La programación como herramienta educativa es más que sólo programar: un caso de estudio

Pablo Espeso Tascón, Valle Flores Lucas y Carmen Hernández Díez / Universidad de Valladolid, España / pespesot@gmail.com

Resumen: En *CompuEDU@UVa* llevamos desde 2011 trabajando en un modelo para el uso de la programación como herramienta educativa, en el que el aprendizaje es multidisciplinar y transversal entre diferentes materias y afecta también a aptitudes como la sociabilidad, la iniciativa o el pensamiento crítico. En el curso 2014-2015 desarrollamos un trabajo de investigación cuantitativo sobre el *CJP@UVa*, un taller extracurricular que iniciamos en 2013, con el objetivo de determinar las características del *Club* en aptitudes como razonamiento matemático y espacial, habilidades verbales, y capacidades de atención y concentración. Los resultados confirman habilidades muy elevadas en el momento inicial y mejoras significativas y notables en otras aptitudes, sobre todo en las verbales, tras participar en el programa de intervención educativa.

Palabras clave: Pensamiento Computacional; Programación; Ciencias de la Computación; Enseñanza Primaria; Enseñanza Secundaria;

1. Objetivos o propósitos:

La introducción de las nuevas tecnologías a colegios y escuelas de todo el mundo ha traído consigo diferentes preguntas alrededor de este proceso: principalmente, el por qué y el cómo han de utilizarse tanto las herramientas como los servicios y funcionalidades asociadas a ellas.

Mientras la primera pregunta ha sido ya respondida por numerosos estudios con las conclusiones de que sí, las nuevas tecnologías pueden conllevar una significativa mejora al proceso educativo (Sáez López, Román González, & Vázquez Cano, 2016), desde *CompuEDU@UVa* tratamos de indagar en las respuestas al cómo. Más concretamente cómo han de ser las propuestas metodológicas y formativas en la enseñanza de la programación en el entorno educativo formal.

Desde 2011 hemos puesto en marcha diferentes actividades, talleres y propuestas prácticas para acercar la programación al público joven, y que tienen en el *Club de Jóvenes Programadores* de la Universidad de Valladolid (*CJP@UVa*) el principal foco de atención. Se trata de un taller experimental, de periodicidad semanal y 3 horas/semana, en el que una muestra de unos 30 participantes de entre 7 y 15 años practican la programación.

Durante el curso 2014-2015 se elaboraron una serie de estudios basados en pruebas y tests psicométricos. Sus objetivos son 1) conocer y caracterizar la muestra; y 2) comprobar la evolución de aptitudes tales como el razonamiento lógico, el pensamiento matemático y la capacidad de atención y concentración, todo esto a partir de la intervención del *CJP@UVa* basada en la práctica de la programación.

2. Marco teórico:

La historia de la programación como herramienta educativa comienza en los años 60 con el lenguaje LOGO (Feurzeig, 1969), que durante las décadas posteriores supuso la semilla inicial en el uso de la creación de código en las instituciones educativas. En los años 70, 80 y 90 se produjo notable material científico que ya por entonces indicó los beneficios de la programación (Clements, 1987), incluyendo el Pensamiento Computacional desarrollado por Papert en Mindstorms (Papert, 1980) que, desde entonces, ha sido la gran respuesta al por qué debemos enseñar programación a niños y jóvenes pre-universitarios.

En los años 90 y 00, y tomando a LOGO como base, surgieron nuevos programas y herramientas tales como Alice o Scratch, orientadas a la enseñanza de la programación en el ámbito escolar. A ellas se unieron iniciativas y entidades como Code.org o GirlsWhoCode para promover un movimiento a favor de la programación entre los más jóvenes, con el objetivo de inculcar la enseñanza de esta materia entre el público escolar.

Con el crecimiento en el uso de las herramientas de programación educativa en los últimos años (Sorva, Karavirta, & Malmi, 2013), los diferentes planes de estudio y los primeros currículos que la incluyen disponen de una perspectiva cerrada y muy orientada única y exclusivamente al aprendizaje de la programación per sé, y no a los beneficios que estas herramientas pueden incorporar de otras áreas o materias del conocimiento (Brown, Sentance, Crick, & Humphreys, 2014).

