

Evaluación del Pensamiento Computacional en Educación

Evaluation of Computational Thinking in Primary School

Héctor Arranz de la Fuente 

Universitat de les Illes Balears
arranz74@gmail.com

Adolfina Pérez García 

Universitat de les Illes Balears
fina.perez@uib.es

Recibido: 11/09/2016

Aceptado: 04/09/2017

Publicado: 31/12/2017

RESUMEN

Es sabido que el Pensamiento Computacional carece de un marco de referencia común que determine cuál es su definición y los componentes que lo forman y este hecho provoca un vacío en el desarrollo de metodologías y herramientas de evaluación. En consecuencia, existe la necesidad de llevar a cabo estudios que evidencien el efecto del aprendizaje de la programación informática en el desarrollo del Pensamiento Computacional, ya que estos no abundan entre la literatura especializada. Con la idea de aportar nuevo contenido que ayude a la construcción de conocimiento sobre cómo evaluar el Pensamiento Computacional en alumnos de Educación Primaria, el presente artículo tiene 1 objetivo principal: *i)* valorar el Pensamiento Computacional de los alumnos de Educación Primaria que han trabajado con el software de programación Scratch. Para ello, se lleva a cabo un estudio, desde un enfoque descriptivo, con 28 alumnos donde, a partir del uso de un cuestionario (Cearreta, 2015) como herramienta de recogida de información cuantitativa, realizar un análisis descriptivo de los resultados. Los resultados presentan indicativos de como el uso de Scratch afecta al desarrollo de las dimensiones (conceptos, prácticas y perspectivas computacionales) del Pensamiento Computacional (Brennan y Resnick, 2012).

PALABRAS CLAVE

Ciencias Computacionales, Lenguajes de Programación, Evaluación, Educación Primaria.

ABSTRACT

It is known that Computational Thinking lacks of an universal reference frame that determines its definition and components, and this fact provokes an emptiness in the advancement of methodologies and tools of evaluation. In consequence, the necessity of making studies that prove the effect of learning from computer programming in the development of Computational Thinking, since they are not common in specialized literature. Setting as the main objective providing new content that could help to understand how learning from computer programming in the development of Computational Thinking effects on Primary School students, this paper has one main goal: *i)* learning to value if the programming tool Scratch improves the computational thinking of the students. In order to reach those objectives, Primary School students (N=28) are investigated from the descriptive approach using quantitative information collectors tools (Cearreta, 2015), and after that, analysing descriptively the results. The results show evidence that the program 'Scratch' helps the development of the Computational Thinking dimensions (concepts, practices and computational perspectives) (Brennan & Resnick, 2012).

KEYWORDS

Computer Science, Programming Languages, Evaluation, Primary Education

CITA RECOMENDADA

Arranz, H. y Pérez, A. (2017). Evaluación del pensamiento computacional en educación. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 3, 25-39. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite/2017/267411>

Principales aportaciones del artículo y futuras líneas de investigación:

- Puesta en práctica de un instrumento de evaluación del Pensamiento Computacional en Educación Primaria
- Conocimiento de la valoración que realiza el profesor y la del propio alumno, y establecimiento de relación entre ellas
- En el futuro, repetición de la prueba con una muestra de mayor magnitud y relación con otras pruebas de evaluación del Pensamiento Computacional

1. INTRODUCCIÓN

Existe un movimiento global que apuesta por la enseñanza de la programación informática y el Pensamiento Computacional (PC a partir de ahora) en Educación Primaria como medio de desarrollo de capacidades transversales como el pensamiento analítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo o la creatividad. Prueba de ello son los países que ya lo han incorporado a sus currículums de enseñanza primaria y secundaria (Estonia, Francia o Reino Unido) o la proliferación de asociaciones de promoción de la enseñanza de la programación informática y el desarrollo del PC desde las edades más tempranas (Code.org, Programamos o CodeAcademy).

Aunque el término *Computational Thinking* apareciera en el año 2006 de la mano de Jeannette Wing, profesora y presidenta del departamento de informática de la Carnegie Mellon University, que entiende el PC como “un proceso que envuelve resolver problemas, diseñar sistemas y entender el comportamiento humano, haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática” (pp.33), su precedente teórico lo encontramos en el construccionismo -teoría que enlaza corrientes clásicas del aprendizaje con la tecnología (Zapata-Ros, 2015)- de la mano de autores como Seymour Papert, creador junto a Cynthia Solomon, Daniel Bobrow y Wally Feurzeig del primer software de programación para niños llamado LOGO. La finalidad que perseguía Papert (1980) es que debían ser los alumnos quienes programaran el ordenador, y no el ordenador a los alumnos (Citado en Blinkstein, 2013). Para ellos, al programar se están dando instrucciones para solucionar un determinado problema. Este proceso requiere de una planificación, de precisión en el uso del lenguaje de programación, crear y comprobar hipótesis, identificar secuencias para conseguir objetivos y depurar errores. Es decir, se hace explícito el proceso que hay que seguir para llevar a cabo una tarea determinada. Apostaban por que al programar y al hacer manifiesto el proceso que se acaba de describir, se originarían cambios en el pensamiento que favorecerían la realización de otras tareas que conllevan procesos análogos, tales como la resolución de problemas (Delval, 1985). Por tanto, se trata de una competencia que va más allá de saber programar, pero en la cual la programación informática se vuelve necesaria para el aprendizaje de los conceptos y prácticas propias de las ciencias computacionales.

