

MOOC: Computational Thinking (applied) for teachers

Inés Friss de Kereki, Dr. Ing.¹

¹Universidad ORT Uruguay, Uruguay, kereki_i@ort.edu.uy

Abstract– Computational thinking (CT) is a fundamental skill and has taken a growing and prominent role in the school curriculum. We present a MOOC (Massive Open Online Course) on CT for K-12 teachers.

It is a joint initiative of Universidad ORT Uruguay and Plan CEIBAL. In the 1st edition (October 2017) participated more than 850 teachers, and the completion rate was 17.84%. In an anonymous survey, more than 94% expressed that the course meet/exceed expectations.

Keywords- Computational Thinking, Teacher training, MOOC

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.26>
ISBN: 978-0-9993443-1-6
ISSN: 2414-6390

MOOC: Pensamiento Computacional (aplicado) para docentes

Inés Friss de Kereki, Dr. Ing.¹

¹Universidad ORT Uruguay, Uruguay, kereki_i@ort.edu.uy

Abstract– El pensamiento computacional (PC) es una habilidad esencial, con rol creciente y destacado en el currículo escolar. Presentamos un MOOC (Massive Open Online Course: curso masivo abierto y en línea) sobre PC para docentes de enseñanza primaria y media. Es una iniciativa conjunta de Universidad ORT Uruguay-Plan CEIBAL. En la 1a. edición (fines de 2017) hubo más de 850 docentes, con tasa de compleción de 17.84%. En una encuesta anónima, más de 94% expresaron que el curso cubrió/superó expectativas.

Keywords- Pensamiento Computacional, formación docente, MOOC

I. INTRODUCCIÓN

En 2007 el gobierno de la República Oriental del Uruguay creó el Proyecto “CEIBAL” (Conectividad Educativa de Informática Básica para el aprendizaje en Línea). Su finalidad es realizar estudios, evaluaciones y acciones necesarias para que se de a cada niño y maestro de escuela pública un computador portátil, capacitar a los docentes en el uso de dicha herramienta y promover la elaboración de propuestas educativas acordes con las mismas [1].

Desde su implementación, cada niño que ingresa al sistema educativo público en todo el país accede a una computadora para su uso personal con conexión a Internet gratuita desde el centro educativo. Además, Plan Ceibal provee un conjunto de programas, recursos educativos y capacitación [2].

En el marco del Plan, en 2013 se creó el Laboratorio de Contenidos Digitales (LabTeD) para la enseñanza de Robótica, Programación y Modelado 3D. Brinda también cursos de formación con acompañamiento permanente a docentes y estudiantes. LabTeD toma como marco conceptual el pensamiento computacional (PC), o sea, utilizar el pensamiento lógico para identificar, simplificar y resolver problemas complejos [3].

El PC es una habilidad fundamental para todos e involucra resolución de problemas y un conjunto de herramientas [4]. “Es una habilidad que tienen que aprender todos los estudiantes para estar listos para participar efectivamente en el mundo digital” [5]. Tiene influencias en casi todas las disciplinas y está cambiando la forma en que pensamos [6].

El PC está cada vez más presente en el currículo escolar [5][7][8][9]. La introducción del PC en la educación requiere medidas para preparar a los docentes [7]. Puede ser un desafío para los profesores y el entrenamiento y apoyo es vital [9].

Es en este contexto que la Universidad ORT Uruguay desarrolló en 2017 para Plan CEIBAL un MOOC (Massive

Open Online Course: Curso masivo abierto en línea) sobre la temática específica de Pensamiento Computacional dirigido a docentes, tanto de enseñanza primaria como media y puesto a disposición a través de la plataforma CREA 2 (Schoology) de CEIBAL.

La primera sesión del curso se realizó entre octubre-noviembre de 2017 y participaron más de 850 docentes de enseñanza primaria y media de todo el país, con un alto porcentaje de satisfacción con el curso.

El formato de este artículo es el siguiente. En la sección II se describen los MOOCs. En la sección III se profundiza en Pensamiento Computacional y se analizan varios MOOCs sobre el tema. En la sección IV se presenta nuestra propuesta de MOOC de PC dirigida a docentes y con fuerte enfoque práctico. Finalmente, en la sección V se brindan resultados de la primera edición y en la sección VI se ofrecen conclusiones y trabajo futuro.

II. CURSOS MASIVOS EN LÍNEA

Un MOOC es un curso en línea, masivo y abierto, que utiliza una variedad de recursos como, por ejemplo, videos. Permite a los estudiantes acceder a contenido académico de alta calidad y la participación flexible de gran número de ellos a través de tecnologías en línea que evita la necesidad de encontrarse físicamente en un mismo lugar en un mismo tiempo [10].

