
Enseñanza y aprendizaje del modelado computacional en procesos creativos y contextos estéticos

Teaching and Learning of Computational Modelling in Creative Shaping Processes

Daniela Reimann, Christiane Maday

Institute of Vocational and General Education IBP del Karlsruhe Institute of Technology KIT, Alemania
Daniela.Reimann@kit.edu; Christiane.Maday@student.kit.edu es

Resumen

Hoy en día, no solo las diversas disciplinas relacionadas con el diseño requieren tratar activamente con la digitalización de la información y su potencial y efectos laterales con los procesos educativos. En Alemania, la didáctica de la tecnología se desarrolló en la formación profesional y en la enseñanza de la informática en un ámbito educativo general, ambas separadas de la educación multimedia como un programa extraescolar. La educación multimedia no es una asignatura en las escuelas alemanas todavía. Sin embargo, en el artículo se defiende un enfoque interdisciplinario para aprender sobre el modelado computacional en procesos creativos y contextos estéticos, que cruce las fronteras de la tecnología, de la programación, de las artes y de los procesos de diseño en contextos significativos. Los escenarios educativos que utilizan entornos textiles inteligentes se introducen y se reflejan en el aprendizaje basado en proyectos.

Abstract

Today, not only diverse design-related disciplines are required to actively deal with the digitization of information and its potentials and side effects for education processes. In Germany, technology didactics developed in vocational education and computer science education in general education, both separated from media pedagogy as an after-school program. Media education is not a subject in German schools yet. However, in the paper we argue for an interdisciplinary approach to learn about computational modeling in creative processes and aesthetic contexts. It crosses the borders of programming technology, arts and design processes in meaningful contexts. Educational scenarios using smart textile environments are introduced and reflected for project based learning.

Palabras Clave

Objetos textiles inteligentes; Tecnología vestible; Medios tangibles; Arduino LilyPad; Aprendizaje basado en el arte y el diseño; Enseñanza del modelado computacional; Aprendizaje contextualizado; Aprendizaje interdisciplinario

Keywords

Smart textile objects; Wearables; Tangible Media; Arduino LilyPad; Art and Design Based Learning; Teaching Computational Modelling; Contextualized Learning; Cross-Disciplinary Learning

Recepción: 25-04-2017

Revisión: 10-05-2017

Aceptación: 25-05-2017

Publicación: 30-09-2017

1. Introducción

La vida real en el espacio físico está representada en el espacio virtual en todas sus facetas, por ejemplo, el lugar donde me encuentro, las actividades que estoy realizando, con quien me comunico e interactúo o lo que compro. La traza de los datos en el espacio virtual, que captan cada vez más lo que hacemos, se almacenan, se conectan en red y se envían a terceros (Boyd & Ellison, 2008; Guettat, Chorfi, & Jemni, 2010). Al mismo tiempo, los sujetos en el mundo digitalizado siempre reciben propuestas más precisas y ofertas de sistemas de asistencia desde el espacio virtual (Chajri & Fakir, 2014; Colomo-Palacios, García-Peñalvo, Stantchev, & Misra, 2017). Lo virtual afecta cada vez más a la realidad física, pero el espacio virtual no es un mundo neutral, sino que está impulsado por las empresas y sus intereses. A pesar de la digitalización cada vez mayor del mundo físico y la importancia asociada de las estructuras algorítmicas subyacentes, en Alemania todavía hay poco debate sobre la enseñanza del modelado computacional y una comprensión profunda de la tecnología de formas diferentes al enfoque común propio de una asignatura.

A continuación, se discute el contexto de los objetos textiles *smart* auto-fabricados y la tecnología Arduino como una propuesta creativa a la educación tecnológica. En el marco del proyecto europeo Erasmus + TACCLE 3 – Coding (García-Peñalvo, 2016a, 2016b; García-Peñalvo, Reimann, Tuul, Rees, & Jormanainen, 2016; TACCLE 3 Consortium, 2017), se utilizan *wearables* con grupos objetivo, tanto en la enseñanza superior (pedagogía, pedagogía de la ingeniería), así como en la formación de profesores de primaria.