Además de los trabajos de Papert y Wing, en este trabajo juega un papel fundamental la propuesta realizada por Brennan y Resnick (2012), que definen 3 dimensiones del PC: conceptos computacionales, aquellos que utilizan los programadores a la hora de crear programas que son aplicables a otros contextos ya sean de programación o no (secuencias, ciclos, paralelismos, eventos, condicionales, operadores y datos); prácticas computacionales, aquellas que se utilizan cuando se programan y que se centran en el cómo se está aprendiendo y no el qué (iteración, ensayo y depuración, reusar y remezclar, abstraer y

modular); y perspectivas computacionales, las que los usuarios construyen sobre sí mismos y su entorno gracias a la programación (expresar, conectar y preguntar).

Sin embargo, a pesar de la introducción de la programación en los currículos de enseñanza de países de todo el mundo, y del trabajo aportado por diferentes autores, todavía no hay consenso entre la comunidad educativa sobre cuál es la definición de PC y lo que engloba y, por consiguiente, provoca un vacío en el desarrollo de metodologías y herramientas de evaluación (Román, 2015). Este suceso es en sí mismo, una contradicción, ya que “para poder juzgar la efectividad de cualquier currículum que incorpore el PC, es necesario validar previamente instrumentos de medida que permitan a los educadores evaluar en qué grado los estudiantes han desarrollado esa habilidad de pensamiento” (Grover y Pea, 2013, pp.13). Zapata-Ros (2015) destaca la necesidad de llevar a cabo estudios que evidencien el efecto del aprendizaje de la programación informática en la construcción del PC, aunque desde la práctica y experiencia se observen los efectos positivos de esta.

No obstante, diferentes autores han propuesto herramientas y métodos de evaluación. Por una lado, encontramos softwares que evalúan el PC en base al análisis de proyectos de programación, como por ejemplo Dr.Scratch (Moreno, Robles y Román, 2015). Este software, de código abierto, analiza los códigos realizados por los usuarios en relación a 7 aspectos del PC: abstracción y descomposición de problemas, pensamiento lógico, sincronización, paralelismo, nociones algorítmicas de control de flujo, interactividad con el usuario y representación de la información. El programa asigna una puntuación final, de 0 a 21, aportando información relativa al desarrollo de las habilidades del PC y de los malos hábitos de programación. Por otro lado, también se han construido tests dirigidos a los alumnos, como Román (2015) y Cearreta (2015). Esta última, que va a ser la herramienta de evaluación que se va utilizar en este estudio, que propone 3 cuestionarios para evaluar, a partir del uso del software de programación Scratch, el desarrollo de las dimensiones del PC propuestas por Brennan y Resnick, (2012), desde tres perspectivas: el alumno, el profesor y el propio investigador.

Este trabajo tiene como objetivo dar respuesta a las llamadas y necesidades arriba expuestas, haciendo su aportación para la construcción de nuevo conocimiento sobre la evaluación del PC. En él, se describe y analiza el desarrollo del pensamiento computacional en alumnos de educación primaria que han estado realizando actividades de programación con la herramienta Scratch. Se analiza la adquisición de conceptos, procedimientos y rutinas desde el punto de vista del docente y la autopercepción del alumno, mediante la utilización de los cuestionarios propuestos por Cearreta (2015).

2 MÉTODO

2.1. Objetivo de investigación

Objetivo general. Analizar el desarrollo del Pensamiento Computacional en alumnos de Educación Primaria que han realizado rutinas de programación con el software Scratch.

- I. **Objetivo específico 1:** Valorar la percepción del alumno en el desarrollo de los conceptos, prácticas y perspectivas asociadas al PC.
- II. **Objetivo específico 2:** Evaluar el desarrollo del pensamiento computacional en el desarrollo de conceptos, prácticas y perspectivas a partir de la valoración del docente.
- III. **Objetivo específico 3:** Establecer una relación entre ambas perspectivas.

2.2. Enfoque de investigación

Se trata de un estudio descriptivo en el que se utilizan técnicas cuantitativas de recogida de datos, de planteamiento no experimental, puesto que no se pueden controlar todas las variables, y más concretamente ex post-facto, es decir, los efectos en el aprendizaje que se van a observar y analizar se estudian una vez ya han ocurrido (Bernardo y Caldero, 2000).

2.3. Recogida de información e instrumentos

Se van a utilizar los cuestionarios propuestos por Cearreta (2015), los cuales han sido construidos considerando las dimensiones del PC propuestas por Brennan y Resnick (2012). Estos cuestionarios determinan un indicador para cada uno de los componentes del PC:

“Indicadores computacionales: En este ámbito se ha tenido en cuenta el trabajo realizado por los autores Brennan y Resnick (2012), puesto que desglosan de una forma detallada los conceptos propios del pensamiento computacional comparándolos además con las funcionalidades que ofrece Scratch. De esa forma, se han utilizado esos aspectos para la elaboración de una serie de indicadores adaptados al trabajo que han realizado los alumnos que componen la muestra del presente estudio. En total se han utilizado 14 indicadores: (A.1) Secuencias; (A.2) Ciclos; (A.3) Eventos; (A.4) Paralelismo; (A.5) Condicionales; (A.6) Operadores; (A.7) Datos; (A.8) Práctica incremental e iterativa; (A.9) Práctica de ensayo y depuración; (A.10) Práctica de reusar y remezclar; (A.11) Práctica de abstraer y modularizar; (A.12) Perspectiva de expresar; (A.13) Perspectiva de conectar; (A.14) Perspectiva de preguntar.” (pp.15).

En total, la autora diseña y pone en práctica tres cuestionarios para evaluar el desarrollo del PC del alumno, a partir de los indicadores citados, desde tres perspectivas: alumno, profesor e investigador.