Los MOOCs han emergido como una innovación educativa con el potencial de incrementar el acceso y mejorar la calidad de la educación [11]. El relativo crecimiento reciente de los MOOCs se debe, entre otras razones, probablemente a que el ancho de banda requerido para la visualización de videos ha mejorado, así como las mejoras en las tecnologías web y avances en las plataformas [12].

Hay varias sugerencias a tener en cuenta cuando se diseña un MOOC. Típicamente los cursos tienen una estructura semanal, pero permiten también acceder a los recursos y ejercicios al propio ritmo [10]. Button [13] señala que la duración recomendada es de unas cuatro semanas.

Además, Button [13] también recomienda que los videos sean de pocos minutos y que sean atractivos, sugerencias igualmente presentadas por Alario et al [14], quienes señalan además combinar distintos elementos en los videos, tales como capturas digitales, presentaciones y animaciones. Guo et al [15] indican que los videos donde se usan dibujos son más atrapantes que los que solamente muestran presentaciones. Asimismo, aquellos videos donde los profesores hablan rápido y con entusiasmo son más motivantes [15].

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.26>
ISBN: 978-0-9993443-1-6
ISSN: 2414-6390

La plataforma elegida (incluida la estructura y operación) también debe ser tenida en cuenta ya que juega un papel importante en la determinación de las características, alcance y accesibilidad de los MOOCs [11], aspectos también remarcados por Alario et al [14].

Para el diseño instruccional, o sea, el diseño general y estructura del MOOC, incluyendo el empleo de herramientas y recursos, enfoques pedagógicos, evaluación y oportunidades de retroalimentación [11], se deben tener en cuenta todas las recomendaciones para realizar MOOCs presentadas previamente.

III. PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

El pensamiento computacional es una habilidad fundamental para todos, no solamente para los especialistas en computación [4]. Se puede ver como la habilidad de usar conceptos de ciencias de la computación para formular y resolver problemas [9]. Tiene influencia en todos los campos [16].

El PC involucra procesos de abstracción, descomposición, reconocimiento de patrones, generalización y diseño de algoritmos [5]. Para Brennan y Resnick [17] el PC incluye dimensiones de conceptos computacionales (conceptos usados cuando se programa tales como secuencia y decisión), de prácticas computacionales (prácticas desarrolladas cuando se programa como prueba y depuración) y perspectivas (las perspectivas que se forman los diseñadores acerca del mundo y de ellos mismos, ejemplos: cuestionar, conectar).

En forma más amplia, el PC es un proceso de resolución de problemas que incluye entre otros: formular problemas en una forma que habilite usar una computadora u otras herramientas para resolverlo, organizar lógicamente datos y analizarlos, representar datos a través de abstracciones como modelos y simulaciones, automatizar soluciones a través de algoritmos, generalizar y transferir el proceso de resolución de problemas a una amplia variedad de problemas e identificar, analizar e implementar posibles soluciones para alcanzar la combinación más efectiva y eficiente de pasos y recursos [18]. Permite a los alumnos manejar problemas, partarlos en problemas resolubles y diseñar algoritmos para resolverlos [5].

El interés por incluir PC en todos los niveles de educación se ha ampliado [9]. Antes, las áreas de ciencias de la computación y PC estaban más vinculadas a los programas educativos de los últimos años de enseñanza media, pero ahora abarca todos los niveles [19]. Dicha introducción en los currículos de los distintos niveles educativos hace que se cree una demanda por herramientas que permitan la formación profesional continua [7].

El desarrollo profesional de los profesores es fundamental [8]. Como refieren Good y Yadav [20], muchas veces a los docentes no le son familiares con los conceptos de PC. Incluir el pensamiento computacional en la enseñanza primaria y media requiere preparar a los docentes para apoyar la comprensión de los estudiantes de conceptos de pensamiento

computacional y su aplicación a cada área temática [21]. Como señala Denning [22], la adopción del PC ocurrirá al hacer ofertas educativas que ayuden a las personas a aprender a ser más efectivas en sus propios dominios a través de la computación.

Hay varios sitios con actividades que fomentan el PC y que son aplicables a diversos niveles educativos. Entre ellos, podemos citar las presentadas en Bebras [23], que incluyen un amplio repertorio, muy detallado y con posibilidades de aplicación en cursos para niños y jóvenes. Code.org [24] también incluye múltiples materiales. CSUnplugged brinda muchas actividades educativas lúdicas orientadas a una formación en ciencias de la computación, sin el requisito de aprender programación primero [25]. También en [26] hay disponibles variadas experiencias de aprendizaje aplicadas a distintas áreas del conocimiento.

