, SCOPUS.

1.- Introduction

In our age, technology has become an integral part of current generations' everyday life and is transforming knowledge processes. Information and Communication Technologies (ICT) have substantially changed social and educational dynamics (Salcines-Talledo, González-Fernández & Briones, 2020). This change undoubtedly brings about transformations in education as well (Burkle & Cobo, 2018). The education system, as a pillar of growth and inclusion of EU citizens, is called upon to respond to the demand to prepare citizens to make the most of the opportunities offered by an increasingly interconnected and constantly evolving world where technology is used in a wide variety of sectors, from medical to industrial and agrifood to transport. Today, ICT and ICT skill in education can provide the tools that students will be able to use in the labour market (Infante-Moro, Infante-Moro & Gallardo-Pérez, 2019).

It is important to delve into the knowledge possessed by the students on the new technological tools. Several initiatives have been undertaken in this regard, including the design and integration of educational practices for the strengthening of digital competences (Infante-Moro et al., 2019) such as computational thinking and STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) (Reinking & Martin, 2018, Calao, Moreno-León, Correa & Robles, 2015) knowledge areas. To these is added the promotion of positive behaviours for the development of high quality social skills in students (Caballero-Gonzalez García-Valcárcel Muñoz-Repiso & García-Holgado, 2019) and all those innovative methodological practices that foster the development of transversal skills (Ávalos, Pérez-Escoda & Monge, 2019).

The idea of proposing new experiences that exploit the potential of computational thinking which, in recent decades, has taken on a fundamental role in the educational field so much so that various international organisations have expressly requested its promotion starting from school education.

The computational thinking is connected to recursive thinking that allows to apply a solution already identified in similar problems to the one being analyzed, to identify the relevant aspects, to decompose it into simpler sub-problems, to evaluate the effectiveness of the project and the efficiency of the procedure (Barr, Harrison & Conery, 2011). The programmer transfers an algorithm from his brain to the machine and this competence requires a multiplicity of other skills (Wing, 2006) among which also the rigor in formalizing procedures, creativity and imagination. The learner learns to think, to represent and to solve problems that require combining human cognitive power with computing ability (Kafai & Burke 2013; Lye & Koh 2014; Sengupta et al. 2013).

Computational thinking is not only technology; although closely related to it, it is an important skill that every child should achieve not only as a technical skill, but mainly as a mental construction and development of logical thinking across many disciplines. Recognizing its importance, “computational thinking” is considered by many to be the fourth basic skill in addition to reading, writing and math, an essential skill for the development of 21st century literacy (Wing, 2008; Aho, 2012; Grover & Pea, 2013; Shute, Sunand Asbell-Clarke, 2017; Yadav, Hong & Stephenson, 2016).

Coding is a valid promotional tool; it is, in fact, a fundamental element of education in our times from which all children can benefit at an early age. In particular, the term coding refers to the phase of writing code in a specific programming language and therefore represents the last phase of the software development process. It therefore represents a strategy that puts programming at the center of a path towards problem solving (Barr & Stephenson, 2011; Grover & Pea, 2013; Lye & Koh, 2014). In recent years there is a great media attention around coding, which is seen as a vehicle that approaches to computational thinking and computer science (Yadav, Krist, Good & Caeli, 2018) so much so that researchers are interested in studying its different perspectives: technical, pedagogical, ethical and economic.

It is widely believed that it can be practiced not only by computer scientists and engineers, but also by children; many countries have promoted its learning by including it in their school curricula, in order to bridge the gap between those who simply make use of digital objects, such as games, software, apps, and those who, instead, consciously know how to create and share them. Coding represents a new didactic strategy, a practice that can be used in class, easily accessible and applicable in contexts not directly related to programming (Sentance & Csizmadia, 2017; Rees, García-Peñalvo, Jormanainen, Tuul, & Reimann, 2019).

The importance given to computational thinking and coding, leads to a lot of questions in order to understand which competences characterize it, which relationships there are with programming and how it can be integrated in the school curriculum of all levels of education (Angeli, 2016; Kalelioglu, 2016; Pugnali et al., 2017; Bocconi et al., 2016)

If children approach computational thinking through coding, they learn to program and, at the same time, while programming, they learn many other things (code to learn) (Resnick, 2013). Coding therefore represents one of the most widely used teaching practices by teachers in the educational context, starting from the kindergarten (Grover & Pea, 2013; Kafai & Burke, 2013).

The interest over the years on computational thinking is also confirmed by Google Trends, which shows the increase in searches on the world wide web on the subject on the Google search engine, a sufficiently large and representative sample. The data show how the survey extended in the period between the year 2006 and February 2020, in the world, there is an increase in searches carried out in the field of work and education since 2010 and now on the rise. Research interest is particularly high in countries such as Singapore, Ireland, New Zealand and South Korea.

For this work we have chosen to search on SCOPUS, an abstract and indexing database with full-text links that is produced by the Elsevier Co. The aim of this work is to provide a global overview of scientific productivity on the topic of computational thinking in educational contexts with particular reference to the use of coding as a development tool (Brennan & Resnick, 2012). The topic has been researched on SCOPUS, in an overall period between 2006 and the first two months of 2020, considering as research variables a) the general distribution of productivity on computational thinking by year and by type of document, b) the distribution of productivity by thematic area, c) by geographical area, d) the most cited articles, authors and works.

This work is part of a larger project, not yet concluded, which aims to explore the effects of the use of coding as a methodological tool in the teaching of mathematics, and in particular geometry, and in the learning of Italian primary school students.

2.- Research design

The research plan was prepared by carrying out a bibliometric analysis on scientific productivity regarding the diffusion of studies on the concept of “computational thinking” in school contexts. From an initial analysis on the subject, it emerges that “coding” represents one of the first resources that can be introduced at school as a transversal activity, in every field of knowledge, and, without doubt, in the disciplines of the STEM area. In fact, one of the approaches to propose transversal activities in STEM education is to introduce students to computer science through programming or coding to also develop basic literacy skills and concepts for all students (García-Peñalvo et al. 2016; Sengupta, Dickes & Farris, 2018).

The research was limited to studies relating to coding used in schools to develop computational thinking skills. This vision allows a more direct focus on the purpose of the study and reflects similar studies

in the field of education that have followed this approach (e.g. Ariza, Granados, Ramiro & Gómez-García, 2011; Jiménez-Fanjul, Maz-Machado, Torralbo-Rodríguez & Fernández-Cano, 2014; Aguaded Gómez, Vázquez-Cano and López-Meneses, 2016; Mengual-Andrés, Vázquez-Cano & Meneses, 2017; Rodríguez-García, Cáceres Reche & Alonso García, S. 2018). The analysis and processing of the data was based through descriptive statistics and central trend and dispersion measurements (Peritz & Bar-Ilan, 2002;) selecting the international database SCOPUS, that has been selected considering its scientific relevance. SCOPUS is less restrictive than WOS, based on the importance and national and international coverage of the studies (Mengual-Andrés et al., 2017). The results provide a more extensive overview of the topic of interest.

3.- Procedure and data analysis

In March 2020 the research, collection and quantification of scientific publications that respond to the topic computational thinking was conducted. The identification of the documents was made via SCOPUS database, using boolean operators and advanced search options. It was decided to carry out to search through computational thinking AND coding keywords only, obtaining a first corpus of 3767 documents and then reducing the field of investigation by putting other keywords. The final sample on which we worked, after the second search performed by combining the factors in the following way:

(TITLE-ABS-KEY (computational thinking) AND TITLE-ABS-KEY
(coding) AND TITLE-ABS-KEY (education) AND TITLE-ABS-KEY
(K-12)PUBYEAR >2005 AND PUBYEAR

It reduced to 672 the documents from 2006 to 2020. The texts recovered provided information on:

- Source;
- Thematic area;
- Geographical area;
- Most cited articles.

Descriptive analyses were carried out on bibliometric production indicators (authors' productivity, type of documents, years, citations, etc.) with the SPSS 22 statistical package.

4.- Results and discussion

4.1. General distribution of productivity for year

From a first analysis, it can be seen how the production of documents varies in the periods divided by three years, as shown in Table 1. Relevant publications on this topic concentrated in the last two three-year periods 2020/19/18 and 2017/16/15 and, considering that 2020 includes only the first two months, it means an increase of more than 100% in the last three years. The distribution strongly correlates to the strong push provided by the academic world and the legislator that has increased its interest.