En el cuestionario dirigido al alumnado se realizan preguntas en las que los alumnos deben valorar su conocimiento de cada concepto, práctica o perspectiva computacional en escala ordinal Likert 1–5, siendo 1 equivalente a “No” o a la no realización de dicha práctica; y 5 a “Sí” o al total acuerdo con aquello que se les pregunta. Los valores intermedios, por tanto, determinan el grado de acuerdo o uso que realiza el alumno de acuerdo al indicador que se le pregunte en cada caso. Cabe destacar también, que cada pregunta es ilustrada con un ejemplo para facilitar la comprensión del alumno.

El cuestionario para el profesor es diferente. Aunque la escala de puntuación Likert se conserva, hay 5 indicadores que son obviados por su carácter personal y difícil registro. Esos indicadores son: *A.8. Práctica incremental e iterativa*, *A.9. Práctica de ensayo y depuración*, *A.10. Práctica de reusar y remezclar*, *A.13. Perspectiva de conectar* y *A.14. Perspectiva de preguntar*.

El cuestionario para valorar la percepción del investigador no se ha utilizado en este estudio por la imposibilidad de acceder a los proyectos realizados por los alumnos. También cabe destacar que no están validados por un comité de expertos, por lo cual la autora propone que sean sujetos a replica y aplicados a otros niveles educativos para valorar su funcionalidad.

Para la aplicación de dichos cuestionarios, en primer lugar, se mantuvo una reunión con el director de la academia y sus maestros, para decidir cuál era la metodología y la temporalización más adecuada. Se decidió ir leyendo las preguntas que se planteaban en voz alta, de forma grupal, para asegurar la comprensión de todos los ítems que aparecen en el cuestionario por parte de los alumnos. Una vez se obtuvo dicha información, y la valoración realizada por el profesor, además de analizar cada una por separado, se establecieron relaciones entre ambos cuestionarios para observar y describir si existe algún tipo de relación.

2.3. Contexto de investigación y participantes

Participan un total de 28 alumnos, 13 de 1^{er} ciclo, 8 del 2^o y 7 del 3^o, de la academia de robótica educativa *Nexus* de Palma de Mallorca, los cuales realizan durante 2 horas a la semana una asignatura cuyo objetivo es el aprendizaje de la programación informática con Scratch y Lego WeDo en un curso de 8 meses de duración. Los alumnos, que siempre trabajan por parejas de alumnos de diferentes edades, aprenden a utilizar los comandos de programación básicos que ofrece Lego WeDo. Una vez que éstos se dominan, pasan a aprender a utilizar Scratch y desarrollar sus propios videojuegos relacionándolos con las estructuras que construyen con Lego. La metodología que utilizan varía entre el aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje por descubrimiento guiado, según la dificultad del concepto

computacional que se quiera trabajar. Siempre se trabaja con grupos reducidos (12 alumnos máximo), para poder dar la atención individualizada que requiera cada alumno. La finalidad es que el aprendizaje que experimente el alumno sea activo, significativo y lúdico.

Tabla 1. Edad del alumnado

Ciclo	Edad	Alumnos
1º	6	2
	7	6
	8	5
2º	8	3
	9	3
	10	2
3º	10	4
	11	3
Total		28

3. RESULTADOS

Antes de empezar con el análisis, cabe resaltar que el tamaño muestral ($N=28$, i.e. $n_1=13$, $n_2=8$, $n_3=7$) dificulta la inferencia y la correcta estimación de conclusiones por que la muestra no es representativa de la población objeto de estudio. Es, por tanto, menester reconocer esta limitación, y destacar que las conclusiones expuestas no pueden ser extrapolables a toda la población, a pesar del posible carácter indicativo de los resultados y de las preguntas que estos plantean para futuras investigaciones.

También se quiere hacer referencia a las matrices de correlación de Spearman que se utilizarán, las cuales muestran el grado de correlación entre dos variables. Una correlación positiva indica que cuanto mayor es una de las variables, la variable contraria sigue la misma tendencia. Si esta relación es negativa, que se produce el fenómeno inverso. Sin embargo, no se puede saber en qué sentido se produce esa correlación, es decir, cual es la variable que influye sobre la opuesta.

3.1. Objetivo General. Valorar el Pensamiento Computacional en alumnos de Educación Primaria que han trabajado con el software de programación Scratch.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los cuestionarios propuestos por Cearreta (2015), tanto de los alumnos como del profesor, siguiendo el siguiente orden: en primer lugar, se presentarán la media total de los resultados obtenidos por alumnos y profesor, para después desglosar dicha información para cada uno de los ciclos y dimensiones de análisis.

Se ha considerado oportuno calcular una media aritmética a partir de las puntuaciones de las preguntas de los cuestionarios, decisión justificada por la capacidad sintética de dicha medida y por criterios de comparabilidad. La puntuación refleja, el grado medio en que alumnos y profesor consideran que se han desarrollado los conceptos, prácticas y perspectivas computacionales. También se presentarán los datos para cada una de las dimensiones, para poder valorar cuáles han sido las que han presentado mayor o menor dificultad de desarrollo y/o comprensión.

3.1.1. Resultados globales del Cuestionario Cearreta de los alumnos y el profesor

La Tabla 2 recoge la puntuación media y desviación típica de los cuestionarios, tanto para alumnos como el profesor, de los tres ciclos.

Tabla 2. media de los cuestionarios del alumno y profesor

Ciclo	Variable	Obs.	Media	Des.Típica
1 ^r	Alumno	12	3.6488	0.4607
	Profesor	13	3.0769	0.7175
2 ^o	Alumno	8	3.8414	.65693
	Profesor	8	3.6296	.6426
3 ^r	Alumno	7	4.0204	.5665
	Profesor	7	4.2222	.3829

En la tabla 2, se observa como la valoración que realizan los alumnos tiende a ser mayor que la que realiza el profesor, salvo en el 3^r ciclo. También se percibe como la valoración media que realizan alumnos y profesor aumenta según el nivel educativo y que, además, la diferencia de puntuación disminuye. Dicha relación entre ambas perspectivas se observa más fácilmente en las tablas de correlación de Spearman de 1^r, 2^o y 3^r ciclo (Tabla 3, 4 y 5).

