



ARTÍCULO / ARTICLE

Análisis del impacto de los talleres formativos desarrollados por el FabLab de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) de Costa Rica

Analysis of the impact of the training workshops developed by State Distance University's (UNED) FabLab in Costa Rica

Jon Bustillo Bayón¹ y Ana-Carolina Zamora Sanabria²

Recibido: 13 Junio 2018
Revisado: 23 Julio 2018
Aceptado: 16 Noviembre 2018

Dirección autores:

¹ Facultad de Educación de Bilbao. Campus de Bizkaia. Universidad del País Vasco. Barrio Sarriena, s/n, 48940 Lejona, Vizcaya (España)

² Universidad Estatal a Distancia (UNED). Sede Central, Mercedes de Montes de Oca. San José (Costa Rica)

E-mail / ORCID

jon.bustillo@ehu.eus

 <https://orcid.org/0000-0003-1733-9185>

aczamora@uned.ac.cr

 <http://orcid.org/0000-0003-0494-8061>

Resumen: El rápido desarrollo tecnológico-industrial, ha puesto de relieve la necesidad de una alfabetización tecnológica que permita a las personas entender, manipular y realizar creaciones físicas o digitales. En el presente trabajo se evalúa un modelo formativo probado en el laboratorio de fabricación Fab Lab Kä Träre de la UNED de Costa Rica. Se desarrollaron diez talleres formativos en el uso de tecnologías abiertas, con un total de 106 participantes totalmente noveles. En todos ellos se siguió una propuesta metodológica constructorista ligada a los manifiestos makers. Para la evaluación de la incidencia de los talleres, se utilizó un análisis semántico de una pregunta abierta que se realizó al final de cada taller. Los resultados muestran que más del 70% de las personas participantes fueron capaces de imaginar nuevas aplicaciones adecuadas a su entorno de interés, usando las tecnologías abiertas utilizadas en los talleres. No obstante, solo un 32% indicó cómo sería el desarrollo de lo propuesto. Considerando que cada grupo participó en un único taller, se concluye que el modelo formativo es válido, pero se observa la necesidad de otros talleres de profundización que permitieran abordar los desarrollos propuestos por las personas participantes. Este tipo de propuestas, no solo serían extensibles a centros educativos, sino que también podrían desarrollarse en ámbitos educativos no formales, facilitando el empoderamiento tecnológico de las personas que ya no estén en edad escolar.

Palabras clave: Alfabetización tecnológica, Métodos de enseñanza, Empoderamiento, Constructorismo, Tecnologías abiertas.

Abstract: The rapid technological-industrial development, has highlighted the need for a technological literacy that allows people to understand, manipulate, and develop physical or digital creations. This work introduces a training proposal made with different groups at the fabrication laboratory Kä Träre of the UNED of Costa Rica. Ten training workshops were held on the use of open technologies, with a total of 106 inexperienced participants. In all of them, a constructionist methodological proposal linked to the manifesto makers was followed. For the evaluation of the impact of the workshops, a semantic analysis of a open question was used, which was given at the end of each workshop. The results show that more than 70% of the participants were able to imagine new applications adapted to their environment of interest, using the open technologies learned in the workshops. However, only 32% indicated how the proposal would be developed. Considering that each group participated in only one workshop, we considered that the training model is valid, but we noted the need for other deeper workshops to address the developments proposed by the participants. This type of proposal could not only be extended to educational centres, but could also be developed in non-formal educational environments, facilitating the technological empowerment of people who are no longer of school age.

Keywords: Computer literacy, Teaching Methods, Empowerment, Constructionism, Open Source Technologies.