En KIT se desarrollan contextos y actividades para enseñar y aprender a programar mediante el diseño de ambientes textiles inteligentes en el marco del proyecto TACCLE 3 – Coding. Concretamente, se están diseñando, de una forma experimental, actividades de aprendizaje de programación con una orientación hacia el diseño y el arte en un arte y diseño que se introducirán en las escuelas a nivel de primaria. Se está poniendo de manifiesto la máxima de que desarrollar algoritmos, programar y controlar cosas ya no es un contenido de aprendizaje limitado para ser enseñado en clases de informática solamente. El desdibujamiento de los límites de las diversas materias escolares, que tradicionalmente se vienen enseñando separadas unas de otras, puede resolverse introduciendo el contexto de la computación textil *smart* y portátil. En cuanto al currículo, los textiles *smart* y los portátiles vinculan temas como las artes, el diseño, el textil, la informática, la tecnología y la ingeniería electrónica. Esto no solo tiene aplicación en la escuela primaria, sino que puede perfectamente llevarse a la educación secundaria, formación profesional y estudios universitarios, porque el textil *smart* sirve como un contexto para la computación física, lo que permite convertir la noción abstracta (propia de los algoritmos, de la programación, del control de objetos y de la depuración) en elementos tangibles para niños y jóvenes.

En este artículo se presenta el textil *smart* como un entorno creativo para el aprendizaje, vinculando las creaciones de los procesos estéticos con el pensamiento y la actuación computacional. Se introducen y se discuten módulos para la formación de maestros de primaria desarrollados en el proyecto TACCLE 3 Coding y, en conclusión, se presenta el potencial de herramientas y medios desarrollados.

2. Desarrollo de objetos de textil *smart*

Para que los contenidos de aprendizaje abstractos de la programación sean más comprensibles y utilizables para los profesores de primaria, los conceptos están vinculados a la imaginación y a las fantasías de los niños pequeños, con el fin de que puedan inventar y realizar sus propias ideas de proyectos. Esto se realiza en escenarios de aprendizaje basados en proyectos (Estruch & Silva, 2006; Hernando Calvo, 2015; Sánchez González, Ferrero Castro, Conde González, & Alfonso Cendón, 2016), utilizando sistemas integrados que cuentan con sensores y actuadores, que se programa mediante la tecnología Arduino LilyPad introducida por Buechley (Buechley, 2014), ampliada por una interfaz visual para facilitar la programación utilizando iconos en un entorno libre de arrastrar y soltar Amici) (Kafai, 2014).

La tecnología elegida se abre para vincular las ideas y la imaginación con el pensamiento computacional (García-Peñalvo, 2016c; Wing, 2006, 2008) y actuar a través de más procesos basados en el arte y el diseño. Se presentan y discuten ejemplos de proyectos textiles *smart* (y el bosquejo de circuitos electrónicos). Los textiles *smart*, que también se conocen como *wearables*, es una generación de ropa y accesorios con microcomputadores integrados que ofrecen varias posibilidades para aprender sobre el modelado computacional. El sistema, usado en el cuerpo, puede responder con el comportamiento programado por los propios niños. Ellos pueden manipular y cambiar la tecnología, por ejemplo, usando hilo conductor (como el conector), sensores, motores, luces led, y tableros de circuitos que se pueden tejer. Estos textiles *smart* crean un acoplamiento entre los materiales hápticos (Fernández, Esteban, Conde-González, & García-Peñalvo, 2016; Scopes & Smith, 2010), el control por computadora, y los conceptos creativos. Nuevas interfaces –cosidas o tejidas– se pueden experimentar entre el cuerpo, la ropa y el medio ambiente. Estas interfaces se pueden coser con hilo conductor para crear prendas y accesorios interactivos; lo que, conjuntamente con la tecnología de código abierto Arduino, abre oportunidades para la enseñanza interdisciplinaria de los temas de arte, diseño, informática y música. Por ejemplo, para abordar el aprendizaje en el contexto de los *storytelling wearables* (Tan, 2005), la música *wearable* (Rosales, 2012) o artefactos sonoros (Trappe, 2012).