Tabla 3. correlación de spearman de Cuestionarios Cearreta (Alumno y Profesor) del 1^r ciclo

	Alumno	Profesor
Alumno	1.0000	
Profesor	-0.2387	1.0000

En el 1^r ciclo (Tabla 3) las valoraciones realizadas por los alumnos y el profesor en el cuestionario guardan una relación negativa, aunque de magnitud pequeña (-0,2387). Esto representa que las opiniones de los alumnos y del profesor son contradictorias. Los alumnos tienden a valorarse más positivamente, con una media de 3,65, por un 3,08 de media del profesor.

Tabla 4. correlación de spearman de cuestionarios Cearreta (alumno y profesor) de 2^o ciclo.

	Alumno	Profesor
Alumno	1.0000	
Profesor	0.0408	1.0000

En el 2^o ciclo (Tabla 4) la relación entre ambos cuestionarios pasa a ser positiva, aunque con un grado muy bajo, prácticamente nulo, de correlación (0,0408). Un valor de correlación tan bajo manifiesta que no existen tendencias, ni positiva ni negativa, entre las puntuaciones que se otorgan los alumnos y las que realiza el profesor. Cabe destacar que nuevamente el profesor evalúa en menor medida (3,62) que los alumnos (3,84) el desarrollo del PC aunque la diferencia se ha reducido respecto al 1^r ciclo.

Tabla 5. correlación de spearman de cuestionarios Cearreta (alumno y profesor) de 3^r ciclo.

	Alumno	Profesor
Alumno	1.0000	
Profesor	0.6235	1.0000

En el 3^{er} ciclo (Tabla 5) las valoraciones de alumnos y profesor se relacionan positivamente de manera significativa (0,6235), cosa que muestra como las valoraciones entre ambos siguen una misma tendencia. En cuanto a las puntuaciones medias, en el 3^{er} ciclo, a diferencia de los dos primeros, el profesor valora más positivamente (4,2222) que los alumnos (4,0204) el desarrollo del PC.

En resumen, se observa como la valoración media que realizan profesor y alumnos sobre el desarrollo del PC aumenta a media que el ciclo es mayor. Esas valoraciones, se relacionan negativamente en el 1^{er} ciclo, no se relacionan en el 2^o y en el 3^{er} presentan una asociación claramente positiva.

3.1.2. Resultados del 1^{er} ciclo divididos por dimensiones del Pensamiento Computacional

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a los cuestionarios del 1^{er} ciclo, realizados por los alumnos y por el profesor, divididos por las dimensiones del PC.

En primer lugar, la Tabla 6 presenta los estadísticos descriptivos de la dimensión de conceptos computacionales.

Tabla 6. características descriptivas del cuestionario Cearreta del profesor y alumno de 1^{er} ciclo relativas a los conceptos computacionales

Conceptos Computacionales - Alumnos		
Variable	Media	Des. Típica
A.1. Secuencias	3.5	.7977
A.2. Ciclos	3.3333	1.3707
A.3. Eventos	4.1667	1.1934
A.4. Paralelismo	3.9167	1.0836
A.5. Condicionales	3.9167	1.3113
A.6. Operadores	2.6667	1.2309
A.7. Datos	3.4167	1.4434
Media	3.5595	1.2044
Conceptos Computacionales - Profesor		
Variable	Media	Des. Típica
A.1. Secuencias	2.8462	.8987
A.2. Ciclos	3	.5774
A.3. Eventos	3.4615	1.1983
A.4. Paralelismo	2.2308	.7250
A.5. Condicionales	3	.9129
A.6. Operadores	3.4615	1.1266
A.7. Datos	3.3846	1.5021
Media	3.0549	.9916

En cuanto a los resultados presentados en la Tabla 6, se observa como los alumnos obtienen un promedio de 3,5595, siendo los indicadores de A.3. *Eventos* (4,1667), A.4. *Paralelismos* (3,9167) y A.5. *Condicionales* (3,9167), en los que presenta una mejor valoración media. Por contra, es en el indicador A.6. *Operadores*, en el que los alumnos han considerado que es el concepto computacional que menos han desarrollado (2,6667). Por otro lado, el profesor realiza una valoración media menor (3,0549), siendo el indicador A.4. *Paralelismo*, el que ha considerado que se desarrolla en menor medida por los alumnos (2,2308). Los indicadores de A.3. *Eventos* y A.5. *Condicionales*, los que mejor ha valorado, ambos con un 3,4615.

Si se observa la diferencia entre cada uno de los indicadores, en todos, salvo en los indicadores A.2. *Ciclos*, A.7. *Datos* y A.6. *Operadores* (único indicador en el cual el profesor valora por encima del alumno), el profesor presenta una puntuación sustancialmente menor. Si se atiende a la desviación típica, las puntuaciones de los alumnos se han movido en un rango típico más grande (1,2044) que las puntuaciones que ha realizado el profesor (0,9916).

En segundo lugar, la Tabla 7 presenta los estadísticos descriptivos de la dimensión de prácticas computacionales.

Tabla 7. características descriptivas del cuestionario Cearreta del profesor y alumno de 1^o ciclo relativas a las prácticas computacionales.