En los últimos años se han elaborado propuestas basadas en la programación informática para obtener beneficios en áreas como Ciencias, Historia, Lenguaje y sobre todo Matemáticas (Calao, Moreno León, Correa, & Robles, 2015), si bien el principal campo de estudio trata de asociar estos conocimientos con el Pensamiento Computacional y sus características: abstracción y automatización (Wing, 2006).

Nuestra experiencia en el *CJP@UVa* se basa en una metodología de enseñanza de la programación que tiene una visión abierta y diferente respecto de las clases

más tradicionales y habituales en la educación tanto formal como extracurricular en España. El espacio donde sucede es amplio y diáfano, con grandes mesas con espacio para entre 4 y 6 participantes para que estos puedan compartir, discutir y debatir los proyectos que realizan.

No existe una planificación de las actividades, ni una imposición por parte del equipo de monitores sobre qué han de desarrollar. Todo lo contrario, se ofrecen unas directrices muy generales que proponen una idea de proyecto a realizar, para que cada uno de los participantes defina los detalles de la parte visual y de la interfaz, así como los algoritmos que resuelvan el proyecto. A mayores también se proponen los días de "Proyecto Libre" en los que el equipo de monitores no aporta las directrices iniciales y permite que los participantes elijan de inicio a fin cuál será su proyecto y cómo implementarlo.

Los proyectos que se realizan tienen temáticas que tratan conceptos de materias como Ciencias, Matemáticas o Lenguaje, todos ellos con la programación en común. Además, también se han implantado actividades de Inteligencia Emocional con el objetivo de promover la sociabilidad entre los participantes.

Si bien la herramienta de uso más común en el *CJP@UVa* es el lenguaje Scratch, los participantes pueden elegir qué software o programa utilizar. De este modo, también hay grupos trabajando con Arduino, Python o AppInventor, de forma continuada o puntual.

3. Metodología:

Dada la naturaleza de los participantes y las actividades a realizar, para realizar esta investigación se propuso un esquema de diseño cuasi experimental y cuantitativo, con tres fases de desarrollo (pretest, postest y seguimiento), con la intervención del *CJP@UVa* entre las dos primeras y los meses de descanso vacacional entre las dos últimas. La muestra inicial al momento de comenzar la investigación sobre el *CJP@UVa* fue de 31 participantes, con edades comprendidas entre 7 y 14 años.

En la Figura 1 se muestran el número de participantes en cada fase y sus principales estadísticos descriptivos. Es importante mencionar que los participantes comenzaron a asistir al *CJP@UVa* en diferentes momentos, con lo que tienen diferentes niveles de experiencia tanto en el *Club* como en el uso de herramientas de programación.

Tabla 1: estadísticos descriptivos de la muestra de participantes

	N	Muerte muestral	X	S_x	Rango	IC 95%
Pretest (16/Feb.)	31	–	10,71	1,847	[7-14]	[10,03-11,39]
Postest (18/May.)	25	19,35%	10,84	1,864	[7-15]	[10,07-11,61]
Seguimiento (19/Oct.)	20	35,48%	11,05	1,820	[8-14]	[10,20-11,90]

Como herramientas de obtención de datos se han utilizado dos tests psicométricos:

- Test de Aptitudes Mentales Primarias, PMA (Departamento de I+D de TEA Ediciones, S.A., 1996): presentado con el objetivo de determinar "un perfil de las principales dimensiones o aptitudes mentales primarias de la conducta cognoscitiva", constando de cinco subpruebas capaces de detectar cinco factores (*Factor V* de comprensión verbal, *Factor E* de concepción espacial, *Factor R* de razonamiento, *Factor N* de cálculo numérico, y *Factor F* de fluidez verbal) de forma aislada.
- Test d2, test de Atención (Brickenkamp, 2004): para ofrecer "una medida concisa de la atención selectiva y la concentración mental", y más concretamente para "atender selectivamente a ciertos aspectos relevantes de una tarea mientras se ignoran los irrelevantes y, además, hacerlo de forma rápida y precisa". Se trata de una única prueba que determina un conjunto de variables, entre las que cabe destacar *TOT*, o efectividad total de la prueba, y *CON*, índice de concentración de la prueba.

