

## **Pensando Computacionalmente: ¿Cómo, Cuándo y Dónde? y... ¿Quiénes?**

**M. Rosas, M. Zuñiga, J. Fernández, R. Guerrero**

Laboratorio de Computación Gráfica - Dpto. de Informática - FCFMyN

Universidad Nacional de San Luis

Ejército de los Andes 950 (San Luis)

{mvrosas, mezuniga, jmfer, rag}@unsl.edu.ar

### **Marco Teórico**

En 1996, Jeannette Wing introduce al Pensamiento Computacional (PC) como una manera de resolver problemas y entender el comportamiento humano valiéndose de conceptos fundamentales de las ciencias de la computación. Así, *“El Pensamiento Computacional consiste en la resolución de problemas desarrollando habilidades asociadas a conceptos fundamentales de la informática...”*, agregando que *“...esas son habilidades útiles para todo el mundo, no sólo para los científicos de la computación”*. Wing asegura que *“el pensamiento computacional es algo que inevitablemente está invadiendo las demás disciplinas. No sólo científicos de la computación hacen uso de este tipo de pensamiento, dado que permite abordar y resolver problemas de distintas formas útiles. Esta es una habilidad que resulta muy útil para la sociedad actual, que constantemente debe lidiar con problemas de manipulación y organización de gran cantidad de datos.”* [1,2].

En los últimos años, el avance teórico acerca del PC ha sido importante. Numerosos autores resaltan la importancia de promover su desarrollo desde edades muy tempranas, considerando que esto favorece significativamente las habilidades de los estudiantes para enfrentar y resolver problemas de diversa índole (académicas, personales, sociales, entre otros) y reforzar el razonamiento lógico y analítico [3, 4, 5]. Actualmente, en Argentina se están implementando iniciativas que se concentran principalmente en el nivel primario y medio.

De hecho, el Consejo Federal de Educación de la Nación a través de la Resolución N° 263/15 declaró de importancia estratégica la enseñanza de la programación en todas las escuelas durante la escolaridad obligatoria. Así mismo, desde la Fundación Sadosky se apuesta a que *“la formación del PC representa una actitud aplicable universalmente y un conjunto de habilidades requeridas actualmente por todos, incluyendo estudiantes y científicos de casi cualquier otra disciplina”* [6]. Por lo tanto, el impacto de estas propuestas en las aulas universitarias recién se podrían evidenciar y analizar fehacientemente en la próxima década. En este contexto, se considera que es el momento apropiado para que desde la universidad se planteen acciones que promocionen prácticas de desarrollo del PC para la resolución de problemas no sólo a docentes de nivel primario y medio, o a estudiantes universitarios que siguen carreras de formación docente, sino también a estudiantes universitarios de distintas disciplinas CTIM. Las disciplinas CTIM (siglas en español para STEM -Sciences, Technologies, Engineering, and Mathematics)<sup>1</sup> en su definición más amplia que incluyen a disciplinas de las ciencias básicas como la matemática y también aquellas vinculadas a las ciencias sociales como la psicología [7, 8]. La interacción existente entre la informática y otras áreas del conocimiento da soporte a lo anteriormente planteado, y por lo tanto, establece la necesidad de introducir conocimientos computacionales fundamentales

<sup>1</sup> Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM).<http://stemdegreeelist.com/>

durante la formación profesional, cualquiera sea el campo de acción. Los conocimientos computacionales se han transformado en elementos imprescindibles para el desarrollo y avance de la ciencia, incluso en ciencias que hasta hace pocos años era casi impensado dicha intervención, como por ejemplo en las ciencias sociales.

El PC involucra un conjunto de habilidades cognitivas claves que se deben desarrollar. Algunos autores formulan que aunque la mayoría de estas habilidades no hayan formado parte de propuestas educativas formales e intencionales que las promuevan de alguna manera, ya “*se piensa computacionalmente*”. La utilización de diferentes recursos tecnológicos logra en los sujetos cierta experticia y el desarrollo de procesos de pensamientos que se basan en el PC para la resolución de problemas cotidianos. Por este motivo, la universidad puede proporcionar prácticas y actividades planificadas intencionalmente para estimular el PC generando la posibilidad de transformar a los usuarios desde el rol de usuarios consumidores a usuarios creadores de tecnologías.

