

Habilidades de Pensamiento Computacional en docentes de primaria: evaluación usando Bebras

Francisco Bavera¹, Marcela Daniele¹, Teresa Quintero², Flavia Buffarini³

¹Departamento de Computación, ²Departamento de Física, ³Departamento de Matemática
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales
Universidad Nacional de Río Cuarto
{pancho,marcela}@dc.exa.unrc.edu.ar, {tquintero,fbuffarini}@exa.unrc.edu.ar

Abstract. Se presenta un análisis de las habilidades de Pensamiento Computacional que poseen docentes de nivel primario, que en la actualidad cursan la *Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica en Ciencias de la Computación*, en la ciudad de Río Cuarto. Como herramienta de recolección de datos se utilizaron los Problemas Bebras para medir habilidades de Pensamiento Computacional que poseen estos docentes, detectando que un alto porcentaje, pudo resolver problemas de complejidad media que implican habilidades, tales como, abstracción, reconocimiento de patrones, modelos y simulación, algoritmos y descomposición.

Keywords: Pensamiento Computacional, Habilidades, Evaluación, Formación Docente Continua.

1 Introducción

La construcción del Pensamiento Computacional (PC) se manifiesta como un importante desafío para los formadores actuales de todos los niveles educativos. Además, se sabe que el desarrollo de ciertas habilidades, tanto cognitivas como actitudinales, son claves en la primera infancia. En la actualidad, el uso de las tecnologías constituye un importante elemento que ayuda a plasmar la solución de diferentes tipos de problemas en los más diversos ámbitos y contextos. Construir Pensamiento Computacional permite aprender y comprender el desarrollo y diseño de las tecnologías, incluyendo estrategias de descomposición para la resolución de problemas, abstracción, generalización de las soluciones encontradas, la aplicación de procesos que definen pasos racionales y sistémicos hacia la búsqueda de soluciones, logrando la definición y el diseño de algoritmos que permiten encontrar las soluciones o resultados deseados [1,2,3]. La construcción del pensamiento computacional posibilita el desarrollo de ciertas habilidades de orden superior que aportan y enriquecen la manera de comprender y resolver problemas, y ser capaces de *crear* y *hacer* la automatización de dichas soluciones, a partir del conocimiento de principios y conceptos fundamentales de las Ciencias de la Computación, como lógica, abstracción, representación de datos y diseño de algoritmos.

Caracterizar la construcción del Pensamiento Computacional, en el marco de la formación docente continua y el impacto sobre sus propias prácticas, es el principal objetivo del proyecto de investigación y desarrollo¹ que da marco a este estudio. Entre los aspectos que se abordan, se encuentra el análisis de las prácticas de enseñanza de docentes de nivel primario que participan en procesos de formación en didáctica de las Ciencias de la Computación y el desarrollo del PC. Se vislumbra la necesidad de profundizar y consolidar investigaciones que aborden al estudio del impacto de la construcción del PC en los formadores, para lo que es necesario evaluar, por un lado, las actividades de formación propuestas, y por otro lado, las habilidades construidas por los educadores que transitan una formación continua en didáctica de las Ciencias de la Computación. En función de la complejidad, se hace ineludible el uso de diferentes enfoques, métodos y técnicas que permitan obtener evidencia e indicadores para analizar y evaluar el impacto de estas formaciones.

Los autores de este trabajo, forman parte del equipo que coordina y dicta una carrera de formación dirigida a profesores de educación primaria, denominada *Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación*. Dicha carrera surge como una iniciativa conjunta entre la Fundación Dr. Manuel Sadosky, el Instituto Superior de Formación Docente Ramón Menéndez Pidal, y el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales, de la Universidad Nacional de Río Cuarto. En este marco, se llevan a cabo diferentes estudios con el objeto de acercarse a la complejidad inherente del proceso de construcción del PC, en este espacio de formación continua de docentes.