Ambos tests se aplicaron en las tres fases de la investigación y sus resultados se muestran en el Apartado 4 de este documento.

El programa que se aplicó a la muestra de participantes se basa en sesiones del CJP@UVa, cuyo funcionamiento y metodología se describe en el Apartado 2, siendo un total de 13 sesiones (39 horas) en las que se realizaron diferentes proyectos y propuestas de programación durante el taller.

4. Discusión de los datos, evidencias, objetos o materiales:

Para esta investigación se realizaron análisis pertenecientes a la estadística tanto descriptiva como inferencial, que nos permite definir las características de la muestra de participantes y determinar el nivel de significación en el caso de que éste exista. Teniendo en cuenta las características de la muestra, se han utilizado

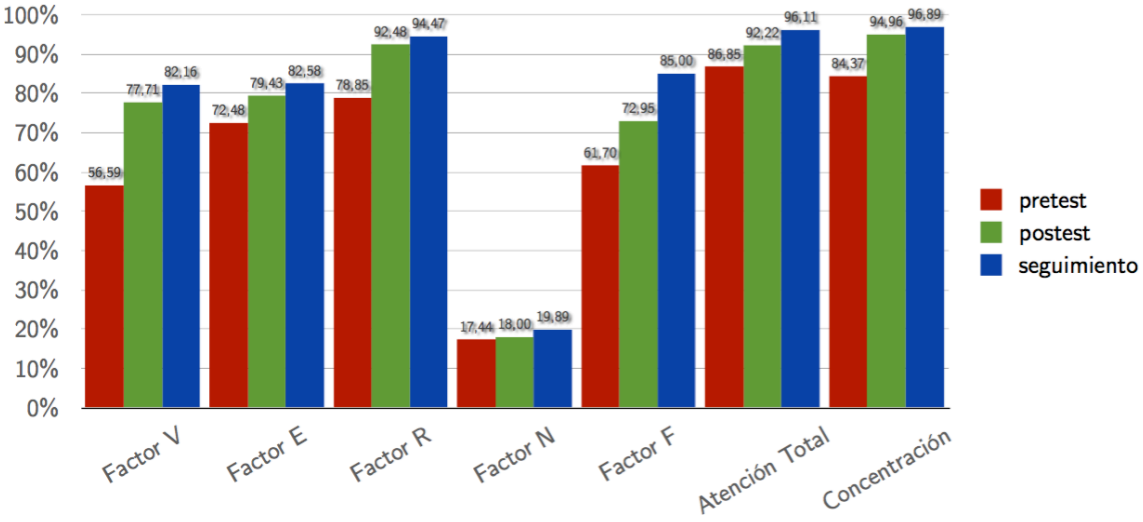
pruebas no paramétricas como la Prueba de Wilcoxon para determinar las diferencias significativas entre dos muestras relacionadas.

De este modo, en la Tabla 2 se muestran los principales estadísticos descriptivos de las variables contempladas, para cada una de las tres fases, mientras que en la Figura 1 se proporciona el histograma que muestra la evolución de las variables de los tests en cada una de las fases.

Tabla 2: estadísticos descriptivos de las variables de los tests

		Rango	X	S_x
Factor V	Pre	[4,97]	56,590	28,958
	Pos	[25,99]	77,710	23,072
	Seg	[10,99]	82,160	23,688
Factor E	Pre	[18,97]	72,480	22,304
	Pos	[10,99]	79,430	26,076
	Seg	[1,99]	82,580	28,145
Factor R	Pre	[15,99]	78,850	20,341
	Pos	[70,99]	92,480	8,109
	Seg	[60,99]	94,470	10,063
Factor N	Pre	[1,70]	17,440	17,096
	Pos	[1,50]	18,000	13,939
	Seg	[1,70]	19,890	17,754
Factor F	Pre	[11,99]	61,700	31,514
	Pos	[11,99]	72,950	28,481
	Seg	[11,99]	85,000	21,590
Atención total	Pre	[54,99]	86,850	15,639
	Pos	[54,99]	92,220	13,122
	Seg	[39,99]	96,110	9,018
Concentración	Pre	[40,99]	84,370	16,844
	Pos	[55,99]	94,960	9,460
	Seg	[65,99]	96,890	7,781

Figura 1: histograma con la evolución en las variables de los tests



Por su parte, en la Tabla 3 se detalla el nivel de significación de la Prueba de Wilcoxon en cada variable, en cada par de fases de investigación.