Por otro lado, las competencias que se reconocen como propias del PC se desprenden de cuatro pilares fundamentales: *la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y algoritmia*. De los cuatro nombrados es importante destacar que la abstracción es indispensable y posee una valoración especial en todas las actividades computacionales que se realizan. En particular para los estudiantes universitarios, la capacidad de pensar en diferentes niveles de abstracción constituye uno de los requisitos generales y una de las habilidades más difícil de potenciar, requiriendo de un tiempo considerable de ejercitación. Por lo tanto, se puede suponer que la estimulación del PC en los estudiantes desde el inicio de su formación de grado influya positivamente en el dominio de todas aquellas habilidades (incluida la abstracción) que enriquecen el proceso de construcción de su profesionalidad, ya sea que

su disciplina académica primaria pertenezca o no a la computación.

Una definición operacional del PC lo relaciona con el conjunto de procesos de pensamiento implicados en la definición de problemas y la representación de sus soluciones, de manera que dichas soluciones pueden ser efectivamente ejecutadas por un agente de procesamiento de información (humano, computadora, combinación de ambos) [9, 10]. De esta manera, durante el proceso de resolver un problema, se pone en juego el PC cuando:

- Se descompone el mismo en pequeños subproblemas; denominado proceso de **Descomposición**. El mismo consiste en dividir un problema complejo (situación o tarea) en subproblemas más pequeños y manejables cuyas soluciones combinadas proveen la solución al problema general.

- Se centra la atención en las características más importantes; denominado proceso de **Abstracción**. Se pretende captar la esencia del problema filtrando las características no fundamentales y conservando los rasgos más relevantes, para luego crear una representación o modelo simplificado del mismo.

- Se utiliza el conocimiento de problemas similares resueltos con anterioridad; denominado proceso de **Reconocimiento de Patrones**. Consiste en encontrar similitudes o patrones de un problema (o subproblema) complejo con otro similar ya analizado y resuelto efectivamente. Mientras más patrones se reconozcan, más fácil y rápida será la tarea general de resolver problemas.

- Se elabora un plan de acción a ejecutar, denominado **Algoritmo**. Consiste en un conjunto de instrucciones claras y precisas, que se identifican y se planifican en un determinado orden para la resolución a un problema.

## Descripción de la experiencia

La experiencia docente descrita en este trabajo surge de una de las iniciativas planteadas en la definición del proyecto de investigación “Estrategias para la Mejora de la Enseñanza de la Programación a Alumnos Ingresantes de las carreras de Ciencias e

Ingeniería” de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales (FCFMyN) de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL) [11, 12]. En ese contexto y en concordancia con los objetivos de dicho proyecto se diseñó y desarrolló un taller denominado *Pensando Computacionalmente: ¿Cómo, Cuándo y Dónde? y... ¿Quiénes?* en el marco del IV Congreso Latinoamericano de Arte, Educación, Comunicación y Discursos en las instalaciones de la UNSL del 1 al 4 de agosto del 2017. El mismo estaba destinado a docentes de distintos niveles educativos y alumnos de carreras de formación docente (preferentemente carreras no vinculadas a la disciplina de Ciencias de la Computación). Si bien se esperaba una gran asistencia al taller debido a la ausencia de requisitos de exclusión, las características del lugar y la metodología a trabajar obligaron a establecer un cupo máximo de 20 participantes. Del total de asistentes, el 70% fueron jóvenes, y un 80% corresponde a mujeres.

Ninguno de los participantes estaba vinculado al área de la computación, perteneciendo la gran mayoría a las ciencias sociales y matemáticas. Los asistentes expresaron al comienzo del taller que no tenían experiencia en programación ni conocimientos previos acerca del PC.

El taller se implementó en una modalidad basada en el aprendizaje por descubrimiento a través de la cual se pretendía que a partir de las diferentes actividades los participantes fueran revelando los conceptos teóricos involucrados. El taller fue concebido como “unplugged” debido a que durante la clase no se iba a contar con suficientes computadoras para todos los participantes [13]. Es decir, no se utilizaría la computadora ni ningún dispositivo similar para la resolución de las distintas actividades propuestas. Esto último refuerza el hecho de que no es necesario utilizar dispositivos tecnológicos para desarrollar el pensamiento computacional.