Table 1. Distribution of selected documents by year and by three-year period on Scopus

Year	Articles	Articles in the three-year period
2020	47	425
2019	231	
2018	147	
2017	100	196
2016	56	
2015	40	
2014	22	43
2013	12	
2012	9	
2011	5	6
2010	-	
2009	1	
2008	1	2
2007	-	
2006	1	

Figure 1 shows the percentage distribution of the documents referenced on SCOPUS in the period 2006/2019 with the exception of the year 2020 whose available documents refer only to the first two

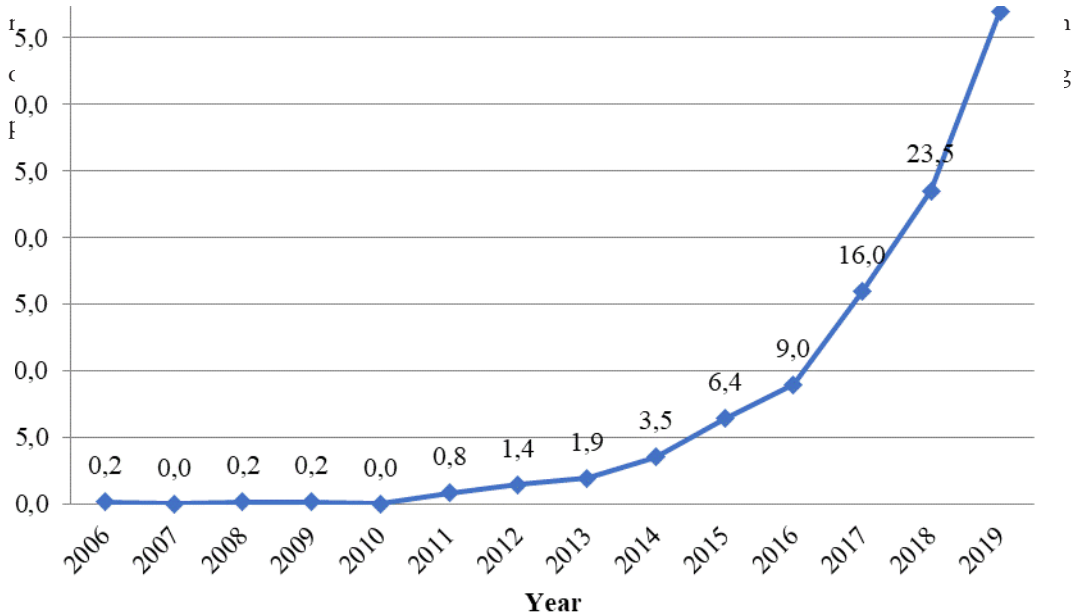


Figure 1. Percentage of documents referenced on SCOPUS by year.

4.2. General distribution of productivity by type of document and year

The data collected by SCOPUS shows that overall the scientific production on the subject focuses mainly on two types of documents (Table 2). Forty-five percent (45.0%) of these ($n= 306$) are in the form of Conference Papers and 281 are Articles published in a scientific journal and cover 41.8% of the total documents. As far as the chapters of Books and Books Chapter indexed in SCOPUS it can be noted that they represent a total of 9.3% ($n= 62$), these publications being slightly higher in number than the rest of the documents that represent 3.3% of productivity (review, letters to the publisher, notes and various documents).

Table 2. Type of published documents

Type of document	<i>N</i>	%
Conference paper	306	45.0
Article	281	41.8
Book Chapter	32	4.8
Book	30	4.5
Review	13	1.9
Editorial	5	.7
Undefined	4	.6
Note	1	.1
Total	672	100.0

Analyzing the frequency distribution of the various documents divided by year on productivity over the last seven years (Table 3), the item relating to Conference Papers in numerical terms has increased over the years and, at present, has reached its peak in 2019 (n= 110). A similar comment applies for the item relating to Articles published in scientific journals for the year 2019 with a total of 113 articles and an increasing percentage over the years.

Table 3. Type of published documents by year

	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Conference paper	6	42.9	24	68.6	32	60.4	64	71.6	53	36.1	110	48.1	9	22.6
Article	9	28.6	9	20.0	17	33.3	24	21.6	67	45.1	113	49.0	33	64.5
Book Chapter	1	7.1	3	5.7	3	4.2	3	2.3	16	12.0	1	0.5	3	6.5
Book	4	7.1	4	5.7	3	-	5	1.1	4	0.8	1	-	-	-
Review	2	14.3	-	-	1	2.1	4	3.4	2	1.5	3	1.0	-	-
Editorial	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.8	2	1.0	2	6.5
Note	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.5	-	-
Undefined	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.8	-	-	-	-

4.3. General distribution of productivity by thematic area

An analysis of document productivity on SCOPUS has been conducted by thematic areas. Since SCOPUS allows multi-classification of sources, it may be likely that some of the recovered documents are classified into at least two different categories at the same time. The analysis revealed a collection of 1034 documents, which cannot be put in relation with the classification shown in Table 1, both because in the count the same documents can be considered, as previously mentioned, several times and because the time span of the search also varies, which, in this case, is not limited to a precise period. From the analysis reported in Table 4, there are two fields of knowledge that are particularly interested in computational thinking in educational contexts; the computer science sector (Computer Science) emerges with 37.8% (n= 458) and the social science sector (Social Science) with 433 documents that represent 35.8% of total productivity. Then, the engineering (Engineering) (n= 102), mathematics (Mathematics) (n= 54) and psychology (Psychology) (n= 53) sectors are worthy of note, covering respectively 8.4%, 4.5% and 4.4%

of productivity. In a smaller percentage there are other sectors (Table 3) which together cover 9.3%. It is also noted that about 75% of the classification areas proposed by SCOPUS have recorded some publications on the topic, highlighting even more its relevance (Table 4).

Table 4. Productivity by thematic area

Thematic area	<i>N</i>	%
Computer Science	458	37.8
Social Science	433	35.8
Engineering	102	8.4
Mathematics	54	4.5
Psychology	53	4.4
Arts and Humanities	35	2.9
Decision Sciences	20	1.7
Business, Management and Accounting	13	1.1
Energy	6	.5
Medicine	6	.5
Physics and Astronomy	6	.5
Agricultural and Biological Sciences	5	.4
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	5	.4
Material Sciences	5	.4
Environmental Science	5	.4
Chemical Engineering	1	.1
Earth and Planetary Sciences	1	.1
Multidisciplinary	1	.1
Neuroscience	1	.1
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	1	.1
Totale	1.034	100.0

4.4. General distribution of productivity by subject area

The analysis of productivity on computational thinking and coding in K-12 education has also been addressed to the research of which countries in the world show, through the various scientific publications, a certain sensitivity and interest in these topics. Reading figure 2 it is possible to note that the United

States represent the highest percentage of production (43.3%) followed by Spain (11.6%) and Italy (7.2%). It is worth noting, however, the result obtained by summing the productivity of the European Union member countries that together represent 38.0% of global productivity, showing attention to these arguments.