En una investigación inicial, se abordó el estudio de las producciones de integración, presentadas en formato póster, por los cursantes de la especialidad como actividad de cierre del primer año. Se analizó cada producción usando una metodología cualitativa, basada en la teoría fundamentada, los datos fueron triangulados entre sí por al menos dos investigadores considerando las categorías de la Taxonomía de Bloom adecuada por Churches [4]. Este análisis permitió determinar que todas las producciones y las propuestas de prácticas áulicas, reflejaron ciertas habilidades cognitivas relacionadas al mundo digital, mostrando diferentes niveles de desarrollo y profundidad [5].

Posteriormente, se realizó un análisis de las habilidades de PC, tales como, formular problemas donde se usen computadoras y otras herramientas para solucionarlos, organizar datos de manera lógica y analizarlos, representar datos mediante abstracciones, las que son mayormente abordadas en los módulos específicos de enseñanza de la programación. Este análisis brindó importantes evidencias de que la formación recibida por estos educadores, impacta positivamente en la transformación de sus prácticas áulicas [6].

La evaluación del pensamiento computacional está en desarrollo, por lo que los educadores encuentran considerables limitaciones, al momento de evaluar estas habilidades que son consideradas centrales para la formación de los estudiantes del

¹ **La construcción del pensamiento computacional: estudio del impacto desde la formación de formadores.** Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID). financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba. 2019-2020.

mundo actual [8]. En este contexto, se encuentra que los Problemas de Bebras [14] que están especialmente diseñados para evaluar habilidades de pensamiento computacional, resultan un instrumento adecuado para medir estas habilidades antes y después de una capacitación. Bebras es una competencia internacional que tiene como objetivo promover el pensamiento computacional, entre estudiantes de todas las edades, con actividades de tipo “desconectadas”. Se han realizado estudios que analizan la efectividad de los problemas de Bebras y también comparaciones con otras pruebas de pensamiento computacional [8, 9, 12, 13, 10, 11]. No obstante, no se encuentran registros de resultados obtenidos a partir de la utilización de Problemas Bebras en la evaluación de la formación docente continua en PC, por lo que resulta interesante indagar sobre los alcances de esta alternativa de evaluación.

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos del análisis de una experiencia, basada en actividades seleccionadas de problemas de Bebras, donde se evalúan las habilidades de PC de los docentes de educación primaria que cursan la especialidad en didáctica de las ciencias de la computación, aportando otra forma de evaluación de las mismas.

Este trabajo está organizado de la siguiente forma: la sección 2 expone la experiencia de evaluación realizada a partir de problemas Bebras, se describe la población de individuos que se evalúan y el test realizado. En la sección 3 se presenta un análisis de los resultados obtenidos, y por último se exponen algunas conclusiones y los posibles trabajos futuros que dan continuidad a esta investigación.

2 La Experiencia

2.1 Población

En esta experiencia se realiza una evaluación de las habilidades relacionadas con el PC, que presentan los docentes de escuelas primarias que se encuentran cursando la *Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación*.

La primera cohorte comenzó en marzo de 2018 y cuenta con 47 docentes (44 maestras y 3 maestros) cursando el segundo año. Son todos docentes de nivel primario, el 98% maestras/os de grado y sólo una maestra del área Informática. La *media* de edad es 42 años, en un rango que va desde los 23 a los 54 años. Tenemos una *mediana* y una *moda* de 43 y 44 años, respectivamente. La *desviación media* es de 4,5. El 50% son docentes titulares y los restantes son interinos y suplentes, que se desempeñan en los diferentes grados de la escuela primaria. Además, actualmente dos docentes no están relacionados con institución alguna y un docente desempeña actividades en forma ad-honorem. Los docentes pertenecen a 28 escuelas, donde el 80% son instituciones públicas de gestión estatal y el restante 20% instituciones públicas de gestión privada. Un 75% de estas escuelas están localizadas en la ciudad de Río Cuarto, y el restante 25% en localidades de su región de influencia (en un radio de 30 a 150 km de distancia de Río Cuarto).