Los contenidos del taller estaban centrados en las nociones básicas del PC y su posibilidad de aplicación para la resolución de problemas en dominios independientes de la informática. El

propósito era mostrar a los asistentes que las competencias del PC no son exclusivamente para expertos en computación o alumnos de áreas vinculadas a la informática. Toda persona, en forma implícita y a diario da solución a situaciones cotidianas de forma natural valiéndose de conceptos propios del PC.

Los contenidos que se abordaron fueron:

- Identificación de los 4 pilares del PC en el proceso de resolución de un problema: descomponer el problema, reconocer patrones (del problema o subproblemas) con otros similares, usar la abstracción para generalizar y descartar datos irrelevantes; basándose en esto último, crear y ejecutar un algoritmo para la solución efectiva.
- Reconocimiento y ejercitación en las tareas de descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones y algoritmia, como pilares fundamentales del PC para favorecer la resolución de problemas.
- Definición teórica y operacional del PC con el propósito de dar un significado a la temática abordada a partir de dos puntos de vista diferentes.
- El PC y su abordaje en distintas disciplinas.

A continuación se describe lo planificado para cada día del taller.

### **DIA 1**

#### **Actividad 1: “Introducción al PC”**

La primera actividad consistió en que los participantes completaran un cuestionario simple que incluía las cuatro preguntas que motivaron el nombre seleccionado para el taller (dicho cuestionario se repetía como parte de la actividad de cierre). Las preguntas estuvieron planteadas con respecto a: **¿Cómo** aplicar el PC para la resolución de un problema general y cotidiano? **¿Cuándo y Dónde** se está utilizando el PC para resolver problemas? y **¿Quiénes** pueden utilizar y desarrollar el PC para la resolución un problema?

Posteriormente, a partir de dos propuestas (*Emoji personalizado* y *Reconstruyendo el*

PC) se pretendía que los participantes descubran e identifiquen los conceptos principales del PC que se irían afianzando a medida que se vaya avanzando en las demás actividades propuestas. Algunas actividades se basan en las clases *unplugged* disponibles en [code.org](https://code.org)<sup>2</sup>.

### Emoji personalizado

**Objetivo:** que el participante del taller pueda resolver un problema a través del trabajo en equipo aplicando 4 de los pilares del PC.

**Materiales:** 1 sobre por equipo conteniendo un catálogo con 4 emojis que se deben armar y un conjunto de partes de emojis que permitirán armar cada uno de los incluidos en el catálogo y el personalizado que deben crear. El catálogo está formado por 4 emojis: Ofeliz, Ususto, 2Kenojado y Atriste (ver Figura 1).

Catálogo de Emojis

	Este es el emoji <b>Ofeliz</b> , debido a que su cara tiene forma de O y sus otras características demuestran que está feliz.
	Este es el emoji <b>Ususto</b> , debido a que su cara tiene forma de U y sus otras características demuestran susto.
	Este es el emoji <b>2Kenojado</b> , debido a que su cara tiene forma de 2K y sus otras características demuestran enojo.
	Este es el emoji <b>Atriste</b> , debido a que su cara tiene forma de A y sus otras características demuestran tristeza.

Figura 1

Hoja y lápiz para elaborar el algoritmo para armar el emoji personalizado.

### Tareas:

Separados en grupos de no más de 3 integrantes. Los alumnos debían:

- Armar cada emoji del catálogo dado utilizando las partes correspondientes a cada uno que se darán todas por separado (ver Figura 2). (**Descomposición**)
- Identificar las partes que tienen en común todos los emojis (cara, ojos y boca). (**Reconocimiento de patrones y Abstracción**)
- Armar un nuevo emoji combinando a elección las partes de los emojis del catálogo

<sup>2</sup> <https://code.org/curriculum/unplugged>

y agregando algún accesorio de la lista dada (lágrima, corazón, lengua o lentes).