Prácticas Computacionales - Alumnos		
Variable	Media	Des. Típica
A.8. Incremental e iterativa	3.8333	1.2673
A.9. Ensayo y depuración	3.5	1.1677
A.10. Reusar y remezclar	2.8333	1.4668
A.11. Abstractar y modularizar	4.0833	1.1645
Prácticas Computacionales - Profesor		
Variable	Media	Des. Típica
A.11. Abstractar y modularizar	2.1538	.8006

En la dimensión de las prácticas computacionales de 1^o ciclo (Tabla 7), en la que se compara la variable *A.11. Abstractar y modularizar*, se observa como la media del cuestionario del profesor (2,1538) muestra una fuerte disociación con la perspectiva del alumno, que obtiene un 4,0833. También las puntuaciones de los alumnos muestran una mayor desviación típica (1,1645) que la del profesor (0,8006). En cuanto a los demás indicadores de prácticas computacionales que se valoran en el cuestionario del alumno, el indicador de *A.10. Reusar y remezclar*, es el que consideran que menos saben utilizar o han desarrollado.

Por último, la Tabla 8 presenta los estadísticos descriptivos de la dimensión de perspectivas computacionales.

Tabla 8. características descriptivas del cuestionario Cearreta del profesor y alumno de 1^o ciclo relativas a las perspectivas computacionales.

Perspectivas Computacionales – Alumnos		
Variable	Media	Des. Típica
A.12. Expresar	4.4167	.7930
A.13. Conectar	2.5833	1.6765
A.14. Preguntar	3.6667	1.1547
Perspectivas Computacionales - Profesor		
P.12. Expresar	4.1539	.86232

Si se atiende a los resultados de la Tabla 8, se observa que la puntuación media que otorgan los alumnos al indicador *A.12. Perspectiva de Expresar* es muy alta, con un 4,4167 de media, siendo la que presenta la valoración más positiva de las tres perspectivas computacionales. En cambio, el profesor le otorga un valor inferior de 4,1539, aunque también se trata de una valoración alta. Es la dimensión que presenta menos diferencia en las valoraciones entre alumnos y profesor del cuestionario Cearreta del 1^o Ciclo.

Los resultados del primer ciclo divididos por dimensiones reflejan la misma información que la Tabla 2 presentada en el análisis global del cuestionario Cearreta de alumno y profesor (3.1.1.), una disociación entre la valoración que realiza el profesor y las que realizan los propios alumnos de sí mismos sobre el desarrollo de los conceptos, prácticas y perspectivas computacionales.

3.1.3. Resultados del 2º ciclo divididos por dimensiones del Pensamiento Computacional

A continuación, se presentan los resultados de cada una de las dimensiones del PC, tanto de profesor como de alumnos, en este caso del 2º ciclo. En primer lugar, en la Tabla 9, se muestran los resultados relativos a los conceptos computacionales.

Tabla 9. características descriptivas del cuestionario Cearreta del profesor y alumno de 2º ciclo relativas a los conceptos computacionales.

Conceptos Computacionales - Alumnos		
Variable	Media	Des. Típica
A.1. Secuencias	4.25	.7071
A.2. Ciclos	4.25	.7071
A.3. Eventos	4.625	.7440
A.4. Paralelismo	4.25	.4629
A.5. Condicionales	3.875	1.1260
A.6. Operadores	3.625	1.6850
A.7. Datos	3.875	1.1260
media	4.0171	.9369
Conceptos Computacionales - Profesor		
Variable	Media	Des. Típica
A.1. Secuencias	4.125	.9910
A.2. Ciclos	4.375	.7440
A.3. Eventos	4.5	.7559
A.4. Paralelismo	3.5	.9258
A.5. Condicionales	4	.9258
A.6. Operadores	4.125	.9910
A.7. Datos	4.5	.9258
media	4.107	.8942

La Tabla 9 exhibe como se obtiene una media prácticamente igual en los cuestionarios del alumno (4.0171) y del profesor (4.1070), a diferencia de lo que pasa con los alumnos de 1º ciclo. También presentan desviaciones típicas aproximadas. En los indicadores A.4. *Paralelismo*, A.6. *Operadores* y A.7. *Datos* es donde se produce una mayor diferencia de opiniones entre ambos agentes. En el indicador A.4. *Paralelismo*, la media de los alumnos (4,25) es mayor a las que hace el profesor (3,5). En cambio, con los indicadores A.6. *Operadores* y A.7. *Datos*, ocurre el suceso contrario. Las valoraciones por parte de los alumnos son más bajas que las que realiza el profesor. Por otro lado, en el indicador A.3. *Eventos*, ambos otorgan la mayor puntuación, 4,625 por parte de los alumnos, 4,5 por parte del profesor.

En segundo lugar, la Tabla 10 presenta los estadísticos descriptivos de la dimensión de prácticas computacionales.

Tabla 10. características descriptivas del cuestionario Cearreta del profesor y alumno de 2º Ciclo relativas a las prácticas computacionales.

Prácticas Computacionales - Alumnos		
Variable	Media	Des. Típica
A.8. Incremental e iterativa	3.75	.8864
A.9. Ensayo y depuración	3.75	.8864
A.10. Reusar y remezclar	2.625	1.5059
A.11. Abstractar y modular	4	1
Prácticas Computacionales del - Profesor		
Variable	Media	Des. Típica
A.11. Abstractar y modular	3.125	1.2464

En la Tabla 10, en el indicador *A.11. Abstractar y modularizar*, la perspectiva del profesor exhibe una media del 3.125, que contrasta con la media obtenida por los alumnos, que es de 4. Si se atiende a las desviaciones típicas, el profesor presenta un 1,2464 que refleja que efectuado valoraciones entre 2 y 4. En cambio, los alumnos han variado entre 3 y 5 para este indicador (desviación típica 1). En cuanto a las demás prácticas computacionales valoradas por el alumno, el indicador *A.10. Reusar y remezclar*, al igual que en el 1^{er} ciclo, es el indicador que menos valoración presenta.