En relación a formato MOOC, hay disponibles varios de esta temática. Entre ellos, podemos citar en inglés: Code101x Think. Create. Code (Pensar, Crear, Codificar) [27]. Este curso está focalizado en entender y aplicar PC. Utiliza el lenguaje Processing, que permite crear gráficos, animaciones y animaciones interactivas. Presenta temas como “dividir un problema” o “reconocer patrones”, vinculándolo directamente a la programación.

El curso 6.00-2x [28] si bien se titula “Introduction to Computational Thinking and Data Science” (Introducción al Pensamiento Computacional y Ciencia de los datos), incluye programar en Python y trata temas avanzados tales como problemas de Grafos y de Programación Dinámica.

También en inglés, Google [29] ofrece gratuitamente el curso “Computational Thinking for Educators” (Pensamiento Computacional para educadores). El curso está dividido en definir que es PC, analizar varios algoritmos, encontrar patrones y desarrollar algoritmos. Si bien el curso es sumamente interesante, muchos de los ejemplos que presenta son, a nuestro entender, de complejidad alta (por ejemplo los vinculados a genómica o compresión de imágenes).

En español, está disponible el curso “Pensamiento Computacional en la Escuela”, en la plataforma Miriada-X [30]. Consta de dos partes, en la primera se presentan las ideas sobre PC y su aplicación en varios casos. En la segunda parte, se implementan varios ejemplos en Scratch [31]. Está dirigido a docentes. Aunque el curso promueve una reflexión profunda acerca de los conceptos de pensamiento computacional, el contenido en video puede ser poco atractivo pues son presentaciones de imágenes con voz de fondo. La parte de Programación, está desarrollada con el enfoque de mostrar el problema resuelto y luego dividirlo en partes para analizarlo. En el análisis de resultados del curso no se detalla la evaluación ni se brindan datos sobre compleción [32].

En resumen, el PC está tomando cada vez mayor importancia y se hace necesario brindar la mayor cantidad posible de herramientas para los docentes. Si bien existen varios recursos, gran parte de ellos está en inglés y muchos

tienen relativa complejidad. Parece ser de interés ampliar el repertorio de materiales en español, con formato MOOC y con enfoque fundamentalmente práctico y aplicable a niveles de enseñanza primaria y media.

IV. NUESTRA PROPUESTA

Este MOOC dirigido a docentes tiene como ejes los conceptos fundamentales del PC. Para su diseño instruccional, se tuvieron en cuenta las recomendaciones presentadas. Dura 4 semanas y está dividido en 4 unidades. La primera unidad corresponde a “Abstracción”, la segunda está relacionada a “Descomposición de Problemas”, la tercera trata de “Reconocimiento de Patrones”, y en última unidad se presenta “Algoritmos” y también “Evaluación”. No hay requerimientos previos para tomar este curso.

Para la evaluación, se incluyen cuestionarios múltiple opción en cada unidad. Como el objetivo es fomentar el aprendizaje, se decidió que los cuestionarios se puedan realizar múltiples veces, con la intención de mejorar los propios resultados. Para aprobar el curso se requiere 60% de los puntos.

En cada unidad, se presentan inicialmente los conceptos teóricos y luego múltiples actividades (cada una en un video) para aplicar esos conceptos a casos concretos. Se trata de 8-10 videos cortos por unidad, con una duración de 2 a 5 minutos en su mayoría. En los videos se incluyeron varias animaciones, con el objetivo de facilitar la comprensión de los ejemplos y hacer más dinámico el curso. También está disponible la transcripción a PDF de cada video.

Debido a características actuales de la plataforma requerida, que no permite el trabajo en pares, no se incluyeron actividades de ese tipo. Se incluyeron varios foros: “social”, “problemas técnicos” y uno específico en cada unidad.

Como ejemplos de las actividades presentadas en los videos relacionadas a abstracción, en las figuras 1 y 2 (Fig. 1 y Fig. 2) se muestran imágenes de dos de ellas.