Partes de los emojis

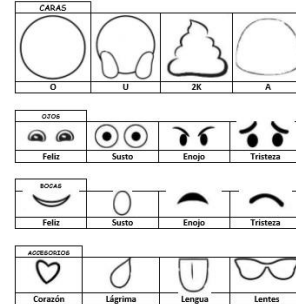


Figura 2

- Crear un conjunto de tareas para armar el emoji personalizado, tener en cuenta que se debe intercambiar con otro grupo y debe permitir al otro grupo obtener el nuevo emoji. (**Algoritmo**)

### Reconstruyendo el PC

**Objetivo:** que el participante del taller pueda identificar y nombrar adecuadamente cada pilar del PC.

**Materiales:** 1 sobre conteniendo las fichas que permitan armar el rompecabezas de los pilares del PC (ver Figura 3).

### Tareas:

Separados en los mismos grupos que para la tarea anterior, armar el rompecabezas para conseguir identificar cada pilar con las tareas que se fueron realizando en la propuesta anterior.

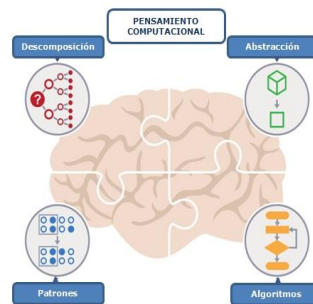


Figura 3

### Actividad 2: “Reconociendo los 4 pilares del PC”

En grupo, se trabajó en buscar y reconocer los distintos pilares del PC que se fueron aplicando en la resolución de “problemas”

cotidianos. Por ejemplo: Dibujar un animal, Ver una película en la televisión, Escribir un email, etc.

**Objetivo:** que el participante del taller pueda reconocer qué/cuáles pilar/es se están aplicando en cada resolución y analizar cada resultado planteado.

**Materiales:** una copia del problema y su solución

**Tareas:**

El problema de **dibujar un gato**, puede ser realizado con la siguiente secuencia de tareas:

1. Dibujar la cabeza
2. Dibujar el cuerpo
3. Dibujar las patas
4. Dibujar la cola
5. Dibujar el pelaje

Se desea dibujar un tigre y un puma, ¿se pueden utilizar subtareas del problema de dibujar el gato realizado anteriormente?

Si como parte del conjunto de animales a dibujar se incluye un loro y una tortuga, ¿identificamos nuevas subtareas que debo agregar a la actividad anterior? ¿Alguna subtarea podría no estar en la nueva solución?

Finalmente, como tarea para comenzar al día siguiente se pidió reconocer “problemas” en las acciones cotidianas e identificar los distintos pilares del PC que se podían aplicar en la resolución de dichos problemas.

## DIA 2

### **Actividad 3: “4 pilares para sostener la resolución de un problema”**

**Objetivo:** que el participante del taller pueda reconocer qué/cuáles pilar/es se están aplicando en cada resolución y analizar cada resultado planteado.

**Materiales:** pizarra, fibrón o tiza, hoja y lápiz

**Tareas:**

Luego de repasar los conceptos trabajados el día anterior, se enumeraron en la pizarra los problemas pensados desde la tarea final del día anterior.

**“Dividir para conquistar”**

A partir de la elección de uno de los problemas que se habían enumerado se realizó la descomposición del mismo en varios subproblemas, como método para encontrar más fácilmente una solución. Por ejemplo, realizar una comida siguiendo una receta de cocina, una planificación de un viaje, una coreografía de un baile, una operación matemática o el dibujo de un paisaje, entre otros.

**“No reinventar la rueda”**

El reconocimiento de patrones permite la reutilización de soluciones a problemas con características similares. Identificar cuáles soluciones pueden reutilizarse con el fin de ahorrar tiempo y esfuerzo. Por ejemplo, en el dibujo de un paisaje reutilizar el dibujo de los árboles en distintas medidas.

**“La abstracción es real”**

A partir de los problemas que se presentaron, incentivar a la creación de representaciones, modelos o ideas focalizando sólo en la información importante, ignorando detalles irrelevantes. Por ejemplo, al dibujar un árbol como parte de un paisaje tal vez no se necesite saber cómo las raíces crecen bajo tierra o cómo es el proceso de fotosíntesis de las plantas.