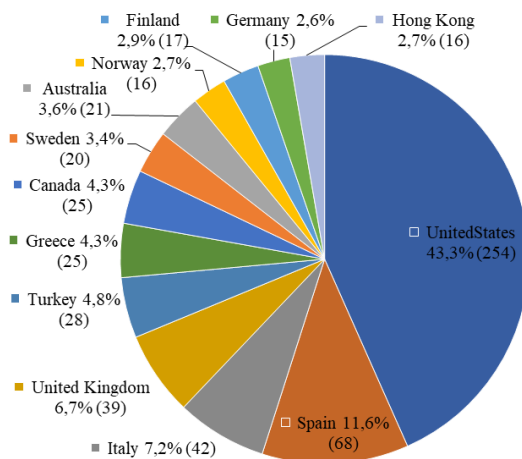


Figure 2. Productivity by geographic area

4.5. General distribution of productivity by affiliation.

The data showed that only three institutions had a range from 15 to 25 publications: (a) Universidad de Salamanca ($n=25$), (b) Utah State University ($n=21$), (c) Universidad Rey Juan Carlos ($n=19$) and (c) University of Pennsylvania ($n=17$). Following this group we would find those affiliations that have a production of 10 to 14 works, namely Tufts University, Universidad Nacional de Education a Distancia, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet and Purdue University. The following data show a good presence of universities on European territory. Data on documents with numbers between 5 and 9 show the constant presence of European Universities

4.6. General distribution of periodic publications with more contributions

After a global analysis of the most productive periodicals on the subject of interest, the first 15 sources are presented. The 46.7% ($n=7$) corresponds to specialized journals while the remaining part ($n=8$) that is 53.3% concerns other publications and conference proceedings

Table 5. Productivity by periodicals

Thematic area	<i>N</i>
ACM International Conference Proceeding Series	63
Lecture Notes in Computer Science Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics	23
Proceedings Frontiers in Education Conference Fie	19
Computers and Education	17
Education and Information Technologies	15
Computers in Human Behavior	14
Computer Science Education	11
IEEE Global Engineering Education Conference Educon	11
Advances In Intelligent Systems And Computing	9
Informatics In Education	9
Interactive Learning Enviroments	9
Journal Of Sciece Education And Technology	9
ACM Transactions On Computing Education	8
Teachtrends	8
Computational Thinking In The Stem Diciplines Foundations And Research Highlights	7

4.7. General distribution of productivity by most cited articles

Finally, the journals (excluding those relating to the proceedings of conventions and conferences under the heading Proceeding) that had the highest number of citations were selected, highlighting in particular the eight most cited works based on SCOPUS data (Table 6).

Table 6. Most cited articles, authors and work

Article title	Authors	Review	Year	Citations
Computer games created by middle school girls: Can they be used to measure understanding of computer science concepts?	Denner, J., Werner, L., Ortiz, E.	Computers and Education 58(1), pp. 240-249	2012	151
Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?	Lye, S.Y., Koh, J.H.L.	Computers in Human Behavior 41, pp. 51-61	2014	273

A crafts-oriented approach to computing in high school: Introducing computational concepts, practices, and perspectives with electronic textiles	Kafai, Y.B., Lee, E., Searle, K., Kaplan, E., Lui, D.	ACM Transactions on Computing Education 14(1),1	2014	85
Computational thinking in K-9 education	Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Rolandsson, L., Settle, A.	ITiCSE-WGR 2014 - Working Group Reports of the 2014 Innovation and Technology in Computer Science Education Conference, pp. 1-29	2014	61
Constructionist Gaming: Understanding the Benefits of Making Games for Learning	Kafai, Y.B., Burke, Q.	Educational Psychologist 50(4), pp. 313-334	2015	79
Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using "scratch" in five schools	Sáez-López, J.-M., Román-González, M., Vázquez-Cano, E.	Computers and Education 97, pp. 129-141	2016	100
Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review	Papavlasopoulou, S., Giannakos, M.N., Jaccheri, L.	Entertainment Computing 18, pp. 57-78	2017	70
Demystifying computational thinking	Shute, V.J., Sun, C., Asbell-Clarke, J.	Educational Research Review 22, pp. 142-158	2017	64

Following is a description of the three most cited articles

The article by Lye and Koh entitled “Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?” has the highest number of citations (n= 268) and was published in 2014 in *Computers in Human Behavior*, an academic journal dedicated to examining the use of computers from a psychological perspective. The authors, with this article, recommend researchers to conduct studies on the theme of computational thinking. They analyze articles published since 2009, when the National Research Council (NRC) organized a workshop on computational thinking, until 2014. The aim is to respond to the need for more clarity on how to integrate computational thinking in the K-12 context, in light of the positive results obtained in previous works.

The other two most cited articles are published in *Computers and Education*, a journal which gives space to studies concerning the pedagogical uses of digital technology.

Denner, Werner and Ortiz have obtained on SCOPUS $n= 151$ citations for the article of 2012, entitled “Computer games created by middle school girls: Can they be used to measure understanding of computer science concepts?”, in which they present a strategy for coding student games created by middle school girls in an after school class. The article demonstrates that coding activities can support the learning of computer science concepts.

In third place, in order of number of citations ($n= 100$), is the article entitled “Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using “scratch” in five schools” (Sáez-López., Román-González & Vázquez-Cano, 2016). The authors show the importance of implementing visual programming languages, such as Scratch, from primary education. Students are more motivated, have fun, engage, are enthusiastic, and show improvements in computational thinking and computational practices. For this reason, they invite teachers to implement such concepts with a transversal method in teaching primary school subjects.

Finally, the authors who have worked on this issue by publishing more documents in the period 2006-2020 have been researched. In table 7 we read that Gregorio Robles with $n=10$ publications is the first author and, afterwards, there are authors who have published 9, 7 and 6 works. Most of the publications have been published since 2012.

Table 7. Authors and published documents on SCOPUS

Author	N
Robles, G.	10
Manilla, L.	9
García-Peñalvo, F. J.	7
Wong, G.K.W.	7
Kafai, Y.B.	6
Moreno-León, J	6

5.- Conclusions

This work analyzed the scientific productivity around computational thinking from 2006 to 2020 based on data obtained from the SCOPUS database. The work demonstrates a global vision on the evolution,

starting from 2006, when Janette Wing published an article, which will resonate in subsequent studies: computational practices are seen as activators of mental processes closely related to the effective resolution of problems (Wing, 2008, Brennan & Resnick, 2012; Durak & Saritepeci, 2017). In the same year the European Parliament and the Council of the European Union published the Recommendation 2006/962/EC of 18/12/2006 in which they defined the key competences for lifelong learning, necessary for personal fulfilment and development, active citizenship, social inclusion and employment. Among these, digital competence is one of the eight competences identified in the document and correlated to the concept of computational thinking considered, by J. Wing before and by many other authors after, as a shortcut that leads to thinking like a computer scientist, focusing not so much on the safe use of technology but on the understanding of its fundamental concepts (Wing, 2008; Grover & Pea, 2013; Bocconi et al., 2016).

The research was based on similar studies found in the literature with reference to issues related to the concept of computational thinking related to the world of education, the different definitions and the tools and strategies used, including coding (Lye & Koh, 2011; Kalelioglu, Gulbahar & Kukul, 2016; Shute et al., 2017).

Particular attention has been paid to the use of coding, which indicates the didactic use of visual block programming tools and methods to foster the development of computational thinking in school contexts. The documents searched therefore include work on coding practices used or usable in education and related to the development of computational thinking.

The number of publications in the last three years, shows a remarkable productivity, confirming the relevance and importance given, in recent years, to computational thinking and the use of coding in school contexts. The highest production refers to Conference papers ($n= 305$) and Articles ($n= 281$) which in total cover 86.8% of the documents, demonstrating that they are the tools that convey more studies on the subject in question. With reference to the three years 2014/2016 and 2017/2019, it can be seen that the most productive years for the publication of the work of the Conference are 2017 and 2019, while for the Articles they are 2018 and 2019.

The sectors that are most interested in the dissemination of concepts and practices related to computational thinking at school are Computer Science and Social Sciences, having produced respectively 37.8% and

35.8% of the total of the thematic areas dealing with the topic. The two countries with the highest productivity are the United States with 43.3% and Spain with 11.6% of the total; in third place Italy with 7.2%. Is the second EU country sensitive to the issues following Spain.

In conclusion, the work carried out has provided a reference framework on the most cited authors and works concerning computational thinking and its application in educational contexts through coding, a particularly versatile didactic mediation tool (Lye & Koh, 2014; Sáez-López, Román-González & Vázquez-Cano, 2016; Rees, et al., 2016). It is considered that the present study shows the relevance of the subject matter which is presented, in the school context, as a tool for the promotion of skills and competences transversal to teaching disciplines. The limitations are due to the fact that data up to February 2020 have been analyzed and do not take into account subsequent updates as well as refer exclusively to SCOPUS and have not been compared with other databases such as WOS. In any case, bibliometric studies such as these can be useful for those who want to undertake a study on computational thinking, as the initial starting point of the theoretical study that underlies any scientific research.