Arduino LilyPad se compone de componentes *hardware* y de una interfaz de programación que se puede conectar a una interfaz gráfica basada en iconos para ser utilizados por los niños más

pequeños en los colegios.

El LilyPad puede “percibir información sobre el medio ambiente utilizando insumos como sensores de luz y temperatura y puede actuar en el entorno con salidas como luces led, motores vibradores y altavoces” (<http://lilypadarduino.org>), es decir, LilyPad es un conjunto que combina ingeniería, diseño y tecnología, apoyando procesos de aprendizaje individuales (Kafai, 2014).

3. Módulos curriculares para la formación de profesores de primaria

Las actividades de aprendizaje desarrolladas incluyen una formación de maestros, así como un tutorial para principiantes en la programación, que introduce al profesor tanto en el manejo del *hardware* LilyPad Arduino como en la aplicación de la interfaz de usuario amici y puede ser usado como soporte para los procesos de enseñanza relacionados con la ropa interactiva. También se aborda el desarrollo de temas creativos, para apoyar la imaginación y el auto-aprendizaje. La formación docente se basa en los módulos identificados para desarrollar un proyecto.

Los docentes se familiarizan con el *hardware*, específicamente con los componentes electrónicos, la placa principal, los conectores (incluyendo los más desconocidos para ellos como son los hilos de tinta o hilos de estambre) y los sensores y actuadores. Los profesores en talleres prácticos usan los mismos módulos para el aprendizaje basado en proyectos con computación física que los niños.

Puesto que, no obstante, el manejo del *software* y del *hardware* utilizado en el proyecto está documentado solo en alemán, se decidió anotar de manera estructurada las experiencias adquiridas. Aunque el tutorial resultante no pretende discutir todos los problemas relativos al *software* y al *hardware*, los problemas relevantes deben explicarse en detalle. El tutorial se desarrolló sobre la base del manual EduWear compilado por el grupo de investigación “Digital media in Education (dimeb)” de la Universidad de Bremen (<http://goo.gl/a8c2L7>).

La siguiente estructura de módulos para las sesiones de clase están vinculados entre sí y basados entre ellos. Forman las unidades didácticas en el desarrollo de sistemas basados en sensores y actuadores denominado “Desarrollo de un proyecto con el software Arduino LilyPad y AMICI”.

3.1. Módulo 1. Familiarización con el *hardware*

Este módulo forma parte de un conjunto de lecciones para introducir a los niños (a partir de quinto de primaria) a los objetos textiles *smart*, basados en la programación de sensores y actuadores instalados en un circuito electrónico. Después de la serie de lecciones 1-6, los estudiantes podrán desarrollar,

conectar y programar un sistema interactivo basado en sensores y actuadores y contextualizarlo en un proyecto.

También hay una lección para introducir el desarrollo de circuitos electrónicos a través de conectores de pintura (cables) utilizando tinta conductora. En estas lecciones, los niños diseñan y pintan sistemas electrónicos, que pueden integrarse en un proyecto de libro interactivo.

- Objetivo: familiarizarse con los términos y el *hardware* relacionado y entender los componentes como un sistema en red.
- Términos a introducir: sensor, actuador, conector, placa principal LilyPad, entrada, salida y significado/función en un circuito/sistema interactivo.
- Métodos: relación con la percepción sensorial y los sentidos humanos, y/o de los estudiantes para representar los componentes físicamente.
- Desarrollar hojas de foto-trabajo para la identificación de componentes de *hardware*, incluyendo material de aprendizaje con ejercicios.

3.2. Desarrollo de un circuito electrónico

En este segundo módulo se aprende a desarrollar un circuito, cablearlo y hacerlo funcionar. Para el cableado se deben usar los clips de cocodrilo. Se realizarán ejercicios basados en hojas de trabajo para disponer los componentes y los cables de modo que un LED brille continuamente, o brille y se apague de forma intermitente.