En la primera se trata de representar animales. Para ello, se lleva un conjunto de círculos, cuadrados, triángulos, rectángulos y óvalos de colores y tamaños diferentes y se pide que se diseñen figuras reconocibles de animales. Como máximo, en cada figura, se pueden utilizar hasta 5 elementos. Cada estudiante crea sus diseños y otro debe identificarlos. Como cierre de la actividad, se propone analizar que, por ejemplo, para dibujar un gato, hay que saber que tiene como características destacadas la cola, nariz triangular y orejas en punta. Esas son características relevantes. No se tiene que saber que maúlla alto o bajo o que le gusta el pescado para dibujarlo. Se toman las características importantes, para que luzca como gato y poder dibujarlo. Se enfatiza así el concepto de abstracción.

En la Fig. 2 se muestra la actividad denominada “Objetos”. Consiste en llevar a la clase varios objetos de uso corriente, en una bolsa no transparente. Algunos objetos podrían ser: una engrapadora, un destapador, un cepillo de dientes. Cada

grupo de 2-3 estudiantes toma un objeto sin que lo vean los demás grupos y describe en texto sus características principales en una hoja. Luego se intercambian las descripciones y cada grupo, a partir de la lectura de la descripción, debe poder descubrir el objeto original. Como cierre de la actividad, se analiza el proceso: de cada objeto se seleccionaron las características importantes, abstrayendo lo fundamental.

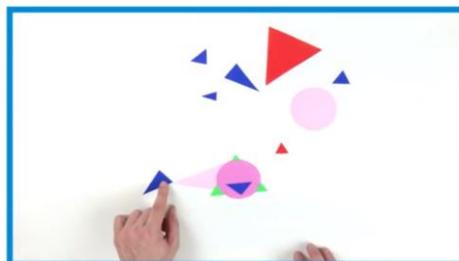


Fig. 1 Actividad de abstracción: construir animales



Fig. 2 Actividad de abstracción: describir objetos

Vinculado a “Descomposición de problemas”, una de las actividades presentadas es el “Juego de las Bolitas” [33]. Este juego tiene 4 bolitas o palitos de un color, 4 de otro color diferente y un bloque de madera con 9 agujeros alineados como guía (Ver Fig. 3). Inicialmente, las bolitas del mismo color están puestas en los extremos, dejando el centro vacío.

El objetivo es invertir las bolitas, esto es, si estaban a la izquierda todas las azules y a la derecha las verdes, deben quedar a la derecha todas las azules y a la izquierda las verdes. Los movimientos permitidos son: a) avanzar una posición una bolita a un lugar vacío adyacente, ó b) saltar una posición sobre una bolita del color contrario a una posición vacía.

En clase, se reparte un juego a cada equipo de 3 ó 4 estudiantes, se detallan las reglas y se les pide que lo resuelvan. Este proceso es observado por el docente y se toma nota de qué es lo que hacen los estudiantes. Se observa así que algunos estudiantes lo resuelven, otros detectan que no entendieron las reglas y abandonan, y algunos han generado ideas nuevas para nuevos problemas a partir del original.

Como cierre y conclusión del juego, se discuten las observaciones realizadas y se anotan en el pizarrón las recomendaciones hacia la resolución de problemas, que combinan y resumen como principales puntos: entender el objetivo, entender las reglas, evaluar alternativas (como por

ejemplo: simplificar, analogías, ensayo y error), resolver el problema, y verificar.



Fig. 3 Actividad de descomposición de problemas: “Juego de las Bolitas”

Una actividad relacionada a “Reconocimiento de patrones” se presenta en la Fig. 4 (Ver Fig. 4). Para esta actividad se requiere conocimiento básico de Scratch [31]. Se quiere dibujar una colcha de retazos similar a la de la imagen (Ver Fig. 4) a través de un programa en Scratch.

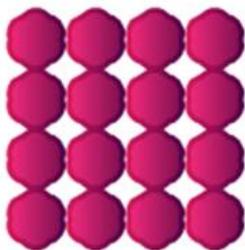


Fig. 4 Reconocimiento de Patrones: dibujo de una colcha en Scratch

Se recomienda pensar en primera instancia cómo se podría resolver. Hay que encontrar un posible patrón. Podría ser por filas, y dentro de cada fila, dibujar un retazo. Otra alternativa sería por columnas, y en cada una de ellas, dibujar un retazo. Con estas primeras ideas, se propone revisar 4 programas realizados en Scratch [31] y determinar cuál sería una solución posible. Se muestran en la Fig. 5 dos de ellos, en particular, el primero correcto y el segundo incorrecto.



Fig. 5 Reconocimiento de Patrones: algoritmos para analizar

Dentro de la unidad de Algoritmos, una de las actividades presentadas es una simulación del conocido juego “Spinner”.