El pensamiento computacional y la codificación en la educación primaria: la productividad científica en SCOPUS

1.- Introducción

En nuestra época, la tecnología se ha convertido en parte integral de la vida cotidiana de las actuales generaciones y está transformado los procesos de conocimiento. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han modificado de forma sustancial las dinámicas sociales y educativas (Salcines-Talledo, González-Fernández & Briones, 2020). Sin duda, este cambio trae consigo transformaciones en la educación también (Burkle & Cobo, 2018). Del sistema educativo, en tanto que pilar del crecimiento y la inclusión de los ciudadanos de la UE, se debe esperar que responda a la demanda de preparar a los ciudadanos para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece un mundo cada vez más interconectado y en constante evolución en el que se emplea la tecnología en una amplia gama de sectores, desde el ámbito médico al industrial, y desde el sector agroalimentario al del transporte. Hoy en día, las TIC y, más concretamente, las destrezas en TIC en la educación pueden proporcionar las herramientas que los estudiantes tendrán la oportunidad de usar en el mercado laboral (Infante-Moro, Infante-Moro & Gallardo-Pérez, 2019).

Es importante profundizar en el conocimiento que atesoran los alumnos acerca de las nuevas herramientas tecnológicas. Se han emprendido varias iniciativas en este sentido, entre ellas el diseño y la integración de prácticas educativas para fortalecer las competencias digitales (Infante-Moro et al., 2019), tales como el pensamiento computacional y las áreas de conocimiento STEM (siglas en inglés que corresponden a Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) (Reinking & Martin, 2018, Calao, Moreno-León, Correa & Robles, 2015). A éstas se añade la promoción de los comportamientos positivos para el desarrollo de destrezas sociales de alta calidad entre los estudiantes (Caballero-Gonzalez García-Valcárcel Muñoz-Repiso & García-Holgado, 2019) y todas aquellas prácticas metodológicas innovadoras que fomentan el desarrollo de destrezas transversales (Ávalos, Pérez-Escoda & Monge, 2019).

La idea de proponer nuevas experiencias que exploten el potencial del pensamiento computacional que, en décadas recientes, ha asumido un papel fundamental en el terreno educativo hasta el punto que diversas organizaciones han pedido expresamente que se promueva desde la educación escolar.

El pensamiento computacional está conectado con el pensamiento recursivo que permite aplicar una solución ya identificada en problemas similares a aquél que se está analizando, identificar los aspectos relevantes, descomponerlo en subproblemas más sencillos y evaluar la eficacia del proyecto y la eficiencia del procedimiento (Barr, Harrison & Conery, 2011). El programador transfiere un algoritmo desde su cerebro a la máquina y esta competencia requiere muchas otras destrezas (Wing, 2006) entre las que figura también el rigor a la hora de formalizar los procedimientos, la creatividad y la imaginación. El alumno (aprendiz) aprende a pensar, a representar y a resolver problemas que precisan de combinar la potencia cognitiva del ser humano con la capacidad de computación (Kafai & Burke 2013; Lye & Koh 2014; Sengupta et al. 2013).

El pensamiento computacional no es exclusivamente tecnología; si bien guarda una estrecha relación con ella, se trata de una destreza importante que todos los niños deberían adquirir no sólo como una destreza técnica, también principalmente como una construcción mental y el desarrollo del pensamiento lógico a través de muchas disciplinas. Reconociendo su importancia, muchos consideran que el “pensamiento computacional” es la cuarta destreza básica además de la lectura, la escritura y las matemáticas, una destreza esencial para el desarrollo de la alfabetización en el siglo XXI (Wing, 2008; Aho, 2012; Grover & Pea, 2013; Shute, Sunand Asbell-Clarke, 2017; Yadav, Hong & Stephenson, 2016).

La codificación es una herramienta promocional válida; se trata, de hecho, de un elemento fundamental de la educación en nuestros días del que todos los niños pueden beneficiarse a una edad temprana. En particular, el término codificación se refiere a la fase de escribir código en un lenguaje de programación concreto y por tanto constituye la última fase del proceso de desarrollo de software. Así pues, representa una estrategia que coloca la programación en el centro del camino hacia la resolución de los problemas (Barr & Stephenson, 2011; Grover & Pea, 2013; Lye & Koh, 2014). En los últimos años, se ha prestado mucha atención por parte de los medios a la codificación, que se ve como un vehículo que nos acerca al pensamiento computacional y a la informática (Yadav, Krist, Good & Caeli, 2018), hasta tal punto que los investigadores están interesados en estudiar sus distintas dimensiones: técnica, pedagógica, ética y económica.

A juicio de muchos, la pueden practicar no sólo los científicos e ingenieros informáticos, sino también los niños; numerosos países han promovido su aprendizaje incluyéndola en sus currículos escolares, con

el fin de reducir la brecha entre quienes simplemente hacen uso de objetos digitales, tales como juegos, software y apps, y los que, por el contrario, saben conscientemente cómo crearlos y compartirlos. La codificación representa una nueva estrategia didáctica, una práctica que puede utilizarse en clase, de fácil acceso y aplicable en contextos no directamente relacionados con la programación (Sentance & Csizmadia, 2017; Rees, García-Peñalvo, Jormanainen, Tuul, & Reimann, 2019).

La importancia asignada al pensamiento computacional y la codificación lleva a muchas preguntas para entender qué competencias los caracterizan, qué relaciones existen con la programación y cómo se puede integrar todo ello en el currículo escolar de todos los niveles educativos (Angeli, 2016; Kalelioglu, 2016; Pugnali et al., 2017; Bocconi et al., 2016; Roig-Vila & Moreno-Isac, 2020).

Si los niños se acercan al pensamiento computacional a través de la codificación, aprenden a programar y, al mismo tiempo, mientras programan, aprenden muchas otras cosas (codificar para aprender) (Resnick, 2013). La codificación constituye, pues, una de las prácticas docentes más ampliamente utilizadas por los profesores en el contexto educativo, empezando desde el jardín de infancia (Grover & Pea, 2013; Kafai & Burke, 2013).

El interés en el pensamiento computacional a lo largo del tiempo queda confirmado también por Google Trends, que muestra el incremento de las búsquedas sobre ese tema en la red en el motor de búsqueda de Google, una muestra suficientemente grande y representativa. Los datos revelan que el estudio se ha prolongado en el tiempo durante el período comprendido entre el año 2006 y febrero de 2020; en el mundo, hay un aumento de las búsquedas realizadas en el campo del trabajo y la educación desde 2010 y ahora están creciendo. El interés por parte de los investigadores es particularmente acusado en países como Singapur, Irlanda, Nueva Zelanda y Corea del Sur.

Para este trabajo, hemos decidido buscar en SCOPUS, una base de datos de resúmenes e indexación con enlaces de texto completo producida por Elsevier Co. El objetivo del presente trabajo consiste en ofrecer una visión global sobre la productividad científica sobre el tema del pensamiento computacional en los contextos educativos haciendo referencia especialmente al empleo de la codificación como herramienta para el desarrollo (Brennan & Resnick, 2012). El tema ha sido objeto de investigación en SCOPUS, durante un período total que abarca desde 2006 hasta los dos primeros meses de 2020, considerando como variables de investigación: a) la distribución general de la productividad en materia de pensamiento

computacional por año y por tipo de documento; b) la distribución de la productividad por área temática; c) por zona geográfica; d) los artículos, los autores y las obras más citadas.

El presente trabajo forma parte de un proyecto más amplio, todavía sin concluir, que tiene como objetivo explorar los efectos que produce el uso de la codificación como herramienta metodológica en la enseñanza de las matemáticas, y en particular de la geometría, y en el aprendizaje de los alumnos italianos de educación primaria.

2.- Diseño de la investigación

El plan de investigación se preparó realizando un análisis bibliométrico acerca de la productividad científica por lo que respecta a la difusión de los estudios sobre el concepto de “pensamiento computacional” en entornos escolares. De un análisis inicial sobre el tema se desprende que la “codificación” surge como uno de los primeros recursos que se pueden introducir en la escuela como una actividad transversal, en todos los campos de conocimiento y, sin duda, en las disciplinas del ámbito STEM. De hecho, uno de los planteamientos para proponer actividades transversales en la formación STEM consiste en introducir a los estudiantes en la informática mediante la programación o la codificación para desarrollar asimismo destrezas y conceptos de alfabetización básicos para todos los alumnos (García-Peñalvo et al. 2016; Sengupta, Dickes & Farris, 2018).