La Especialización tiene una duración de 400 horas, divididas en 8 módulos, a lo largo de dos años. Los distintos módulos introducen a los docentes en conceptos de ciencias de la computación, ciudadanía digital, pensamiento computacional, programación y robótica. A la fecha se dictaron 5 módulos: (1) Herramientas de comunicación y colaboración, (2) Introducción a la Resolución de problemas, (3) Introducción a los Lenguajes de Programación, (4) Administración y Configuración de Software y Hardware, y (5) La Programación como Recurso Educativo. La evaluación de cada módulo estuvo centrada en las actividades de práctica áulica, generadas e implementadas en forma grupal por los docentes, a modo de actividad integradora en cada uno de ellos.

2.2 Test

Este trabajo presenta un estudio en el que se utilizan técnicas cuantitativas de recolección de datos, donde los efectos en el aprendizaje que se van a observar y analizar se estudian una vez que ya han ocurrido [7]. El estudio realizado utiliza un *post-test* sin grupo de control, lo que limita la capacidad de analizar cambios producidos en las habilidades de los docentes a partir de la formación recibida, aunque posibilita analizar las habilidades del Pensamiento Computacional de los docentes de primaria.

El test utilizado está basado en los *Problemas Bebras*, específicamente se utilizaron problemas del *Bebras Australia Computational Thinking Challenge 2018* [15]. Como se mencionó anteriormente, Bebras es una competencia internacional que tiene como objetivo promover el pensamiento computacional, entre estudiantes de todas las edades, con actividades de tipo “desconectadas”. La iniciativa Bebras es parte de una propuesta internacional, abierta y basada en la colaboración entre docentes. El proyecto posee una importante popularidad, ya que, actualmente participan más de 50 países. Los participantes generalmente son supervisados por maestros y el desafío se realiza en las escuelas usando computadoras o dispositivos móviles. Los problemas o desafíos no requieren conocimientos previos de programación o de Ciencias de la Computación, pero todos abordan estas temáticas, por ejemplo patrones, codificación, criptografía, árboles, entre otros.

Para construir el instrumento de evaluación, se seleccionaron y tradujeron al español, ocho problemas de complejidad media del *Bebras Australia Computational Thinking Challenge 2018*. Los problemas seleccionados plantean actividades que incluyen encontrar caminos -un camino y el mejor camino-, reconocer patrones, identificar y aplicar algoritmos, ordenar secuencias y utilizar razonamiento lógico. En el siguiente vínculo se encuentra disponible el test completo para su consulta, <https://drive.google.com/file/d/1uP66o5LCUdEnekITGFDDkcb-E0I5G7ad/view>. En la Tabla 1 se listan los problemas seleccionados y las habilidades del PC involucradas en los mismos, las cuales son:

- Descomposición: dividir los problemas en partes (sub-problemas).
- Reconocimiento de patrones: analizar los datos y buscar patrones para que cobren sentido dichos datos.

- Abstracción: eliminar detalles innecesarios y concentrar la atención en los datos importantes.
- Modelado y simulación: crear modelos o simulaciones para representar procesos.
- Algoritmos: crear una serie de pasos ordenados para resolver un problema.

Tabla 1. Problemas seleccionados y habilidades PC asociadas

Habilidad PC	Descomposición	Reconocimiento Patrones	Abstracción	Modelado y Simulación	Algoritmos
Problema					
1 Camino a Casa	x	x	x		x
2 El Bailarín	x	x	x		x
3 Torneo de Castores	x		x		x
4 Espadas y Escudos	x		x	x	x
5 Ciudad Redonda	x		x	x	x
6 Pulseras	x	x	x		x
7 Ferrocarril	x		x	x	x
8 Caramelos	x		x		x

Las actividades en formato papel fueron entregadas a los docentes en el aula, para ser resueltas en 40 minutos. Se utilizó esta modalidad, a diferencia de los Bebras Contest que se realizan frente a computadoras.

Es importante resaltar que los docentes se enfrentaron por primera vez a un desafío con problemas en este formato. Es decir, las actividades de los distintos módulos de la especialización no utilizaron *Problemas Bebras*, pero si se desarrollaron otros tipos de actividades que implican las habilidades incluidas en los problemas seleccionados.