**“¿Qué problema!”**

A partir de problemas que se plantearon, guiar a la resolución de los mismos a partir de una secuencia de pasos. Finalmente, mostrar que varios algoritmos pueden llevar a encontrar la solución a un mismo problema. Por ejemplo, se puede conciliar el sueño ya sea si cuento ovejas o si en su lugar cuento conejos (ver Figura 4).



**Figura 4**



#### Actividad 4: “Cierre del taller”

**Objetivo:** que el participante del taller pueda reflexionar sobre la aplicabilidad del PC en los ámbitos académicos propios.

**Materiales:** cuestionario en papel

#### **Tareas:**

Los participantes debieron completar nuevamente el cuestionario realizado en la actividad de inicio. Luego, a modo de cierre y puesta en común, se realizó un panel de preguntas disparadoras que permitían reflexionar acerca del PC y sus cuatro pilares, como por ejemplo:

*¿Cuál de los pilares del PC reconoce como el más aplicado en sus actividades cotidianas?*

*¿Es posible percibir en otras disciplinas algunas de las habilidades del PC presentadas? ¿En cuáles?*

*¿Sería viable y beneficioso incorporar actividades planificadas aplicando el PC para ayudar a la comprensión de conceptos propios de otras disciplinas? ¿Por qué?*

#### Resultados de la experiencia

Como se mencionó en el apartado anterior un cuestionario simple permitió indagar las concepciones previas al taller y posteriores al mismo de los participantes sobre el PC y su aplicabilidad en la resolución de problemas de distinta índole. En este sentido, la realización del cuestionario en dos momentos diferentes, uno al inicio del taller (denominado **Pre taller**) y uno al final del mismo (denominado **Pos taller**), hizo posible observar si hubo cambios en las ideas de los participantes sobre los conceptos abordados.

El instrumento incluía las cuatro preguntas mencionadas en la **Actividad 1** de la sección anterior. Las mismas hacían referencia a **¿Cómo** aplicar el PC para la resolución de un problema general y cotidiano? **¿Cuándo** y **Dónde** se está utilizando el PC para resolver este tipo de problemas? y **¿Quiénes** pueden utilizar y desarrollar el PC como método al momento de resolver un problema?

A partir de las respuestas obtenidas por pregunta se puede destacar que:

- En relación al primer interrogante el 70% de las respuestas del cuestionario

**Pre taller** hacían referencia a aplicar el PC mediante procesos organizados de pensamientos, procesos lógicos, en base a secuencias y analizando datos. Mientras que en el cuestionario **Pos taller** las respuestas mencionaron a algunos o todos los pilares presentados en el taller como medio para la aplicación de PC en la resolución de problemas.

- Con respecto a la segunda pregunta, no hubo una diferencia marcada entre las respuestas del cuestionario **Pre taller** y las del **Pos taller**. En general las respuestas estaban orientadas a aplicarlo en todo momento en el que se plantee una nueva situación problemática.
- En relación con la pregunta *¿dónde se está utilizando el PC para resolver este tipo de problemas?* en el cuestionario **Pre taller** las respuestas mencionaron al ámbito educativo como único lugar de aplicación. Mientras que en el **Pos taller** las respuestas en su totalidad argumentaron que se puede aplicar en cualquier entorno.
- Finalmente, en lo que respecta a *¿quiénes?* las opiniones previas señalaban fundamentalmente a personas que se desempeñan en un contexto netamente informático y también a quienes enseñan y aprenden contenidos relacionados a la tecnología. Esta concepción se vio fuertemente modificada en las respuestas posteriores al taller, ya que la totalidad de participantes indicaron que todas las personas pueden utilizar y desarrollar el PC con el fin de resolver una situación problemática.

La implementación y ejecución de este taller en el espacio de la UNSL puede calificarse como positiva, debido a que fue el primer paso para presentar y mostrar la viabilidad de aplicar el PC para la resolución de problemas en diferentes disciplinas. La convocatoria a la participación de individuos de otras disciplinas, no condicionado a expertos en

computación, permitió enriquecer el conocimiento sobre los posibles campos de aplicación del PC. Así mismo, los participantes pudieron identificar cómo el PC está presente al resolver un problema, ya sea en el ámbito personal o laboral, a través de uno, varios o todos los pilares presentados.