La investigación se limitó a estudios relacionados con la codificación que se emplea en las escuelas para desarrollar las destrezas de pensamiento computacional. Esta visión permite centrarse de forma más directa en el objetivo del estudio y refleja estudios similares en el terreno de la educación que han seguido este enfoque (por ejemplo, Ariza, Granados, Ramiro & Gómez-García, 2011; Jiménez-Fanjul, Maz-Machado, Torralbo-Rodríguez & Fernández-Cano, 2014; Aguaded Gómez, Vázquez-Cano and López-Meneses, 2016; Mengual-Andrés, Vázquez-Cano & Meneses, 2017; Rodríguez-García, Cáceres Reche & Alonso García, S. 2018). El análisis y procesado de los datos se llevó a cabo tomando como base las estadísticas descriptivas y las mediciones de tendencias centrales y dispersión (Peritz & Bar-Ilan, 2002;) seleccionando la base de datos internacional SCOPUS, que se ha escogido teniendo en cuenta su relevancia científica. SCOPUS es menos restrictiva que WOS, que se basa en la importancia y la cobertura nacional e internacional de los estudios (Mengual-Andrés et al., 2017). Los resultados ofrecen un panorama más amplio del tema que nos ocupa.

3.- Procedimiento y análisis de datos

La investigación, la recogida y la cuantificación de las publicaciones científicas que versan sobre el tema “pensamiento computacional” se realizaron en marzo de 2020. La identificación de los documentos se hizo mediante la base de datos SCOPUS, utilizando operadores booleanos y opciones de búsqueda avanzada. Se decidió llevar a cabo una búsqueda únicamente a través de las palabras “pensamiento computacional” Y “codificación”, obteniéndose un primer corpus de 3.767 documentos y reduciendo después el campo de investigación al poner otras palabras clave. La muestra final sobre la que trabajamos, tras la segunda búsqueda realizada combinando los factores de la siguiente manera:

(TITLE-ABS-KEY (pensamiento computacional) AND TITLE-ABS-KEY (codificación) AND TITLE-ABS-KEY (educación) AND TITLE-ABS-KEY (K-12)PUBYEAR >2005 AND PUBYEAR

redujo a 672 los documentos desde 2006 hasta 2020. Los textos recuperados proporcionaron información sobre:

- la fuente;
- el área temática;
- la zona geográfica; y
- los artículos más citados.

Se realizaron análisis descriptivos tomando como referencia indicadores bibliométricos de producción (productividad de los autores, tipo de documentos, años, citas, etc.) con el paquete de software estadístico SPSS 22.

4.- Resultados y discusión

4.1. Distribución general de la productividad por año

A partir de un primer análisis se puede comprobar que la producción de documentos varía en los períodos divididos por tres años, como se muestra en la Tabla 1. Las publicaciones relevantes acerca de este tema se han concentrado en los dos últimos trienios —2020/19/18 y 2017/16/15— y teniendo en cuenta

que en 2020 únicamente se incluyen los dos primeros meses, supone un aumento de más del 100% en los últimos tres años. La distribución muestra una estrecha correlación con el fuerte impulso que dieron tanto el mundo académico como el legislador, lo que se ha traducido en un mayor interés por este tema.

Tabla 1. Distribución de los documentos seleccionados por año y por períodos de tres años en Scopus

Año	Artículos	Artículos en el trienio
2020	47	425
2019	231	
2018	147	
2017	100	196
2016	56	
2015	40	
2014	22	43
2013	12	
2012	9	
2011	5	6
2010	-	
2009	1	
2008	1	2
2007	-	
2006	1	

La Figura 1 muestra la distribución porcentual de los documentos referenciados en SCOPUS durante el período 2006/2019 con la excepción del año 2020, para el que los documentos disponibles se corresponden únicamente con los dos primeros meses (enero y febrero). El gráfico revela un incremento exponencial en la distribución porcentual de los documentos a lo largo de los años; el valor máximo de 35,6% se alcanzó en 2019 con una producción de documentos en constante aumento (n= 213).

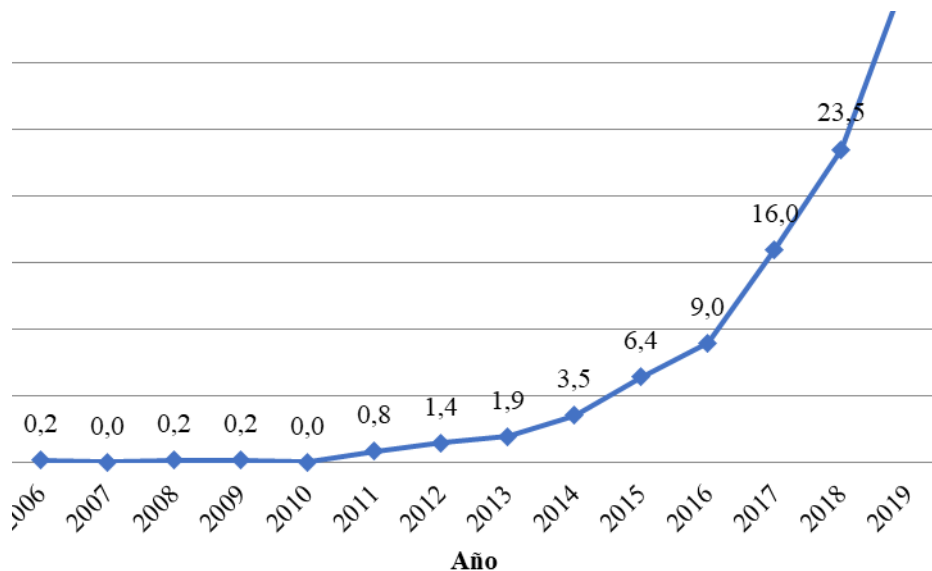


Figura 1. Porcentaje de documentos referenciados en SCOPUS por año

4.2. Distribución general de la productividad por tipo de documento y año

Los datos recopilados mediante SCOPUS muestran que, en general, la producción científica sobre el tema se centra principalmente en dos tipos de documentos (Tabla 2). Un cuarenta y cinco por ciento (45,0%) de ellos ($n= 306$) se presentan en el formato de Trabajos presentados en congresos y 281 son Artículos publicados en una revista científica y suponen un 41,8% del total de documentos. Por lo que respecta a Capítulos de Libros y Libros indexados en SCOPUS, cabe destacar que representan en conjunto un 9,3% ($n= 62$), apareciendo estas publicaciones en un número ligeramente superior al del resto de documentos que alcanzan un 3,3% de la productividad (reseñas, cartas al editor, notas y diversos documentos).

Tabla 2. Tipo de documentos publicados

Tipo de documento	N	%
Trabajo presentado en un congreso	306	45,0
Artículo	281	41,8
Capítulo de Libro	32	4,8
Libro	30	4,5
Reseña	13	1,9
Editorial	5	,7
Sin definir	4	,6
Nota	1	,1
Total	672	100,0

Analizando la distribución de frecuencias de los diversos documentos dividida por años en relación con la productividad durante los últimos siete años (Tabla 3), el apartado relativo a Trabajos presentados en congresos ha aumentado en términos numéricos a lo largo de los años y, en la actualidad, ha alcanzado su máximo en 2019 ($n= 110$). Se puede realizar un comentario similar acerca del apartado correspondiente a Artículos publicados en revistas científicas en el año 2019 con un total de 113 artículos y un porcentaje creciente con el paso de los años.