3 Resultados

Se encuentra que los docentes respondieron correctamente un 73,5% del total de los problemas del test. Con una *media* de 6 respuestas correctas por individuo. Cabe destacar que la *mediana* y la *moda* coinciden con el valor de la *media*. Aproximadamente, un tercio de los docentes está por encima de la media y una cantidad similar por debajo de la misma. En la Tabla 2 se puede apreciar el porcentaje de respuestas correctas discriminadas por problema.

Tabla 2. *Porcentaje Respuestas Correctas*

Problema	Correctas
1 - Camino a Casa	100,0%
2 - El Bailarín	29,0%
3 - Torneo de Castores	96,0%
4 - Espadas y Escudos	58,0%
5 - Ciudad Redonda	79,0%
6 - Pulseras	66,5%
7 - Ferrocarril	96,0%
8 - Caramelos	62,5%

Los mejores resultados se observaron en los problemas asociados a *encontrar un camino*. Aunque, se observa una leve disminución en la efectividad de resolución, en las actividades donde se debía encontrar *el mejor camino*. Es necesario indagar en las causas que motivan esta diferencia, que pueden ser numerosas y diversas, pero una de las posibilidades es que la mayoría de las respuestas incorrectas pueden deberse a una interpretación errónea de las consignas, a no identificar un dato relevante en el enunciado, o a dificultades relacionadas con las habilidades de abstracción.

Una posible explicación respecto de los resultados obtenidos en la resolución de los problemas 2 (El bailarín) y 4 (Espadas y Escudos), podría ser consecuencia de la realización de la actividad en papel. Esto generó una dificultad extra para los docentes evaluados en la resolución de este tipo de ejercicios *interactivos*, que no se vió en los desafíos de múltiple opción.

Se encontraron dos casos que presentan gran cantidad de respuestas incorrectas. No pudiendo, con la información disponible, dar cuenta de los factores que llevan a estos resultados. Considerando que las causas pueden ser múltiples, tales como, interpretación errónea de los enunciados, falta de comprensión de las consignas, o hasta desgano o falta de interés. Es necesario indagar con mayor profundidad para poder extraer conclusiones fundamentadas sobre estos casos.

Los resultados del test, mostrados en Tabla 3, arrojaron que los docentes, en promedio, resolvieron correctamente 6 de los 8 problemas que involucran habilidades relacionadas con *descomposición*, *abstracción* y *algoritmos*. En estas habilidades la *mediana* y la *moda* arrojan el mismo valor (6 respuestas correctas de un máximo posible de 8). Tomando el total de respuestas asociadas a estas tres habilidades, los docentes resolvieron correctamente el 73,5% de los problemas.

En cuanto a *abstracción*, se puede apreciar que la *media*, *mediana* y *moda* arrojan igual resultado: 2 respuestas correctas (de 3 posibles como máximo). Con un 65% de respuestas correctas en total. En el caso de *modelado* y *simulación*, se puede observar que los docentes respondieron en promedio 2 preguntas correctamente (de 3 posibles), pero la *media* y la *moda* es 3 (de 3 como máximo); y del total posible de respuestas respondieron correctamente el 73,5%

Tabla 3. *Respuestas Correctas por Habilidad del PC*

Respuestas correctas	Porcentaje Respuestas Correctas	Media (respuestas correctas p/docente)	Mediana (respuestas correctas p/docente)	Moda (respuestas correctas p/docente)
Habilidad PC				
Descomposición	73,5%	6	6	6
Reconocimiento Patrones	65%	2	2	2
Abstracción	73,5%	6	6	6
Modelado y Simulación	78%	2	3	3
Algoritmos	73,5%	6	6	6

4 Conclusiones y Trabajos Futuros

A partir del análisis de de las habilidades de Pensamiento Computacional en los docentes de primaria que actualmente cursan la *Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación*, se detecta que un alto porcentaje de los docentes, que realizaron las actividades de Bebras seleccionadas para el test, pudieron resolver problemas de complejidad media que implican el uso de habilidades del PC, tales como, abstracción, reconocimiento de patrones, modelos y simulación, algoritmos y descomposición.