Finalmente, la Tabla 11 presenta los estadísticos descriptivos de la dimensión de perspectivas computacionales.

Tabla 11. características descriptivas del cuestionario Cearreta del profesor y alumno de 2^o Ciclo relativas a las perspectivas Computacionales.

Perspectivas Computacionales - Alumnos		
Variable	Media	Des. Típica
A.12. Expresar	3.625	1.4079
A.13. Conectar	2.5	1.6036
A.14. Preguntar	4.75	.4629
Perspectivas Computacionales - Profesor		
Variable	Media	Des. Típica
A.12. Expresar	4.5	.7559

La tercera dimensión del PC, las perspectivas computacionales (Tabla 11), en la cual se valora el indicador *A.12. Perspectiva de expresar*, refleja como los alumnos han considerado que su desarrollo de la imaginación con la utilización de Scratch es inferior (3,625) al que considera el profesor (4,5). Cabe destacar, como la desviación típica que presentan los alumnos (1,4079) es el doble que la del profesor (0,7559), cosa que muestra como en los alumnos han aparecido consideraciones muy dispares sobre este indicador, presentando valoraciones entre 2 y 5 puntos. En cambio, las valoraciones del profesor se han movido en un rango típico menor, entre 3 y 5. Por lo que hace a los demás indicadores de las perspectivas valoradas por el alumno, destaca como el indicador *A.13. Conectar*, es el que peor valoran (2,5), y el indicador *A.14. Preguntar*, el que mejor puntuación presenta. Los alumnos consideran que entienden mejor el funcionamiento de la tecnología desde que programan con Scratch.

Para finalizar con los resultados de los cuestionarios del 2^o ciclo, destacar cómo es en la dimensión de prácticas y perspectivas computacionales donde se ha producido una mayor disociación de las valoraciones entre ambos agentes, mientras que en la dimensión de conceptos computacionales se presentan valoraciones medias semejantes. Esta disociación cambiante refleja la disociación positiva, pero casi nula, que se ha presentado en los resultados globales al principio de este apartado.

3.1.4. Resultados del 3^{er} ciclo divididos por dimensiones del Pensamiento Computacional

Por último, se exhiben los resultados del grupo de alumnos de 3^{er} ciclo. De la misma manera que los ciclos anteriores, se presentarán divididos por cada una de las dimensiones del PC evaluadas en el cuestionario del profesor y alumnos. En primer lugar, los conceptos computacionales (Tabla 12).

Tabla 12. características descriptivas del cuestionario Cearreta del profesor y alumno de 3^o ciclo relativas a los conceptos computacionales.

Conceptos Computacionales - Alumnos		
Variable	Media	Des. Típica
A.1. Secuencias	3.8571	1.0690
A.2. Ciclos	4.2857	.4879
A.3. Eventos	4.5714	.7868
A.4. Paralelismos	4.4286	1.1339
A.5. Condicionales	4.5714	.5345
A.6. Operadores	3.2857	1.2536
A.7. Datos	4.1429	.6901
media	4.1633	0.8508
Conceptos Computacionales - Profesor		
Variable	Media	Des. Típica
A.1. Secuencias	4.7143	.4880
A.2. Ciclos	4.7143	.4880
A.3. Eventos	4.7143	.4880
A.4. Paralelismos	3.7142	.4880
A.5. Condicionales	3.8571	.8997
A.6. Operadores	3.7143	1.1127
A.7. Datos	4.2857	1.1127
media	4.2449	0,7253

En el 3^o ciclo (Tabla 12) es en el único donde el profesor presenta una valoración media más alta (4,2449) de los resultados que la que realizan los alumnos (4,1633) sobre conceptos computacionales. También se trata del ciclo donde la diferencia de medias es menor, hecho que refleja la correlación positiva (0,6235) entre los resultados de los dos agentes aportada en el apartado anterior (Tabla 5). Además, presentan unas desviaciones típicas semejantes, aunque mayor en los alumnos (0,8508, por 0,7253 del profesor). Esto muestra como todas las valoraciones se han hecho entre 3 y 5, tanto en alumnos como en el profesor. Destaca como el profesor ha evaluado con un 4,7143 de media el desarrollo de los indicadores A.1. *Secuencias*, A.2. *Ciclos* y A.3. *Eventos*, en cambio los alumnos se valoran en menor medida en los tres indicadores. Por otro lado, en los indicadores A.4. *Paralelismos*, A.5. *Condicionales* y A.6. *Operadores*, el profesor percibe un menor desarrollo y valora con menor puntuación que los alumnos. Se observa como a veces el alumno valora su desarrollo por debajo de lo que opina el maestro, y otras como se valora por encima de lo que en realidad refleja en la práctica.

En segundo lugar, la Tabla 13 presenta los estadísticos descriptivos de la dimensión de perspectivas computacionales.

Tabla 13. características descriptivas del cuestionario Cearreta del profesor y alumno de 3^o Ciclo relativas a las prácticas computacionales.