Tabla 3. Tipo de documentos publicados por año

	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Trabajo presentado en un congreso	6	42,9	24	68,6	32	60,4	64	71,6	53	36,1	110	48,1	9	22,6
Artículo	9	28,6	9	20,0	17	33,3	24	21,6	67	45,1	113	49,0	33	64,5
Capítulo de libro	1	7,1	3	5,7	3	4,2	3	2,3	16	12,0	1	0,5	3	6,5
Libro	4	7,1	4	5,7	3	-	5	1,1	4	0,8	1	-	-	-
Reseña	2	14,3	-	-	1	2,1	4	3,4	2	1,5	3	1,0	-	-
Editorial	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,8	2	1,0	2	6,5
Nota	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,5	-	-
Sin definir	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3,8	-	-	-	-

4.3. Distribución general de la productividad por área temática

Se ha llevado a cabo un análisis de la productividad de documentos en SCOPUS por áreas temáticas. Dado que SCOPUS permite una clasificación múltiple de fuentes, es probable que algunos de los documentos recuperados queden clasificados en al menos dos categorías diferentes al mismo tiempo. El análisis mostró una colección de 1.034 documentos, que no se puede poner en relación con la clasificación recogida en la Tabla 1, por dos motivos; (1) en el recuento, como se ha mencionado con anterioridad, se pueden considerar varias veces los mismos documentos; y (2), el intervalo de tiempo de la búsqueda varía también, que en este caso no se limita a un período concreto. A partir del análisis del que se da cuenta en la Tabla 4, hay dos campos de conocimiento donde el pensamiento computacional en contextos educativos suscita un interés especial; el sector de la informática (Informática) aparece con un 37,8% ($n=$

458) así como el ámbito de las ciencias sociales (Ciencias sociales) con 433 documentos que representan un 35,8% de la productividad total. Después cabe mencionar los sectores de ingeniería (Ingeniería) ($n= 102$), matemáticas (Matemáticas) ($n= 54$) y psicología (Psicología) ($n= 53$), que se corresponden respectivamente con un 8,4%, un 4,5% y un 4,4% de la productividad. Con un porcentaje menor, encontramos otros sectores (Tabla 3) que juntos abarcan un 9,3%. También es digno de resaltar que aproximadamente un 75% de las áreas de clasificación propuestas por SCOPUS han registrado algunas publicaciones sobre el tema, lo que pone de manifiesto su relevancia todavía más (Tabla 4).

Tabla 4. Productividad por área temática

Área temática	N	%
Informática	458	37,8
Ciencias Sociales	433	35,8
Ingeniería	102	8,4
Matemáticas	54	4,5
Psicología	53	4,4
Artes y Humanidades	35	2,9
Ciencias de la Decisión	20	1,7
Empresas, Administración y Contabilidad	13	1,1
Energía	6	,5
Medicina	6	,5
Física y Astronomía	6	,5
Ciencias Agrícolas y Biológicas	5	,4
Bioquímica, Genética y Biología Molecular	5	,4
Ciencias de los Materiales	5	,4
Ciencias Medioambientales	5	,4
Ingeniería Química	1	,1
Ciencias de la Tierra y Planetarias	1	,1
Ámbitos multidisciplinares	1	,1
Neurociencia	1	,1
Farmacología, Toxicología y Farmacéutica	1	,1
Total	1.034	100,0

4.4. Distribución general de la productividad por ámbito temático

El análisis de la productividad en los ámbitos del pensamiento de computacional y la codificación en K-12 (hasta el duodécimo curso) se ha centrado asimismo en ver qué países demuestran en su investigación un cierto interés y sensibilidad en relación con estos temas a través de las diversas publicaciones científicas. Al observar la Figura 2, se puede comprobar que Estados Unidos atesora el porcentaje más elevado de producción (43,3%), seguido por España (11,6%) e Italia (7,2%). Merece la pena destacar, no obstante, el resultado que se obtiene al sumar la productividad de los países miembros de la Unión Europea, que conjuntamente representan un 38,0% de la productividad a nivel global, lo que demuestra la atención que suscitan estos argumentos.

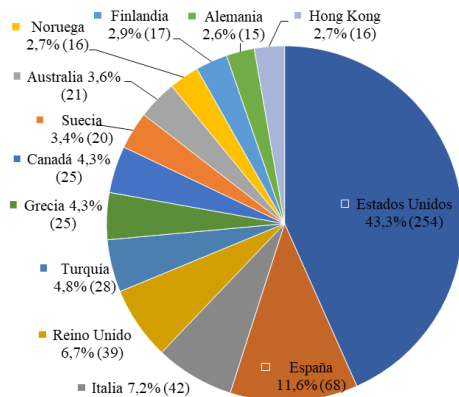


Figura 2. Productividad por zonas geográficas

4.5. Distribución general de la productividad por afiliación

Los datos revelaron que sólo tres instituciones alcanzaban un rango de entre 15 y 25 publicaciones: (a) Universidad de Salamanca ($n=25$), (b) Utah State University ($n=21$), (c) Universidad Rey Juan Carlos ($n=19$) y (d) University of Pennsylvania ($n=17$). Tras este grupo, encontraríamos las afiliaciones que cuentan con una producción de 10 a 14 trabajos, concretamente: Tufts University, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet y Purdue University. Los datos siguientes muestran una importante presencia de universidades en el territorio europeo. Los datos sobre documentos con cifras entre 5 y 9 atestiguan la presencia constante de universidades europeas.

4.6. Distribución general de las publicaciones periódicas con más contribuciones

Tras un análisis global de las publicaciones periódicas más productivas sobre el tema que nos interesa aquí, se presentan las primeras 15 fuentes. Un 46,7% ($n=7$) corresponde a revistas especializadas, mientras que la parte restante ($n=8$) —es decir, un 53,3%— lo representan otras publicaciones y actas de congresos.

Tabla 5. Productividad por publicaciones periódicas

Área Temática	N
ACM International Conference Proceeding Series [Series de Actas de los Congresos Internacionales de ACM]	63
Lecture Notes in Computer Science Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics [Notas de Conferencias en Informática incluida la subserie Notas de Conferencias en Inteligencia Artificial y Notas de Conferencias en Bioinformática]	23
Proceedings Frontiers in Education (FIE) Conference [Actas del Congreso FIE —Fronteras en la Educación—]	19
Computers and Education [Ordenadores y Educación]	17
Education and Information Technologies [Educación y Tecnologías de la Información]	15
Computers in Human Behavior [Los Ordenadores en el Comportamiento Humano]	14
Computer Science Education [Formación en Informática]	11
IEEE Global Engineering Education Conference Educon [Congreso Global de IEEE sobre Educación en Ingeniería]	11
Advances In Intelligent Systems And Computing [Avances en Sistemas Inteligentes y Computación]	9
Informatics In Education [La Informática en la Educación]	9
Interactive Learning Enviroments [Entornos de Aprendizaje Interactivo]	9
Journal Of Science Education And Technology [Revista de Ciencias de la Educación y Tecnología]	9
ACM Transactions On Computing Education [Anales sobre la Formación en Computación]	8
Teachtrends [Tendencias docentes]	8
Computational Thinking In The STEM Diciplines Foundations And Research Highlights [El Pensamiento Computacional en las Disciplinas STEM, Fundamentos e Investigaciones Destacadas]	7

4.7. Distribución general de la productividad por los artículos más citados

Por último, se seleccionaron las revistas (sin contar las relacionadas con las actas de convenciones y congresos bajo el epígrafe Actas) que tenían un número más alto de citas, destacando en particular los ocho trabajos más citados basándose en los datos de SCOPUS (Tabla 6).

Tabla 6. Artículos, autores y obras más citados

Título del artículo	Autores	Reseña	Año	Citas
Computer games created by middle school girls: Can they be used to measure understanding of computer science concepts? [Juegos de ordenador creados por chicas de secundaria: ¿Pueden utilizarse para evaluar la comprensión de los conceptos informáticos?]	Denner, J., Werner, L., Ortiz, E.	Computers and Education 58(1), pp. 240-249	2012	151
Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? [Revisión sobre la enseñanza y el aprendizaje del pensamiento computacional a través de la programación: ¿Qué es lo siguiente para el K-12? (desde educación infantil hasta el duodécimo curso)]	Lye, S.Y., Koh, J.H.L.	Computers in Human Behavior 41, pp. 51-61	2014	273
A crafts-oriented approach to computing in high school: Introducing computational concepts, practices, and perspectives with electronic textiles [Una aproximación a la computación en el instituto orientada hacia la artesanía: Introduciendo los conceptos, las prácticas y las perspectivas computacionales con los tejidos electrónicos]	Kafai, Y.B., Lee, E., Searle, K., Kaplan, E., Lui, D.	ACM Transactions on Computing Education 14(1),1	2014	85