3.3. Desarrollo de un sistema interactivo programado en Arduino LilyPad

En este módulo, los niños aprenden a programar el tablero principal de Arduino LilyPad usando el entorno de programación Amici arrastrando y soltando iconos. En la sesión a los estudiantes se les presenta el *software* de Amici a través de hojas de trabajo con ejercicios relacionados con encender y apagar LED, en el contexto de un sistema interactivo. El objetivo es hacer que el pensamiento computacional y el modelado de comportamiento sean transparentes mediante el desarrollo de un programa y comprender que los ordenadores pueden controlarse. Se propone que los alumnos comprendan la computadora como un medio manejable y controlable.

3.4. Programando Arduino LilyPad, conseguir familiarizarse con Amici

Los objetivos principales de este módulo son hacer que el pensamiento/modelado computacional sea transparente; así como los algoritmos de control de la computadora, de forma que se entienda

la computadora como un medio manejable y controlable para los estudiantes haciendo, probando y depurando. En este módulo se introduce a los alumnos la prueba y la depuración haciendo que desarrollen, prueben y depuren un programa por sí mismos. Se aborda la interrelación de estos procesos. Los objetivos son desarrollar un programa, probarlo y depurarlo. El problema de los errores y la depuración se aborda con el significado etimológico original del concepto de *bug*, ¡especialmente para los niños más pequeños! Se tienen ejercicios para organizar los componentes y los cables, de modo que un LED brille, o de modo que un LED brille y se apague intermitentemente.

3.5. Desarrollando un proyecto con Arduino LilyPad y Amici

En este módulo, se anima a los niños a desarrollar una idea para un proyecto interactivo, basado en sensores y actuadores que conocen de las lecciones anteriores. Desarrollando una idea para un proyecto interactivo, tienen que identificar las tareas a realizar y hacerlo por sí mismos. La co-construcción del conocimiento se apoya y se aprende a través de los procesos de trabajo y diseño. Esta actividad de aprendizaje se ocupa del uso de la lógica y de los algoritmos.

3.6. Pintando circuitos electrónicos

Este módulo se ocupa de conectores particulares. Los circuitos electrónicos de pintura pueden usarse como un vehículo para la educación tecnológica en grupos de edad temprana. La tinta conductora en un bolígrafo se utiliza para componentes electrónicos en el contexto de dibujar imágenes. Como ha subrayado Buechley “la electrónica no es solo para expertos e ingenieros. Los niños y los aficionados deben ser capaces de jugar, también”. Buechley diseñó la electrónica basada en papel para ‘esbozar’ y plegar (Buechley, 2014). A los profesores les gusta obtener y probar materiales de aprendizaje que estén listos para ser usados en el aula, pero también que estén diseñados de forma lo suficientemente flexible para ser modificados individualmente de acuerdo con sus propósitos, necesidades, grupos objetivo e ideas.

En el siguiente ejemplo se presenta un material de aprendizaje, para nivel de primaria, que utiliza la tinta conductora para mostrar la cuestión de los “algoritmos” como un conjunto de actividades que, después de su realización, conducen a una solución.

Por tanto, se desarrollaron las tarjetas de papel. En la Figura 1 se utiliza la cocción de una torta de pan como ejemplo para un algoritmo. Si todas las piezas se colocan de forma correcta el led se ilumina (Figura 2).



Figura 1. Algoritmo dibujado en forma de un juego. El niño o la niña tiene que colocar las imágenes en el orden correcto