Es necesario complementar estos resultados cuantitativos con otros métodos de tipo cualitativo para obtener una visión más amplia. En particular, se realizarán entrevistas a los docentes sobre los procesos involucrados en la resolución de los problemas. Como así también, se realizarán nuevas evaluaciones usando Problemas de Bebras de mayor complejidad, complementando y profundizando el seguimiento de las habilidades del PC a lo largo del dictado de la especialidad.

Los resultados de estas investigaciones intentan aportar al desarrollo de conocimientos sobre la formación continua de docentes de educación primara en las ciencias de la computación. Por otra parte, representan un avance de la investigación que se está desarrollando y se complementa con estudios de corte cualitativo, que incluye entrevistas a los docentes participantes, que se están llevando a cabo.

Asimismo, este trabajo aporta datos y conocimientos para el debate que se está dando en la actualidad en nuestro país, y en particular en nuestra provincia, en cuanto a la adecuación de las currículas para la inclusión de las ciencias de la computación y la programación en la escuela obligatoria.

Se pretende continuar evaluando las habilidades de Pensamiento Computacional, que poseen los docentes participantes en la especialización, con otras metodologías.

También se está trabajando en la evaluación de la inclusión del PC en las prácticas docentes y como las formaciones en el tema impactan en las mismas.

Por otra parte, se planifica incursionar en el análisis de las percepciones de los docentes de primaria con respecto a las Ciencias de la Computación, la programación y la robótica. Este análisis también pretende vislumbrar el aporte, en cuanto al cambio de las percepciones de los docentes, de distintas formaciones en Ciencias de la Computación, Pensamiento Computacional, Programación y Robótica que se están llevando a cabo.

Bibliografía

1. Aho, A. V. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832-835. doi: <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074>
2. Denning, P. J. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM*, 60(6), 33-39. doi: <https://doi.org/10.1145/2998438>
3. Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. doi: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
4. Churches, A. (2009) Taxonomía de Bloom para la era digital. *EduTEKA*. Consultado 10/01/19. Disponible en: <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/TaxonomiaBloomDigital>
5. M. Daniele, T. Quintero, F. Bavera, F. Buffarini, D. Solivellas, C. De Dominici (2019). Análisis de producciones de docentes de educación primaria con formación en didáctica de las ciencias de la computación. Aprobado y presentado en las Segundas Jornadas de Didáctica de la Programación, FAMAF, Universidad Nacional de Córdoba, 7 y 8 junio 2019.
6. F. Bavera, T. Quintero, M. Daniele, F. Buffarini (2019). Análisis de prácticas de docentes de educación primaria en el marco de una formación en pensamiento computacional. Aprobado para las 48° Jornadas Argentinas de Informática, SAEI-JAIIIO, Universidad Nacional de Salta, 16 al 20 de septiembre 2019.
7. Bernado, J. y Calderero, J.F. (2000). *Aprendo a investigar en educación*. Ediciones Rialp, Madrid, España.
8. Lockwood, James & Mooney, Aidan. (2018). Developing a Computational Thinking Test using Bebras problems. *Proceedings of the CC-TEL 2018 and TACKLE 2018*.
9. L. Gouws, K. Bradshaw, and P. Wentworth. (2013). In First year student performance in a test for computational thinking. In *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference*. ACM.
10. V. Dagiene and G. Stupuriene. (2016). In *Bebras-a sustainable community building model for the concept based learning of informatics and computational thinking*. *Informatics in education*.
11. P. Hubwieser and A. Mhling. (2014). In *Playing PISA with bebras*. 9th workshop in primary and secondary computing education (wipsce).
12. P. Hubwieser and A. Mhling. (2015). In *Investigating the psychometric structure of Bebras contest: towards measuring computational thinking skills*. *Learning and teaching in computing and engineering (latice)*.
13. Jiri Vaicek. (2014). *Bebras informatics contest: criteria for good tasks revised*. In *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer.
14. Iniciativa Bebras. <https://www.bebas.org/>
15. Bebras Australia Computational Thinking Challenge 2018. Disponible en <https://www.bebas.edu.au/wp-content/uploads/2019/02/Bebras-2018-Solution-Guide.pdf>