Por otro lado, la propuesta necesita mejorar algunos puntos, principalmente en lo que respecta a las actividades planteadas. Por ejemplo, la actividad de cierre sería más provechosa con un conjunto de preguntas más enfocadas y precisas con respecto a la disciplina del participante. Adicionando una actividad extra que suponga la implementación concreta de un posible problema factible de resolver aplicando los 4 pilares del PC en el nivel educativo en que se desempeña en el caso de los docentes y en el caso de los estudiantes en formación su aplicabilidad en alguna materia de su plan de estudio. Por lo tanto, el espacio de cierre del taller podría haber sido más enriquecedor si se les hubiera otorgado más tiempo para plasmar en papel y formalmente una simple propuesta de inclusión del PC a la actividad propia de cada participante.

### Implicaciones de la experiencia

A partir de los resultados obtenidos del taller y teniendo en cuenta las repercusiones en cuanto al cambio de concepción registrado en los cuestionario Pre taller y Pos taller de los participantes, se podrían plantear diferentes acciones a llevar a cabo para mostrar la posibilidad de aplicación del PC en la resolución de problemas en distintos ámbitos.

Estos son:

- Reiterar el taller en otros congresos o espacios similares que se lleven a cabo en las instalaciones de la UNSL organizados por las distintas facultades.
- Diseñar y formalizar este taller como materia optativa para carreras de profesorado de distintas disciplinas. Adaptando las actividades a los distintos espacios curriculares donde será incluida como materia.

- Delinear y planificar un proyecto más amplio que incluya el desarrollo del PC en el primer año de distintas carreras de la UNSL, no necesariamente relacionadas a la Computación. El propósito es hacernos eco de lo citado en la primera sección acerca de los beneficios que la estimulación del PC aportaría a los estudiantes desde el inicio de su formación de grado, ya sea que su disciplina académica primaria pertenezca o no a la Computación.

### Bibliografía

- [1] Wing, J. “Computational Thinking and Thinking about Computing”. En *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, pp. 3717-3725. (2008).
- [2] Wing, J. “ViewPoint: Computational thinking”. *Communications of the ACM*, 49 (3), pp. 33–35. (2006).
- [3] Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. “El Pensamiento Computacional en la Enseñanza Obligatoria (Computhink) Implicaciones para la política y la práctica”. España: Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). (2017).
- [4] Linn, M., Aho, A., Blake, B., & Constable, R. “Report of a Workshop on the pedagogical aspects of Computational Thinking”. Washington, DC: The National Academies Press. (2011).
- [5] Linn, M., Aho, A., Blake, B., & Constable, R. “Report of a Workshop on the scope and nature of Computational Thinking”. Washington, D.C.: The National Academies Press. (2010).
- [6] Fundación Sadosky. “Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en las escuelas Argentinas”. Reporte de la Fundación Sadosky. p. 23 (2016).
- [7] Yadav, A., Stephenson, C., & Hong, H. “Computational Thinking for Teacher

Education”. *Remaining Trouble Spots with Computational Thinking*, pp. 55-62. (2017).

[8] Cuny, J., Snyder, L., & Wing, J. “Demystifying computational thinking for non-computer scientists”. Obtenido de <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf> (2010).

[9] Aho, A. “Computation and Computational Thinking”. *The Computer Journal*, 55 (7), pp. 832–835. (2012).

[10] Riley, D. D., & Hunt, K. A. “Computational Thinking for the Modern Problem Solver”. *1st Edition*. ISBN-10: 146658777: CRC Press. Taylor & Francis Group. Chapman & Hall/CRC. (2014).

[11] Zuñiga, M. E., Rosas, M. V., Fernández, J. M., & Guerrero, R. A. “El Desarrollo del Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas en la Enseñanza

Inicial de la Programación”. *XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2014)* Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. pp. 340-343. (2014).

[12] Rosas M., Zúñiga M., Fernández J., Guerrero R.: “El Pensamiento Computacional en el Ámbito Universitario”. *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017)*, Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. pp. 696-699. (2017)

[13] Futschek G., M. Weigend: “Workshop on Unplugged Computational Thinking Activities”. Vortrag: ISSEP 2017, Helsinki; 13.11.2017 - 15.11.2017; in: ISSEP 2017 Online Proceedings", (2017).