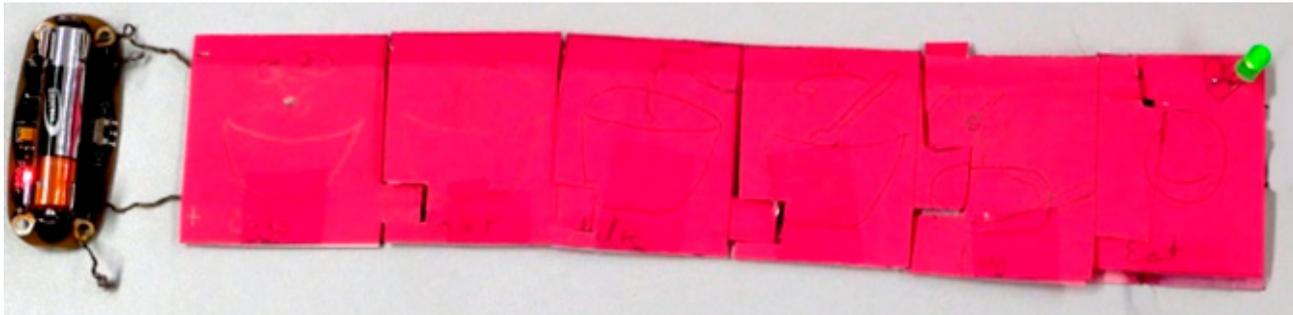


Figura 2. El led se enciende cuando las piezas están bien colocadas

Para iniciar el proceso, el rompecabezas del algoritmo se dibuja en un papel en blanco y se entrega a los estudiantes (Figura 3).

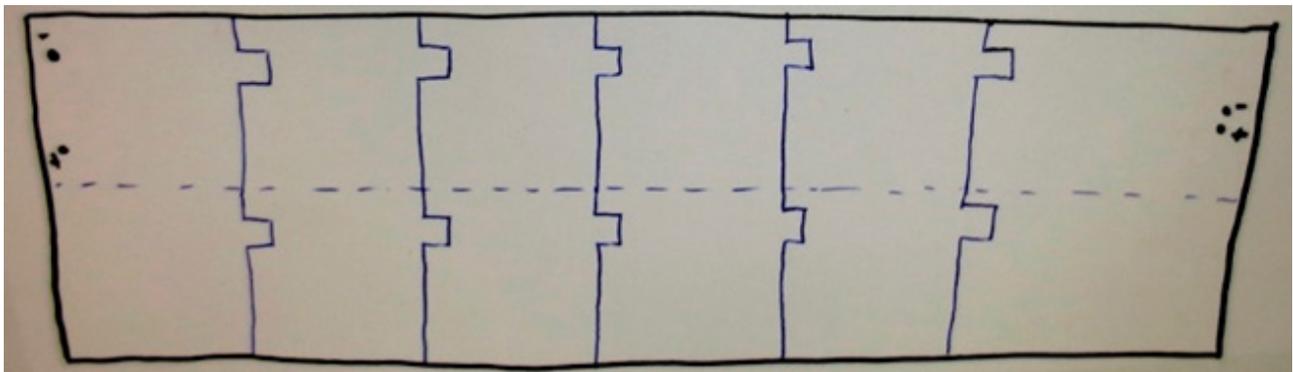


Figura 3. Esquema de rompecabezas en blanco realizado en papel

En el siguiente paso se dibuja una conexión entre los extremos, utilizando para ello la tinta conductora, tal y como se muestra en la Figura 4.