Prácticas Computacionales - Alumnos		
Variable	Media	Des. Típica
A.8. Incremental e iterativa	3.7143	1.1127
A.9. Ensayo y depuración	4.1429	.8997
A.10. Reusar y remezclar	2.8571	1.4639
A.11. Abstractar y modular	4.7143	.4880
Prácticas Computacionales - Profesor		
Variable	Media	Des. Típica

A.11. Abstractar y modular	3.7143	.9512
-----------------------------------	--------	-------

En la dimensión de prácticas computacionales (Tabla 13), concretamente en el indicador A.11. *Abstractar y modular*, los alumnos obtienen un 4,7143 de media (es la práctica computacional que más valoran los alumnos, al igual que pasaba en el 1^{er} y 2^o ciclo) y el profesor exhibe un 3,7143, puntuación que aunque también es alta, contrasta con la puntuación del otro grupo. Si se atiende a las desviaciones típicas, se puede observar como las puntuaciones de los alumnos, que presentan una desviación típica de 0,4880, se han movido todas entre 4 y el 5. Las puntuaciones del profesor, presentan un 0,9512, reflejando que las valoraciones se mueven entre el 2 y el 5, demostrando una disparidad en las valoraciones que realiza de cada alumno. Vuelve a repetirse el hecho, al igual que en los dos primeros ciclos, que dicho indicador obtiene las valoraciones más bajas por parte del profesor.

Finalmente, y para acabar con la presentación de resultados, la Tabla 14 presenta los estadísticos descriptivos de la dimensión de perspectivas computacionales.

Tabla 14. características descriptivas del cuestionario Cearreta del profesor y alumno de 3^{er} Ciclo relativas a las perspectivas computacionales.

Perspectivas Computacionales - Alumnos		
Variable	Media	Des. Típica
A.12. Expresar	4	1.1547
A.13. Conectar	3.8571	1.4639
A.14. Preguntar	3.8571	.6901
Perspectivas Computacionales - Profesor		
Variable	Media	Des. Típica
P.12. Expresar	4.5714	.7868

Los resultados para el indicador A.12. *Expresar* (Tabla 14), muestran como es el profesor quien valora más positivamente el desarrollo de la creatividad con Scratch, con un 4,5714, y con un 0,7868 de desviación típica, cosa que muestra que todas las valoraciones se realizan entre 3 y 5. Los alumnos obtienen un 4 de media, valoración también muy positiva, cuya desviación típica indica que las puntuaciones se distribuyen también normalmente entre 3 y 5.

En resumen, se refleja cómo han aumentado las valoraciones tanto del profesor como del alumno en todos los indicadores de las dimensiones del PC en relación a los resultados de los dos primeros ciclos, y como la diferencia entre ambas se ha estrechado, evidenciando la correlación positiva mostrada en el análisis global de los resultados.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo general del estudio consistía en valorar si el uso de Scratch favorece el desarrollo del PC en alumnos de Educación Primaria, y se puede determinar ese propósito se ha conseguido en buena medida. Gracias a la utilización de los cuestionarios propuestos por Cearreta (2015), se ha podido observar cuáles han sido las dimensiones del PC que más o menos dificultades de desarrollo presentan en cada uno de los ciclos.

Tomando como referencia la valoración que realiza el profesor sobre el desarrollo del PC de los alumnos, se ha visto como en el 1^{er} ciclo son los conceptos computacionales de eventos y operadores los que mejor utilizan los alumnos. En el 2^o y 3^{er} ciclo, son secuencias, ciclos y eventos los conceptos que el profesor manifiesta que mejor han desarrollado. Asimismo, se ha observado como el la práctica computacional de abstraer y modular, aunque los alumnos crean que la han desarrollado en mayor medida, es la que peor valora el profesor en los tres ciclos, y como profesor y alumnos valoran de manera muy positiva el desarrollo de la creatividad con el uso de Scratch.

También, se ha observado cómo existe una tendencia, a medida que aumenta el ciclo, las valoraciones medias que realizan los alumnos y del profesor aumentan y tienden a coger valores aproximados. Esto refleja el desarrollo cognitivo del alumnado, que en edades comprendidas sobre los 7 y 9 años presenta más dificultad para valorar su propio conocimiento y entender conceptos abstractos, y a medida que se acerca a los 10 – 12 años ya empieza a realizarlo adecuadamente. De aquí la necesidad de empezar enseñando los conceptos computacionales más concretos en los primeros ciclos, e ir aumentando la dificultad y el grado de abstracción en relación al desarrollo cognitivo y aprendizaje del alumno. Un estudio similar pero con más sujetos de estudio, podría ayudar a determinar cuáles son los conceptos, prácticas y perspectivas computacionales ideales para el desarrollo en cada una de las etapas evolutivas del alumno.

Otro de los resultados a los que se ha hecho referencia es que, en ocasiones, el alumno valora un determinado concepto por debajo de la valoración que realiza el profesor. Se refleja como el alumno piensa que no domina un determinado concepto, pero que en la práctica sí que lo utiliza adecuadamente. Esto puede venir provocado por un desconocimiento a nivel teórico de dicho concepto, y sugiere la necesidad de relacionar teoría y práctica. A este mismo hecho hace referencia Cearreta (2015), donde utiliza los mismos cuestionarios, pero esta vez con alumnos de Bachillerato.

En definitiva, se han podido extraer conclusiones de cómo el uso de Scratch afecta favorablemente al desarrollo de las dimensiones del PC. Otros estudios, como el de Moreno y Robles (2016), que a partir de un revisión sistemática de la literatura sobre los efectos de Scratch en el aprendizaje, determinan que, según los estudios analizados, sí existen pruebas de las mejoras que produce el aprendizaje de programación informática con Scratch en el desarrollo de habilidades cognitivas como la resolución de problemas, las habilidades de razonamiento, el pensamiento lógico y la creatividad. En el número de de investigaciones analizadas, un total de 7, evidencia como no son abundantes las investigaciones en el campo. También se ha evidenciado como los cuestionarios propuestos por Cearreta (2015) son una buena herramienta para la evaluación del PC, también en Educación Primaria.