<p>Computational thinking in K-9 education [El pensamiento computacional en la educación en K-9 (hasta el noveno curso)]</p>	<p>Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Rolandsson, L., Settle, A.</p>	<p>ITiCSE-WGR 2014 - Working Group Reports of the 2014 Innovation and Technology in Computer Science Education Conference, pp. 1-29</p>	<p>2014</p>	<p>61</p>
<p>Constructionist Gaming: Understanding the Benefits of Making Games for Learning [Juegos construccionistas: Entender los beneficios de hacer juegos para aprender]</p>	<p>Kafai, Y.B., Burke, Q.</p>	<p>Educational Psychologist 50(4), pp. 313-334</p>	<p>2015</p>	<p>79</p>
<p>Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two-year case study using "scratch" in five schools [Lenguajes de programación visual integrados a lo largo del currículo de la escuela elemental: Un estudio de caso de dos años utilizando Scratch en cinco escuelas]</p>	<p>Sáez-López, J.-M., Román-González, M., Vázquez-Cano, E.</p>	<p>Computers and Education 97, pp. 129-141</p>	<p>2016</p>	<p>100</p>
<p>Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review [Estudios Empíricos sobre el Movimiento Maker, una aproximación prometedora al aprendizaje: Una revisión de la literatura]</p>	<p>Papavlasopoulou, S., Giannakos, M.N., Jaccheri, L.</p>	<p>Entertainment Computing 18, pp. 57-78</p>	<p>2017</p>	<p>70</p>
<p>Demystifying computational thinking [Desmitificando el pensamiento computacional]</p>	<p>Shute, V.J., Sun, C., Asbell-Clarke, J.</p>	<p>Educational Research Review 22, pp. 142-158</p>	<p>2017</p>	<p>64</p>

A continuación, se ofrece una descripción de los tres artículos más citados.

El artículo de Lye y Koh titulado “Revisión sobre la enseñanza y el aprendizaje del pensamiento computacional a través de la programación: ¿Qué es lo siguiente para el K-12? [desde educación infantil hasta el duodécimo curso]” es el que tiene la cifra más alta de citas ($n= 268$) y se publicó en 2014 en *Computers in Human Behavior* [Los Ordenadores en el Comportamiento Humano], una revista académica dedicada a examinar el uso de los ordenadores desde una perspectiva psicológica. Con este artículo, los autores recomiendan a los investigadores que lleven a cabo estudios sobre el tema del pensamiento computacional. Analizan artículos publicados desde 2009, cuando el National Research Council (NRC) [Consejo Nacional de Investigación] organizó un taller dedicado al pensamiento computacional, hasta 2014. El objetivo es responder a la necesidad de mayor claridad sobre cómo integrar el pensamiento computacional en el contexto K-12, en vista de los resultados positivos obtenidos en trabajos anteriores.

Los otros dos artículos más citados están publicados en *Computers and Education* [Ordenadores y Educación], una revista que ofrece un espacio para los estudios referentes a los usos pedagógicos de la tecnología digital.

Denner, Werner y Ortiz han obtenido en SCOPUS $n= 151$ citas para el artículo de 2012 titulado “Juegos de ordenador creados por chicas de secundaria: ¿Pueden utilizarse para evaluar la comprensión de los conceptos informáticos?”, en el que presentan una estrategia para codificar juegos de estudiantes creados por chicas de secundaria en una actividad extracurricular (después de clase). El artículo demuestra que las actividades de codificación pueden servir de apoyo para el aprendizaje de los conceptos informáticos. En tercer lugar por orden de número de citas ($n= 100$) se halla el artículo titulado “Lenguajes de programación visual integrados a lo largo del currículo de la escuela elemental: Un estudio de caso de dos años utilizando Scratch en cinco escuelas” (Sáez-López., Román-González & Vázquez-Cano, 2016). Sus autores explican la importancia que tiene poner en práctica lenguajes de programación como Scratch desde la educación primaria. Los estudiantes están más motivados, se divierten, se implican, hacen gala de su entusiasmo y muestran mejoras tanto en el pensamiento computacional como en las prácticas computacionales. Por esta razón, animan a los docentes a aplicar dichos conceptos mediante un método transversal en la enseñanza de asignaturas de primaria.

Finalmente, han sido objeto de investigación los autores que han trabajado en este número publicando más documentos en el período 2006-2020. En la Tabla 7, leemos que Gregorio Robles con $n=10$ publicaciones es el primer autor y, después, hay autores que han publicado 9, 7 y 6 trabajos. La mayoría de las publicaciones datan de 2012.

Tabla 7. Autores y documentos publicados en SCOPUS

Autor	<i>N</i>
Robles, G.	10
Manilla, L.	9
García-Peñalvo, F. J.	7
Wong, G.K.W.	7
Kafai, Y.B.	6
Moreno-León, J	6

5.- Conclusiones

El presente trabajo ha analizado la productividad científica en torno al pensamiento computacional desde 2006 a 2020 basándose en datos obtenidos de la base de datos SCOPUS. Este trabajo proporciona

una visión global sobre la evolución, que se inició a partir de 2006, cuando Janette Wing publicó un artículo, que se reflejará en estudios posteriores: las prácticas computacionales se ven como activadoras de procesos mentales íntimamente relacionados con la resolución eficaz de los problemas (Wing, 2008, Brennan & Resnick, 2012; Durak & Saritepeci, 2017). Ese mismo año, el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea publicaron la Recomendación 2006/962/CE del 18/12/2006 en la que definían las competencias clave para el aprendizaje permanente (a lo largo de toda la vida), necesario para la realización y el desarrollo personal, la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo. Entre ellas, la competencia digital es una de las ocho competencias que se identifican en el documento y que se ponen en correlación con el pensamiento computacional considerado, antes por J. Wing y después por muchos otros estudiosos, como un atajo que lleva a pensar como un científico informático, centrándose no sólo en la utilización segura de la tecnología sino también en la comprensión de sus conceptos fundamentales (Wing, 2008; Grover & Pea, 2013; Bocconi et al., 2016).

La investigación tomó como base estudios similares disponibles en la literatura referentes a temas relacionados con el pensamiento computacional ligados al mundo de la educación, las distintas definiciones, así como las herramientas y las estrategias empleadas, incluida la codificación (Lye & Koh, 2011; Kalelioglu, Gulbahar & Kukul, 2016; Shute et al., 2017).

Se ha prestado atención en particular al uso de la codificación, ilustrativo de la utilización con fines didácticos de las herramientas y métodos de programación visual por bloques de cara a fomentar el desarrollo del pensamiento computacional en los contextos escolares. Entre los documentos investigados figuran trabajos sobre prácticas de codificación que se han utilizado o son susceptibles de utilizarse en la educación y relacionadas con el desarrollo del pensamiento computacional.

La cifra de publicaciones durante los últimos tres años deja constancia de una destacable productividad, confirmando así la relevancia y la importancia que se ha dado en años recientes al pensamiento computacional y al empleo de la codificación en los contextos escolares. El nivel de producción más elevado se corresponde con Trabajos presentados en congresos ($n= 305$) y Artículos ($n= 281$) que, en total, copan un 86,8% de los documentos, lo que demuestra que son las herramientas que aparecen en más estudios sobre el tema que nos ocupa. En referencia a los trienios 2014/2016 and 2017/2019, se puede ver que los años más productivos para la publicación de Trabajos presentados en congresos son 2017 y 2019, mientras que para los Artículos lo son 2018 and 2019.

Los sectores más interesados en la difusión de prácticas y conceptos relacionados con el pensamiento computacional en la escuela son Informática y Ciencias Sociales, responsables respectivamente de la producción de un 37,8% y un 35,8% del total de las áreas temáticas que abordan el tema. Los dos países que registran una mayor productividad son Estados Unidos, con un 43,3%, y España, con un 11,6% del total; el tercer lugar lo ocupa Italia con un 7,2% —es el segundo país de la UE, después de España, en términos de sensibilidad hacia estas cuestiones.