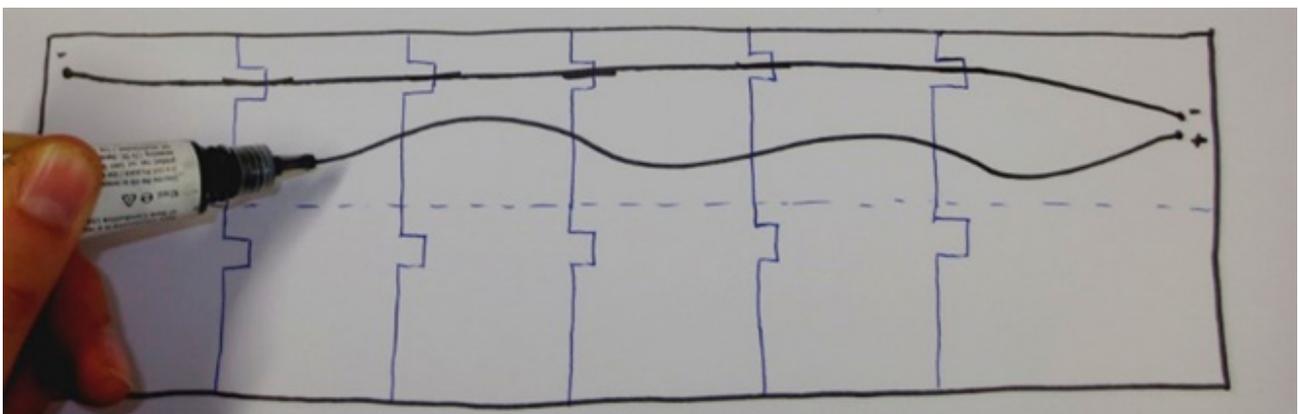


Figura 4. La conexión se hace con la tinta conductora

Después, se pliega en diseño a lo largo de la línea punteada, como se muestra en la Figura 5.

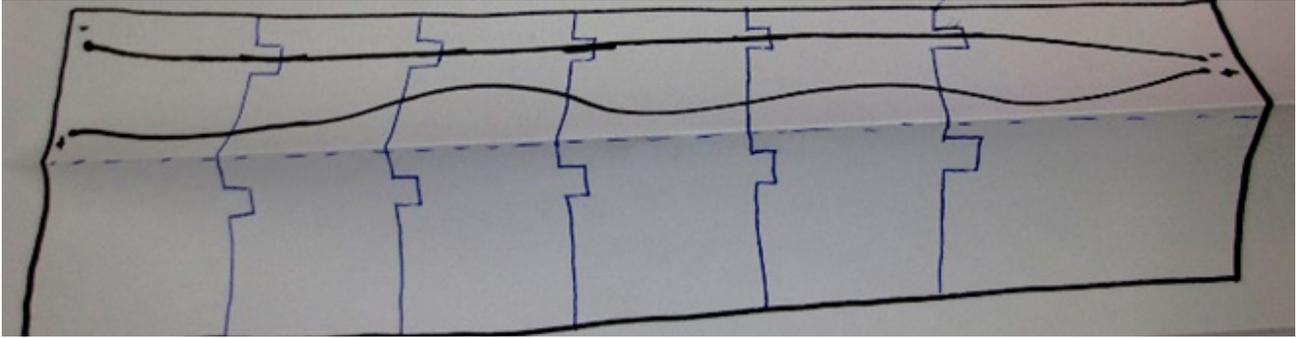


Figura 5. Se dobla el diseño por la línea punteada

A continuación, se cortan piezas. Obviamente, solo hay un orden correcto de las partes del rompecabezas. En la Figura 6 puede verse que no habrá conexión eléctrica.

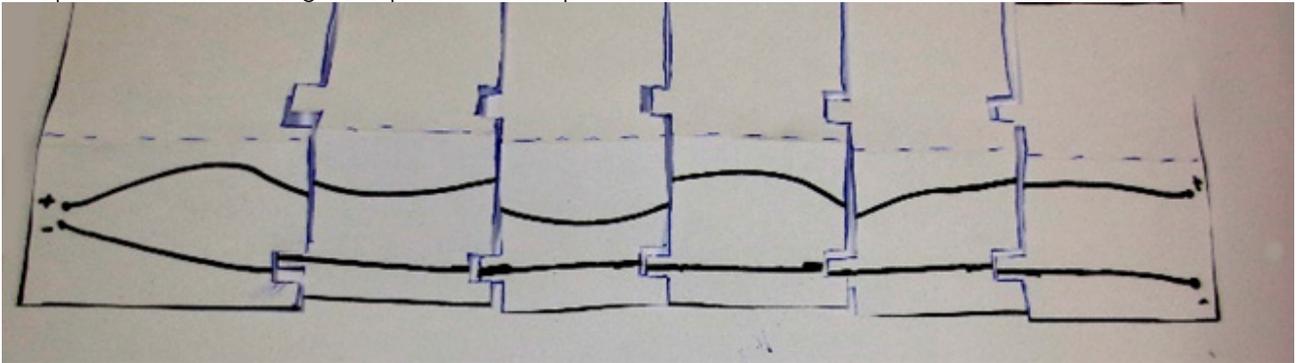


Figura 6. Se cortan las piezas separadas

En la etapa siguiente, las partes se pliegan y se numeran. En la parte delantera, también se puede escribir o dibujar un algoritmo (por ejemplo, una receta).