Es momento también de destacar las limitaciones del estudio. Para un correcto análisis de los datos, que permitiera extraer conclusiones, a priori, extrapolables a toda la población (estudio cuantitativo), debería aumentar el número de participantes en el estudio siguiendo una correcta técnica de muestreo. Además, se debería determinar un modo mediante el cual el profesor pudiese observar las prácticas y perspectivas computacionales que, por motivos de difícil registro y/u observación, han sido obviadas de la valoración del profesor. Sin embargo, como también expresa Cearreta (2015, pp.43), "estas evidencias no son nada numerosas en la literatura científica" y "puede resultar de interés para otros autores". Desde aquí animar a la replica de la metodología utilizada, resultados o conclusiones expresadas en el presente trabajo e incluso a la mejora de dicha herramienta. De ese modo estará cumpliendo su cometido inicial, realizar su aportación al campo de estudio del PC y contribuir a la construcción de conocimiento.

De nuestra parte, este estudio se ha englobado en otro mayor, concretamente en un Trabajo Final de Máster (Arranz, 2016), concretamente del Máster Oficial Interuniversitario de Tecnología Educativa: eLearning y gestión del conocimiento impartido por la Universidad de les Illes Balears, Universidad de Murcia, Universitat Rovira i Virgili y Universitat de Lleida; donde se ha procedido a la observación de los resultados desde diferentes perspectivas en relación a características personales de los alumnos: género, equipamiento tecnológico, uso de Scratch en casa, recepción de ayuda familiar, aprendizaje de Scratch en la escuela y grado de satisfacción con la herramienta. También se ha correlacionado los resultados de los cuestionarios en este estudio descritos, con los resultados de otro test del PC, formado por tareas cortas de resolución de problemas relacionados con los fundamentos de la informática (Test Bebras), pero que no necesitan de saber programación para ser contestados. El objetivo es intentar determinar si tener un mayor nivel de conocimiento de la programación informática, en este caso con el lenguaje de bloques que propone Scratch, ayuda al desarrollo de la habilidad de resolución de problemas.

5. ENLACES

- [Cuestionario Cearreta \(2015\) desde la perspectiva del profesor](#)
- [Cuestionario Cearreta \(2015\) desde la perspectiva del alumno](#)

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barr, V. y Stephenson, C. (2011) Computational Thinking for K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-55, doi: 10.1145/1929887.1929905
- Bernado, J. y Calderero, J.F. (2000). *Aprendo a investigar en educación*. Ediciones Rialp, Madrid, España.
- Blinkstein, P. (2013). *Seymour Papert's Legacy: Thinking About Learning, and Learning About Thinking*. Transformative Learning Technologies Lab, Stanford University, Stanford. Recuperado de: <https://tltl.stanford.edu/content/seymour-papert-s-legacy-thinking-about-learning-and-learning-about-thinking>
- Brennan, K. y Resnick, M. (2012). Using artifact-based interviews to study the development of computational thinking in interactive media design. *American Educational Research Association meeting (AERA)*, Vancouver, BC, Canadá.
- Cearreta, I. (2015). *Scratch como recurso didáctico para el desarrollo del Pensamiento Computacional de los alumnos de Secundaria y Bachillerato en la asignatura de Informática y como recurso transversal en el resto de asignaturas* (Trabajo Final de Máster). Universidad Internacional de la Rioja, Zumaia (Guipuzcoa).
- Delval, J. (1985). *Memoria de progreso de investigación: un estudio en profundidad sobre los efectos de los ordenadores en el desarrollo cognitivo del niño*. Centro de Investigación y documentación educativa.
- Giraldo, L.Y. (2014). *Competencias mínimas en pensamiento computacional que debe tener un estudiante aspirante a la media técnica para mejorar su desempeño en la media técnica de las instituciones educativas de la alianza futuro digital* (Tesis doctoral). Universidad EAFIT, Medellín.
- Grover, S. y Pea, R. (2013). Computational thinking in k-12. A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), pp.38-43, doi: 10.3102/0013189X12463051
- Ioannidou, A., Bennet, V. y Reppening, A. (2011). Computational thinking patterns. *Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA)*.
- Moreno, J. , Robles, G. Y Román, M. (2015). Dr. Scratch: Análisis Automático de Proyectos Scratch para Evaluar y Fomentar el Pensamiento Computacional. *Revista de educación a distancia RED*, 46(10). doi: 10.6018/red/46/10
- Moreno, J. y Robles, G. (2016). Code to learn with Scratch? A sistematyc literatura review. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, Abu Dhabi. 150-156, doi: 10.1109/EDUCON.2016.7474546
- Riversound media (s.f.). *Scrape Comunnity*. Recuperado de: <http://happyanalyzing.com/community/>

Román, M. (2015). Test de Pensamiento Computacional: principios de diseño, validación de contenido y análisis de ítems. *Seminario eMadrid sobre Pensamiento Computacional*, Madrid.

Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), doi: 0001-0782/06/0300

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento Computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de educación a distancia RED*, 46(4). doi: 10.6018/red/46/4

INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

Héctor Arranz de la Fuente

Universitat de les Illes Balears

Graduado en Educación Primaria por la facultad de educación de la Universitat de les Illes Balears, descubrí la investigación en Tecnología Educativa en el Trabajo Final de Grado. A partir de ahí, Máster Oficial Interuniversitario en Tecnología Educativa, y todas las oportunidades que se presenten. Me considero investigador en formación, con el Pensamiento Computacional como principal línea de investigación.

Adolfina Pérez García

Universitat de les Illes Balears

Doctora en Ciencias de la Educación. Profesora Titular de Didáctica y O. Escolar en la Universidad de las Islas Baleares. Miembro de los grupos de investigación GTE y GITED de la UIB.



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).