Tabla 3: nivel de significación en la Prueba de Wilcoxon, por pares de fases
Nota: (* p<0,05; ** p<0,01)

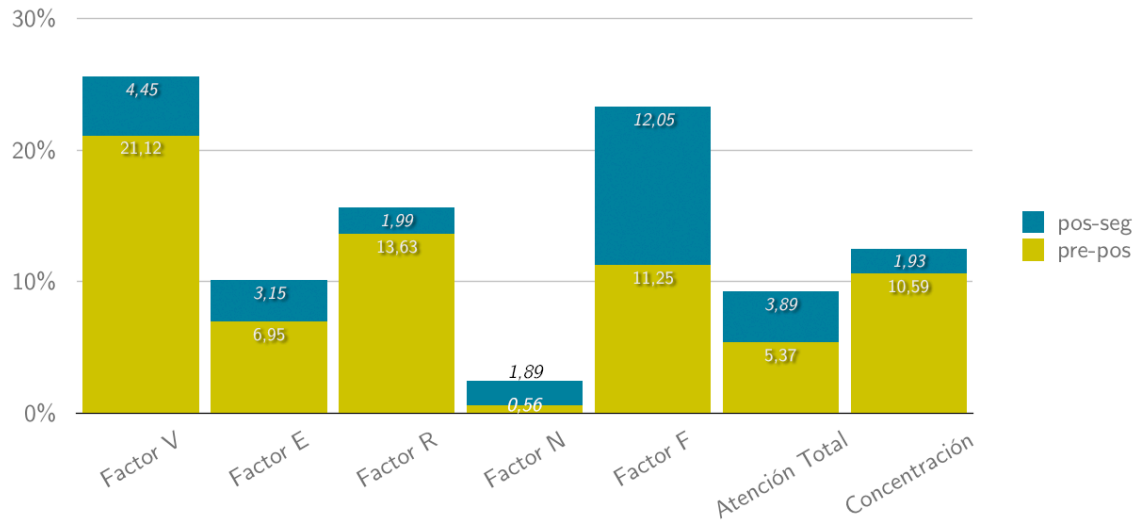
	Pre-Pos	Pos-Seg	Pre-Seg
Factor V	0,002 **	0,130	0,000 **
Factor E	0,047 *	0,789	0,103
Factor R	0,001 **	0,021 *	0,011 *
Factor N	0,400	0,561	0,615
Factor F	0,037 *	0,017 *	0,003 **
Atenc. Total	0,005 **	0,018 **	0,003 **
Concentración	0,000 **	0,018 *	0,001 **

5. Resultados y/o conclusiones:

Como resultados de este trabajo de investigación caben destacar, en primer lugar, que todas las variables han incrementado su valor en las tres fases de estudio, en mayor o menor medida. Teniendo en cuenta sólo las fases extremas (pretest y seguimiento) con el objetivo de determinar la permeabilidad de la actividad en el largo plazo tras el descanso vacacional (sin intervención), los incrementos han resultado significativos en 5 de las 7 variables contempladas (71,43% de los casos).

En segundo lugar, existen variables que obtienen crecimientos mayores que otras. Así son los casos de *Factor V* (+25,750) y *Factor F* (+23,300), ambas relacionadas con aspectos verbales, mientras que *Factor E*, *Factor R*, *Atención Total* y *Concentración* parten de percentiles muy elevados en el pretest (72,480, 78,850, 86,850 y 84,370 respectivamente) y, por tanto, su margen de crecimiento es menor al de las demás. La Figura 2 se han representado en una gráfica de barras las mejoras obtenidas en los percentiles en todas las variables de la investigación.