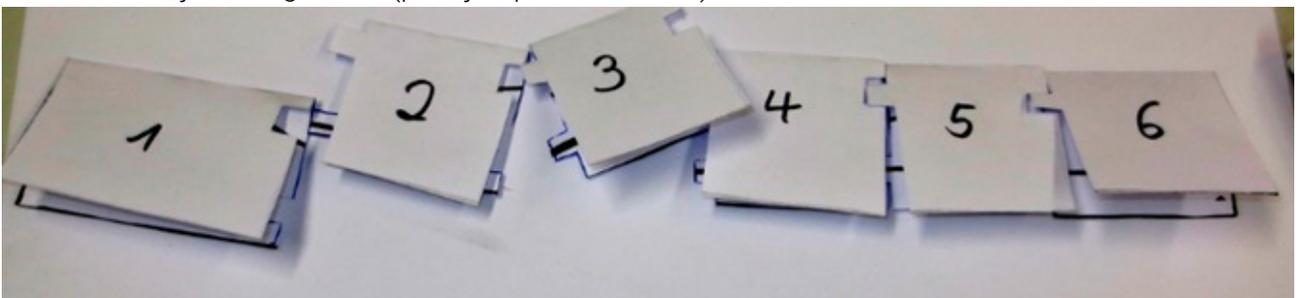


Figura 7. Se pliegan las piezas y se numeran

Por último, se añaden un actuador y una batería que se cablean al final y al punto de partida. El actuador reaccionará si el algoritmo se coloca en el orden correcto.

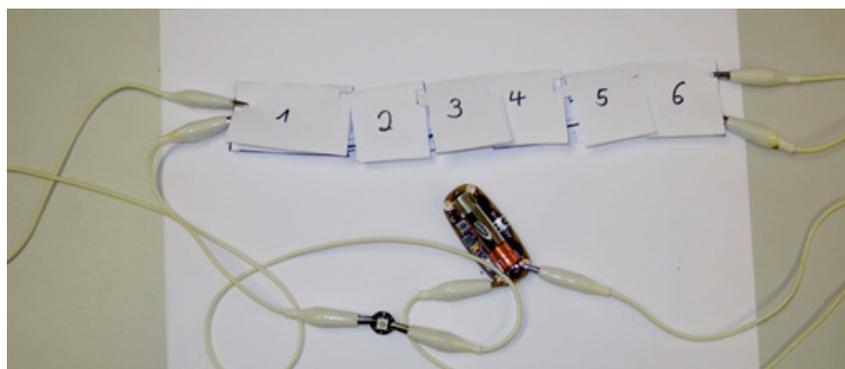


Figura 8. Circuito montado

4. Conclusiones

Hay métodos de enseñanza que han sido superados desde hace tiempo, como el mero uso de los ordenadores como herramientas o recursos, que siguen siendo una realidad en las escuelas, a pesar de múltiples esfuerzos interdisciplinares.

El enfoque presentado ha sido bien recibido por los grupos meta pedagógicos y está disponible para la enseñanza del modelado computacional, tanto en la escuela como en la universidad, así como en contextos extraescolares. Este puede ser absorbido y utilizado para asegurar una integración sostenible y sistemática de los contenidos informáticos e integrarlos en los planes de estudio, cruzando las fronteras de las disciplinas y las materias escolares, como la informática, el textil, el arte y la educación del diseño.

5. Agradecimientos

Queremos agradecer a Leah Buechley por compartir su inspiradora charla sobre TED y a Heidi Schelhowe por hacer disponible el *software* Amici, así como por probar y modificar los tutoriales de eduwear.

Con la financiación del proyecto KA2 del programa europeo Erasmus+ “TACCLE 3 – Coding” (2015-1-BE02-KA201-012307).