Un “Spinner”, en su versión más común, es un sencillo dispositivo de plástico (u otro material), que se sostiene en la mano, tiene tres puntas y rota a gran velocidad sobre un eje central. La simulación es realizada con App Inventor [34], y se ilustra en la Fig. 6 (Ver Fig. 6). Se discute y describe paso a paso el algoritmo y se muestran todos los elementos necesarios para poder construir efectivamente la aplicación (“app”) para dispositivos móviles.

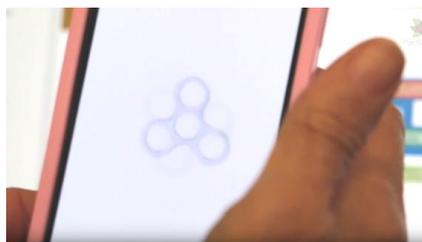


Fig. 6 Algoritmo: Creación de una “app” para el juego del “Spinner”

En suma, en el curso se incluyen variadas actividades, con enfoque netamente práctico y de aplicación directa en cursos tanto de nivel primario como medio.

V. RESULTADOS

La compleción es el porcentaje de personas que completaron el MOOC sobre las que se inscribieron [11]. Como señalan Zheng et al [35], hay variedad de concepciones sobre que es “terminar un MOOC”. Citan por ejemplo, que para algunos estudiantes consiste en “hacer todo”, esto es, ver todos los videos, completar todas las tareas y recibir un certificado, mientras que para otros terminarlo implica haber logrado su objetivo de aprendizaje o ganar experiencia en un área particular.

En este caso, consideramos como “culminar” responder los cuestionarios y aprobar, o sea, hacer todos los cuestionarios y obtener la aprobación (60% o más de los puntos de cada uno de los cuestionarios). En la primera edición (realizada entre octubre y noviembre de 2017), el curso tuvo 852 inscripciones. La compleción fue de 17.84%, pues 152 personas culminaron el curso (ver Tabla 1). Los resultados son superiores a los tradicionales de MOOCs. Si bien no hay consenso en el valor de compleción general de MOOCs, en general dicho valor es bajo [36]. Por ejemplo, es 5% para Button [13], según [10] la tasa de compleción de MOOCs es menor al 10% y para Onah et al [37] el valor promedio es 13%.

Además, se realizó una encuesta anónima al final del curso, en la que se obtuvieron 268 respuestas. El curso cumplió/superó las expectativas de los participantes en 94.78%: 71 casos (26.49%) indicaron que superó y 183 (68.29%) indicaron que cumplió sus expectativas. También, una amplia mayoría (98.13%) indicó que lo recomendaría: 223 respuestas (83.21%) indicaron que “Sí, lo recomendaría” y 40 respuestas (14.92%) que “Sí, probablemente”. La duración del

curso fue percibida como adecuada en 237 respuestas (88.43%).

TABLA I
RESULTADOS DE LA PRIMERA EDICIÓN (OCT/NOV 2017)

	Cantidad	%
Total de Inscritos	852	-
Completaron satisfactoriamente el curso	152	17.84%
Completaron encuesta al final del curso	268	31.46%
¿El curso cumplió/superó las expectativas?	Sí: 254 en 268 respuestas	94.78%
¿Lo recomendaría?	Sí: 263 en 268 respuestas	98.13%
¿La duración es adecuada?	Sí: 237 en 268 respuestas	88.43%

Ante la pregunta de “¿Qué esperas obtener de este curso? (indicar todas las que correspondan)”, la principal respuesta elegida fue “Aprender cosas nuevas” (98.51%) (Fig. 7). “Aprobar el curso” no fue indicado como prioridad por una amplia mayoría.

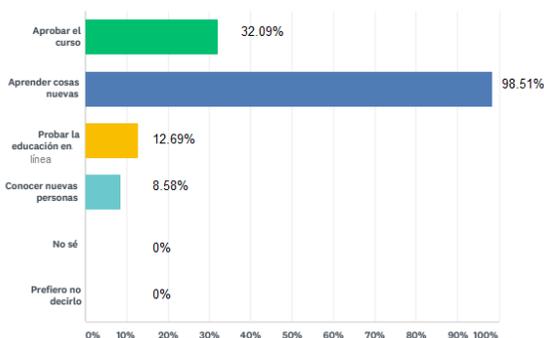


Fig. 7 ¿Qué esperas obtener de este curso?

Como respuesta a la pregunta de “¿Cuáles son los elementos más valiosos? (indicar todos los que correspondan)”, fueron destacadas las lecciones en video (87.69%) y los recursos en PDF (63.43%). (Fig. 8).