En conclusión, la labor realizada ha proporcionado un marco de referencia acerca de los autores y los trabajos más citados en relación con el pensamiento computacional y su aplicación en los contextos educativos a través de la codificación, un instrumento de mediación didáctica particularmente versátil (Lye & Koh, 2014; Sáez-López, Román-González & Vázquez-Cano, 2016; Rees et al., 2016). Consideramos que el presente estudio demuestra la relevancia del contenido que se presenta, en el entorno escolar, como una herramienta para promover destrezas y competencias que son transversales a las disciplinas docentes. Las limitaciones se deben al hecho de que se han analizado datos hasta febrero de 2020 y no se tienen en cuenta novedades posteriores, y también a que se refieren exclusivamente a SCOPUS y no se han comparado con otras bases de datos como WOS. En cualquier caso, este tipo de estudios bibliográficos pueden resultar de utilidad para quienes desean emprender un estudio acerca del pensamiento computacional, como punto de partida inicial para el análisis teórico que subyace a cualquier investigación científica.

Referencias bibliográficas

- Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832-835. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074>
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57.
- Ariza, T., Granados, M. R., Ramiro, M. T., & Gómez-García, A. (2011a). Una década de la revista española de orientación y psicopedagogía: Un análisis bibliométrico de su evolución. *Revista Española De Orientación Y Psicopedagogía*, 22(1), 38-57. <https://doi.org/10.5944/reop.vol.22.num.1.2011.76>

- Ávalos, C., Pérez-Escoda, A., & Monge, L. (2019). Lean Startup as a Learning Methodology for Developing Digital and Research Competencies. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 8(2) 227-242, <https://doi.org/10.7821/naer.2019.7.438>
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education-Implications for Policy and Practice*, Sevilla: Joint Research Centre, <http://doi.org/10.2791/792158>.
- Bracho, R., Jiménez-Fanjul, N., Maz-Machado, A., Torralbo-Rodríguez, M., & Fernández-Cano, A. (2014). Producción científica sobre narrativa en educación matemática en la Web of Science. *Bolema: Boletim De Educação Matemática*, 28(49), 744-761. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v28n49a14>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. Paper presented at the *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, Canada, 1-25.
- Burkle, M., & Cobo, C. (2018). Redefining Knowledge in the Digital Age. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(2), 79-80. <http://dx.doi.org/10.7821/naer.2018.7.294>
- Caballero-Gonzalez, Y., Muñoz-Repiso, A. G., & García-Holgado, A. (2019). Learning computational thinking and social skills development in young children through problem solving with educational robotics. Paper presented at the *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, 19-23. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362874>
- Calao, L. A., Moreno-León, J., Correa, H. E., & Robles, G. (2015). Developing mathematical thinking with scratch. *Design for teaching and learning in a networked world*, 17-27) Springer. Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24258-3_2
- Denner, J., Werner, L., & Ortiz, E. (2012). Computer games created by middle school girls: Can they be used to measure understanding of computer science concepts? *Computers & Education*, 58(1), 240-249. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.006>

- Durak, H. Y., & Saritepeci, M. (2018). Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model. *Computers & Education*, 116, 191-202. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.004>
- García-Peñalvo, F. J., & Mendes, A. J. (2018). Exploring the Computational Thinking Effects in Pre-University Education, *Computers in Human Behavior* 80, 407-411. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.005>
- Gómez, I. A., Vázquez-Cano, E., & López-Meneses, E. (2016). El impacto bibliométrico del movimiento MOOC en la comunidad científica española. *Educación XXI*, 19(2), 77-103. <https://doi.org/10.5944/educXXI.13217>
- 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%2F0013189X12463051>
- Infante-Moro, A., Infante-Moro, J., & Gallardo-Pérez, J. (2019). The Importance of ICTs for Students as a Competence for their Future Professional Performance: the Case of the Faculty of Business Studies and Tourism of the University of Huelva. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 8(2), 201-213. <http://dx.doi.org/10.7821/naer.2019.7.434>
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2015). Constructionist gaming: Understanding the benefits of making games for learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 313-334. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1124022>
- Kafai, Y. B., Lee, E., Searle, K., Fields, D., Kaplan, E., & Lui, D. (2014). A crafts-oriented approach to computing in high school: Introducing computational concepts, practices, and perspectives with electronic textiles. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(1), 1-20. <https://doi.org/10.1145/2576874>
- Kalelioglu, F., Gulbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583.
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2017). Computational thinking in education: Where does it fit? A systematic literary review. *ArXiv Preprint arXiv:1703.07659*, (under review).
- 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>
- Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Grgurina, N., Mirolo, C., Rolandsson, L., & Settle, A. (2014). Computational thinking in K-9 education. Paper presented at the *Proceedings of the Working Group Reports of the 2014 on Innovation & Technology in Computer Science Education Conference*, 1-29. <https://doi.org/10.1145/2713609.2713610>
- Mengual-Andrés, S., Vázquez-Cano, E., & Meneses, E. L. (2017). La productividad científica sobre MOOC: Aproximación bibliométrica 2012-2016 a través de SCOPUS. *RIED. Revista Iberoamericana De Educación a Distancia*, 20(1), 39-58. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.1.16662>
- Miller, J. (2019). STEM education in the primary years to support mathematical thinking: Using coding to identify mathematical structures and patterns. *Zdm*, 51(6), 915-927. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01096-y>
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Empirical studies on the maker movement, a promising approach to learning: A literature review. *Entertainment Computing*, 18, 57-78. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.09.002>
- Peritz, B., & Bar-Ilan, J. (2002). The sources used by bibliometrics-scientometrics as reflected in references. *Scientometrics*, 54(2), 269-284.
- Pugnali, A., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2017). The impact of user interface on young children's computational thinking. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 16, 171-193. Informing Science Institute. Retrieved from <https://www.learntechlib.org/p/180753/>
- Recommendation of the European Parliament and of the council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning (2006, 18 December) Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32006H0962>
- Rees, A., García-Peñalvo, F. J., Jormanainen, I., Tuul, M., & Reimann, D. (2016). An overview of the most relevant literature on coding and computational thinking with emphasis on the relevant issues for teachers.
- Reinking, A., & Martin, B. (2018). The gender gap in STEM fields: Theories, movements, and ideas to

- engage girls in STEM. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(2), 148-153. <https://doi.org/10.7821/naer.2018.7.271>
- Resnick, M. (2013). Learn to code, code to learn. EdSurge, May.
- Rodríguez-García, A.-M., Cáceres Reche, M. P., & Alonso García, S. (2018). The digital competence of the future teacher: bibliometric analysis of scientific productivity indexed in Scopus. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (10), 317-333. Retrieved from <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/2960>
- Roig-Vila, R., & Moreno-Isac, V. (2020). El pensamiento computacional en Educación. Análisis bibliométrico y temático. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/red.402621>
- Sáez-López, J., 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>
- Salcines-Talledo, I., González-Fernández, N., & Briones, E. (2020). The Smartphone as a Pedagogic Tool. Student Profiles as related to its Use and Knowledge. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9(1), 91-109. <http://dx.doi.org/10.7821/naer.2020.1.454>
- Sengupta, P., Dickes, A., & Farris, A. (2018). Toward a phenomenology of computational thinking in STEM education. *arXiv Preprint arXiv:1801.09258*, en M. S. Khine (Ed.), *Computational Thinking in STEM: Foundations and Research Highlights*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93566-9_4
- Sentance, S., & Csizmadia, A. (2017). Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher’s perspective. *Education and Information Technologies*, 22(2), 469-495. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9482-0>
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., & Hadad, R. (2018). Assessing computational thinking: A systematic review of the literature. Paper presented at the *Poster Presented at the 2018 Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)*, New York.

- 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: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Yadav, A., Hong, H., & Stephenson, C. (2016). Computational thinking for all: Pedagogical approaches to embedding 21st century problem solving in K-12 classrooms. *TechTrends*, 60(6), 565-568. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0087-7>
- Yadav, A., Krist, C., Good, J., & Caeli, E. N. (2018). Computational thinking in elementary classrooms: Measuring teacher understanding of computational ideas for teaching science. *Computer Science Education*, 28(4), 371-400. <https://doi.org/10.1080/08993408.2018.1560550>
- 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>

Cómo citar este artículo:

Piaza, A. & Mengual-Andrés, S. (2020). Computational thinking and coding in primary education: scientific productivity on SCOPUS. [Computational thinking and coding in primary education: scientific productivity on SCOPUS]. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 59, 147-181. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.79769>