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

6. Referencias

Boyd, D. M., & Ellison, N. N. (2008). Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1), 210-230. doi:<http://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2007.00393.x>

Buechley, L. (2014). *Crafting the Lilypad Arduino*. Retrieved from <http://makezine.com/2014/07/18/leah-buechley-crafting-the-lilypad-arduino/>

Chajri, M., & Fakir, M. (2014). Application of Data Mining in e-Commerce. *Journal of Information Technology Research*, 7(4), 79-91. doi:<http://doi.org/10.4018/jitr.2014100106>

Colomo-Palacios, R., García-Peñalvo, F. J., Stantchev, V., & Misra, S. (2017). Towards a social and

context-aware mobile recommendation system for tourism. *Pervasive and Mobile Computing*, 38, 505-515. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.pmcj.2016.03.001>

Estruch, V., & Silva, J. (2006). Aprendizaje basado en proyectos en la carrera de Ingeniería Informática. *Actas de las XII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2006)*, Deusto, Bilbao, 12-14 de julio de 2006 (pp. 339-346).

Fernández, C., Esteban, G., Conde-González, M. Á., & García-Peñalvo, F. J. (2016). Improving Motivation in a Haptic Teaching/Learning Framework. *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, 32(1B), 553-562.

García-Peñalvo, F. J. (2016a). A brief introduction to TACCLE 3 – Coding European Project. In F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), *2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE 16)*. USA: IEEE. doi:<http://doi.org/10.1109/SIIE.2016.7751876>

García-Peñalvo, F. J. (2016b). Proyecto TACCLE3 – Coding. In F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016* (pp. 187-189). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.

García-Peñalvo, F. J. (2016c). What Computational Thinking Is. *Journal of Information Technology Research*, 9(3), v-viii.

García-Peñalvo, F. J., Reimann, D., Tuul, M., Rees, A., & Jormanainen, I. (2016). *An overview of the most relevant literature on coding and computational thinking with emphasis on the relevant issues for teachers*. Belgium: TACCLE3 Consortium. doi:<http://doi.org/10.5281/zenodo.165123>

Guettat, B., Chorfi, H., & Jemni, M. (2010). Automatic update of e-learning environments based on heterogeneous traces. *Proceedings of the 2nd International Conference on Education Technology and Computer (ICETC 2010)* (pp. V4-512-V514-516). EEUU: IEEE. doi:<http://doi.org/10.1109/ICETC.2010.5529627>

Hernando Calvo, A. (2015). *Viaje a la Escuela del Siglo XXI. Así trabajan los colegios más innovadores del mundo*. Madrid, España: Fundación Telefónica.

Kafai, B. (2014). *Connected code. Why children need to learn programming*. Cambridge, MA: The MIT press.

Rosales, A. (2012). *Wearable music. Creating sound effects and music by playing*. Berlin: Prix Ars Electronica.

Sánchez González, L., Ferrero Castro, R., Conde González, M. Á., & Alfonso Cendón, J. (2016).

Experiencia de aprendizaje basado en la implementación colaborativa de proyectos para el desarrollo de competencias emprendedoras. In F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016* (pp. 109-114). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.

Scopes, P., & Smith, S. P. (2010). Integrating Haptic Interaction Into An Existing Virtual Environment Toolkit. In J. Collomosse & I. Grimstead (Eds.), *Theory and Practice of Computer Graphics*. UK: The Eurographics Association. doi:<http://doi.org/10.2312/LocalChapterEvents/TPCG/TPCG10/241-248>

TACCLE 3 Consortium. (2017). *TACCLE 3: Coding Erasmus + Project website*. Retrieved from <http://www.tacple3.eu/>

Tan, X. L. (2005). *Storytelling Wearables*. Retrieved from http://we-make-money-not-art.com/xiao_li_tans_st/

Trappe, C. (2012). Creative access to technology: building sounding artifacts with children. *Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children, IDC'12 (Bremen, Germany – June 12 - 15, 2012)* (pp. 188-191). New York, NY, USA: ACM. doi:<http://doi.org/10.1145/2307096.2307122>

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. doi:<http://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society a-Mathematical Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725. doi:<http://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>