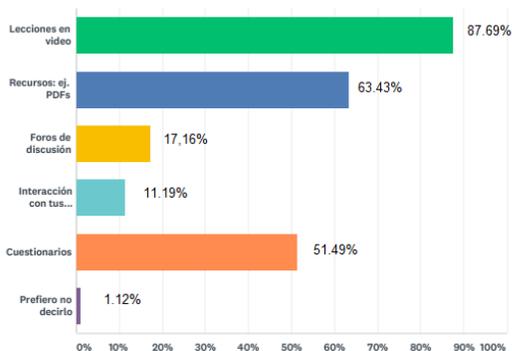


Fig. 8 Elementos más valiosos

El ritmo del curso fue evaluado como correcto (91.80%) en la amplia mayoría de las respuestas (ver Fig. 9) así como la dificultad, evaluada como “correcta” en 78.74% (ver Fig. 10).

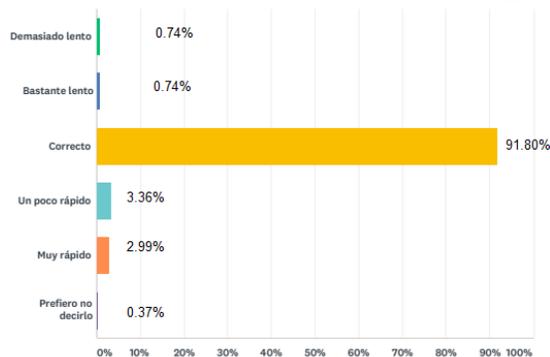


Fig. 9 Ritmo del curso

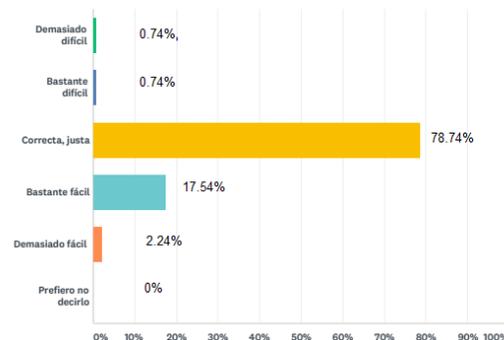


Fig. 10 Dificultad del curso

En 36.57% de las respuestas, se indicó que antes de comenzar el curso, “no sabía nada del tema Pensamiento Computacional” y 49.63% refirió que conocía “algo, con poca experiencia en Pensamiento Computacional” (Fig. 11).

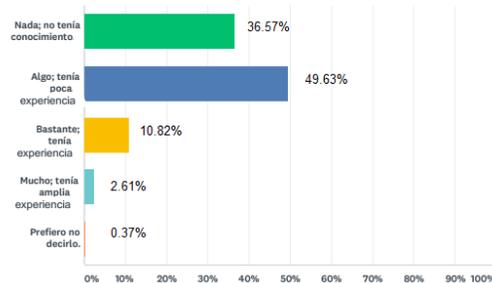


Fig. 11 Antes de comenzar, ¿cuánto sabías de Pensamiento Computacional?

En relación a datos demográficos, la mayoría de las repuestas fueron de mujeres (77.99%) (Fig. 12).

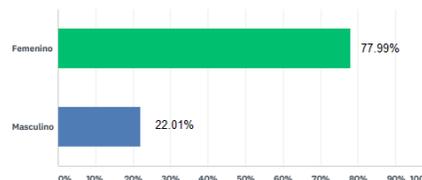


Fig. 12 Demografía: género

La dedicación horaria al curso fue, en su mayoría, de 2-3 horas por semana (42.16%), menos de 2 horas semanales (21.27%) y 4-5 horas (20.91%) (Fig. 13).

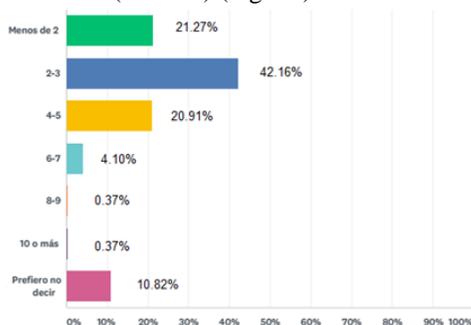


Fig. 13 Dedicación semanal en horas al curso

Es interesante destacar que algo más de la mitad de los encuestados indicaron ya haber tomado cursos en formato “MOOC” (Fig. 14).