Figura 2: mejoras obtenidas en los percentiles de cada variable
(en % de incremento respecto del pretest)



Caso aparte es la variable *Factor N*, relativa al cálculo numérico, que apenas obtiene crecimiento. Esto puede ser debido a la naturaleza de la prueba, basada en determinar si la suma de varios factores es correcta o incorrecta, y que está muy alejada de la didáctica de las matemáticas en la actualidad.

Con estos resultados podemos concluir que la muestra de participantes que asistieron al *CJP@UVa* en el curso 2014-2015 mejora significativamente en las variables relacionadas con el lenguaje verbal (*Factor V* y *Factor F*), algo que podría estar motivado por la metodología planteada en el taller. También son representativos los valores en los percentiles en el resto de variables, elevados en el momento inicial y, a pesar de ello, con crecimientos significativos en las siguientes fases.

Por último, también cabe destacar los resultados de las pruebas del test de atención d2, que arrojaron resultados que además de obtener crecimientos significativos entre pretest y seguimiento, ofrecieron percentiles elevados y

superiores al 96% en la última fase de medición. Tanto la metodología como las herramientas de programación y tecnología utilizadas en el *CJP@UVa* podrían ser causantes de ello, si bien nuestro objetivo es ahondar en esta hipótesis en futuras líneas de investigación.

6. Contribuciones y significación científica de este trabajo:

Nuestro trabajo en *CompuEDU@UVa* consiste en explorar las diferentes herramientas de programación y tecnología aplicables a la educación, con el objetivo de determinar cuáles son sus mejores usos y posibilidades para emplearlas en el contexto práctico de colegios, escuelas y otras instituciones.

El trabajo que venimos desarrollando desde 2013 en el *CJP@UVa* está dirigido en este sentido, y el primer paso para afianzar el modelo de enseñanza que proponemos es conocer los participantes que forman parte de esta actividad.

Si bien es cierto que aún no podemos confirmar con total certeza que las actividades desarrolladas en el *Club* sean la razón exclusiva por las que los participantes desarrollan las características reseñadas en este trabajo, entendemos que la investigación realizada ofrece resultados positivos y esperanzadores al modelo que planteamos para la enseñanza de la programación.

Con todo esto, y teniendo en cuenta la necesidad cada vez mayor de incorporar actividades en el aula, defendemos que nuestro modelo es un interesante punto de partida que va más allá de la enseñanza exclusiva de la programación, con una vertiente transversal entre diferentes áreas y materias y con una nueva área de didáctica que está entreviéndose como imprescindible de cara a los próximos años: la *Didáctica de la Computación*.

7. Bibliografía:

Brickenkamp, R. (2004). *Test d2, test de Atención* (2ª ed.). Madrid, Madrid, España: TEA Ediciones, S.A.

Brown, N., Sentance, S., Crick, T., & Humphreys, S. (2014). Restart: The resurgence of computer science in UK schools. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE) , 14* (2), 9.

Calao, L., Moreno León, J., Correa, H., & Robles, G. (2015). Developing Mathematical Thinking with Scratch. *Design for Teaching and Learning in a Networked World* , 17-27.

Clements, D. (1987). Longitudinal Study of the Effects of Logo Programming on Cognitive Abilities and Achievement . *Journal of Educational Computing Research , 3* (1), 73-94.

Departamento de I+D de TEA Ediciones, S.A. (1996). *Test de Aptitudes Mentales Primaria, PMA.* Madrid, Madrid, España: TEA Ediciones.

Feurzeig, W. (1969). Programming-Languages as a Conceptual Framework for Teaching Mathematics. *Final Report on the First Fifteen Months of the LOGO Project* .

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas.* Basic Books.

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.

Sorva, J., Karavirta, V., & Malmi, L. (2013). A review of generic program visualization systems for introductory programming education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE) , 13* (4), 15.

Wing, J. (2006). Computational thinking . *Communications of the ACM , 49* (3), 33-35.