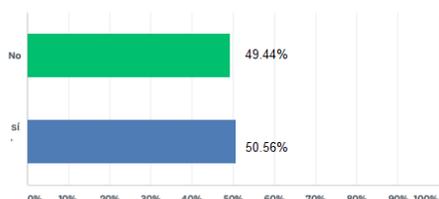


Fig. 14 ¿Ya habías tomado algún curso en formato MOOC?

Algunas opiniones formuladas por los participantes son: ”Muy bueno y los materiales totalmente utilizables en la práctica”, “Me pareció un muy buen curso sobre todo por las ideas de actividades para trabajar en clase.”, “Me encantaron las propuestas prácticas. Me pareció un curso muy ágil y aterrizado que nos permite tener un lenguaje común”, “El curso lo considero muy práctico y aplicable a mis alumnos”, “Se tuvo en cuenta todas las formas de aprender y las presentaciones atienden este aspecto”, y “Llevan a replantearse las prácticas de clase”.

Si bien el uso de los foros fue incentivado a través de consignas concretas para reflexionar, discutir, proponer o responder, la participación en ellos fue muy baja: en total, entre todos los foros hubo 798 comentarios, considerando más de 850 inscriptos. Esta situación de baja participación actualmente en foros en MOOCs es reportada también por Shah [38].

En resumen, analizando las encuestas anónimas, que consideran variados aspectos tales como cumplimiento de expectativas, recursos, nivel de complejidad, ritmo y duración, entre otros, y teniendo en cuenta además el relativamente alto grado de completación, se desprende gran conformidad con el MOOC.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este trabajo se presenta un MOOC sobre la temática de PC. Fue diseñado tomando en cuenta fundamentalmente un enfoque práctico y de aplicación directa en las clases de nivel

primario y medio de manera de colaborar en el acercamiento de los docentes en forma guiada y rápida a los principales conceptos de PC y su utilización.

A partir de las encuestas, se observa un alto grado de cumplimiento de expectativas con el curso (94.78%). Los resultados de completación (17.84%) también son relativamente altos, en comparación con los resultados tradicionales de MOOCs.

En futuras ediciones, se plantea analizar la posibilidad de incluir alguna modalidad de trabajo entre pares, considerando actualizaciones de la plataforma o por fuera de ella, para fomentar otras formas de aprendizaje y colaboración.

Si bien el énfasis elegido fue el práctico, a partir de sugerencias de los docentes expresadas en las encuestas, para futuras ediciones se planea incluir más fundamentos acerca de la importancia del trabajo con pensamiento computacional.

También se propone incluir un banco de recursos en formato “wiki” con ejercicios para trabajar en clase en distintas áreas temáticas y niveles, en base a propuestas de los propios docentes participantes.

REFERENCIAS

- [1] IMPO, <http://www.impo.com.uy/bases/decretos/144-2007/1>
- [2] Plan CEIBAL, <http://www.ceibal.edu.uy/es/institucional>
- [3] LABTED, <http://www.ceibal.edu.uy/es/labted>
- [4] Wing, J., “Computational thinking”. Communications of the ACM, Vol. 49, No. 3, Marzo 2006
- [5] P. Kemp, “Computing in the national curriculum: a guide for secondary teachers”. Computing at School. UK, 2014
- [6] A. Bundy, “Computational thinking is pervasive”, Journal of Scientific and Practical Computing, Vol 1, No 2, 2007
- [7] S. Bocconi, A. Chiocciariello, G. Dettori, A. Ferrari, y K. Engelhardt, “Developing computational thinking in compulsory education. Implication for policy and practice”, DOI: 10.2791/792158, 2016
- [8] CSTA Standards Task Force, “[INTERIM] CSTA K–12 COMPUTER SCIENCE STANDARDS REVISED 2016”, https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/Docs/Standards/2016StandardsRevision/INTERIM_StandardsFINAL_07222.pdf, 2016
- [9] European Commission ET 2020 Working Group on Digital Skills and Competences, “Coding and computational thinking on the curriculum”, https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/2016-pla-coding-computational-thinking_en.pdf. Helsinki, 2016
- [10] Universities UK, “Massive open online courses. Higher education’s digital moment?”, <http://www.universitiesuk.ac.uk/policy-and-analysis/reports/Documents/2013/massive-open-online-courses.pdf>. Mayo 2013
- [11] Commonwealth of Learning, “Guidelines for Quality Assurance and Accreditation of MOOCs”, http://oasis.col.org/bitstream/handle/11599/2362/2016__Guidelines-QAA-MOOCs.pdf?sequence=6&isAllowed=y, Canadá, 2016
- [12] W. Siever, “Leveraging MOOCs”, Consortium for Computing Sciences in Colleges, 2014
- [13] K. Button, “10 Lessons learned from Moocs”, Education Dive, <http://www.educationdive.com/news/10-lessons-learned-frommoocs/306113/>, 2014
- [14] C. Alario Hoyos, M. Pérez-Sanagustín, C. Delgado, y P. J. Muñoz-Merino, “Recommendations for the design and deployment of MOOCs: insights about the MOOC digital education of the future deployed in MiríadaX”, TEEM '14, Salamanca, España, 2014

- [15] P. J. Guo, J. Kim, y R. Rubin, "How video production affects student engagement: an empirical study of MOOC videos", L@S '14 Proceedings of the first ACM conference on Learning @ scale conference, USA, 2014
- [16] J. Wing [2], "Computational thinking and thinking about computing". Phil. Trans. of Royal Society, 366, 3717-3725, 2008
- [17] K. Brennan y M. Resnick, "New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking", American Educational Research Association meeting (AERA) 2012, Canadá, 2012
- [18] CSTA (Computer Science Teachers Association), "Computational Thinking Flyer: Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education", <https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/CompThinkingFlyer.pdf>
- [19] K. Falkner, R. Vivian y N. Falkner, "Teaching Computational Thinking in K-6: the CSER Digital Technologies MOOC", Proc of the 17th Australasian Comp. Education Conference, Sydney, Australia, 2015
- [20] J. Good., A. Yadav y P. Mishra, "Computational Thinking in Computer Science Classrooms: Viewpoints from CS Educators", SITE 2017 Conference, San Antonio, USA, 2017
- [21] A. Yadav, C. Stephenson y H. Hong, "Computational Thinking for Teacher Education", Communications of the ACM, Vol 60, N. 4, Abril 2017
- [22] P. Denning, "Remaining Trouble Spots with Computational Thinking", Communications of the ACM, Vol. 60 No. 6, 33-39, 2017
- [23] Bebras, International Challenge on Informatics and Computational Thinking, <http://bebras.org/>
- [24] Code.org, <https://studio.code.org/courses>
- [25] Computer Science Unplugged, <http://csunplugged.org/>
- [26] CSTA(2) Computer Science Teachers Association, "Computational thinking teacher resources 2nd edition". https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/472.11CTTeacherResources_2ed.pdf
- [27] AdelaideX, MOOC Code 101x Think, Create, Code, <https://courses.edx.org/courses/course-v1:AdelaideX+Code101x+1T2017/course/>
- [28] MITx, MOOC 6.00.2x Introduction to Computational Thinking and Data Science", https://courses.edx.org/courses/course-v1:MITx+6.00.2x_7+1T2017/course/
- [29] Google, MOOC Computational Thinking for Educators, <https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com>
- [30] Univ. del País Vasco, MOOC Pensamiento Computacional en la Escuela, <https://miriadax.net/web/pensamiento-computacional-en-la-escuela-2ed/inicio>
- [31] Scratch, scratch.mit.edu
- [32] X. Basogain, M. Olabe Basogain y J. Olabe Basogain, "Pensamiento Computacional a través de la Programación: paradigma de aprendizaje", RED-Revista de Educación a Distancia, 46(6), DOI: 10.6018/red/46/6. <http://www.um.es/ead/red/46/Basogain.pdf>, 2015
- [33] I. Kereki, "Incorporación de "Kinesthetic Learning Activities" al curso de Programación I: uso y resultados", CLEI 2009 http://fi.ort.edu.uy/innovaportal/file/5553/1/55531_1.pdf, 2009
- [34] AppInventor, appinventor.mit.edu
- [35] S. Zheng, M. Rosson, P. Shih, y J. Carroll, "Understanding student motivation, behaviors, and perceptions in MOOCs", CSCW 2015, 1882-1895, Canadá, 2015
- [36] T. Liu y X. Li, "Finding out Reasons for Low Completion in MOOC Environment: An Explicable Approach Using Hybrid Data Mining Methods", 2017 International Conference on Modern Education and Information Technology (MEIT 2017), China, 2017
- [37] D. F. Onah, J. Sinclair, y R. Boyatt, "Dropout rates of massive open online courses : behavioural patterns", Procs . of 6th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona, España, 2014
- [38] D. Shah, 6" Biggest MOOC Trends of 2016", <https://www.class-central.com/report/biggest-mooc-trends-2016/>, 2016