1. Introducción

El rápido desarrollo tecnológico tiene un impacto que va más allá de la propia tecnología, afectando a las relaciones sociales y a las posibilidades de desarrollo de las personas. En pleno s. XXI, ya no es suficiente con saber leer y escribir, ahora se deben incorporar otras competencias que también permitan a las personas comunicarse con máquinas (Rosenberg, 1992). Esta circunstancia, pone el foco en las instituciones educativas como principales agentes responsables de la formación básica de las personas (Wilson, Scalise & Gochyyev, 2015). Más allá de esta conclusión lógica, diferentes organismos ya diseñaron nuevos planes formativos que incluyen, de forma clara, enseñanzas asociadas a lo que hoy se conoce como pensamiento computacional (Wing, 2008). Pero la inclusión de estas propuestas en los marcos legales que reglamentan la escuela (Ananiadou & Claro, 2009), así como la inversión de grandes sumas económicas para la adquisición de recursos digitales (Bulman & Fairlie, 2016), no está significando que todas las personas al cursar en la escuela estudios de formación obligatoria, tengan la fortuna de desarrollar dichas competencias.

Esta preocupación ya quedó reflejada en La Declaración de Panamá, que en 2013 estableció el objetivo de cerrar la brecha digital en la región Latinoamericana para el año 2020 (Secretaría General Iberoamericana, 2013). Igualmente, organismos como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2010), ya remarcan la importancia que, para las generaciones venideras, tiene la adquisición de lo que Wing (2008) definió como competencia computacional. Un concepto que no tiene una única acepción y, que por ello, presenta dificultades a la hora de implementar con éxito actuaciones desde las diferentes administraciones educativas. Selby y Woollard, (2013) analizaron las definiciones realizadas por diferentes autores, y concluyen que el pensamiento computacional tiene cinco ámbitos o habilidades: habilidad de pensar sobre abstracciones, habilidad para descomponer problemas, capacidad de pensar de forma algorítmica, capacidad de evaluación y habilidad para realizar generalizaciones.

Desde otro punto de vista, autores como Brennan y Resnick (2012), proponen un modelo de pensamiento computacional con tres ejes: uno relativo a la comprensión y la adquisición de conceptos computacionales, otro asociado al desarrollo de producciones a través de los conceptos computacionales y el último, enfocado en la forma en que se entiende el entorno altamente automatizado de la actualidad.

Un escenario deseable, sería que el mayor número de personas pudiera comprender la lógica subyacente en los múltiples sistemas automáticos con los que actualmente conviven. Aquí la perspectiva de la formación, no se centra tanto en aprender una u otra tecnología, más bien se trata de comprender cómo es el funcionamiento general de sistemas que automatizan actuaciones en función de programas que toman decisiones, atendiendo a algoritmos y a las variaciones del entorno. Este esquema genérico permite comprender miles de dispositivos, pero lo que es aún más importante, abre la ventana para que las personas imaginen otras soluciones relevantes para sus vidas y sus entornos.

No hace tanto tiempo, el desarrollo de soluciones automatizadas estaba al alcance de grandes compañías que disponían de importantes recursos y de laboratorios donde las fabricaban. En la actualidad, después de la expansión del denominado movimiento maker (Tesconi, 2015), existen en el mercado una infinidad

de dispositivos electrónicos, de bajo costo, que permiten realizar de forma rápida y sencilla, prototipos que den soluciones automáticas a temas de interés para las personas (Blikstein, 2015; Olivan, 2016). Todo ello sin requerir profundos conocimientos, ni de electrónica, ni de mecánica, ni de programación. Automatizar un proceso ya no requiere ser una persona experta en fabricación; y esto abre la puerta a que muchos individuos con iniciativa e interés, puedan diseñar e implementar prototipos que sean funcionales. Esto es particularmente útil para adquirir, de forma amigable y en poco tiempo, la lógica existente en la impresión en 3 dimensiones (3D), entre sensores, micro controladores y actuadores.

Los procesos de fabricación pueden generar en las personas participantes analogías (Hofstadter, 2001) que impliquen cambios en su autopercepción sobre su capacidad para desarrollar nuevas creaciones funcionales (Tierney & Farmer, 2002). No obstante, tal y como indica Blikstein (2013), la propuesta metodológica es de vital transcendencia para lograr que las personas participantes en este tipo de propuestas formativas en espacios de fabricación, no se conviertan en meros reproductores de guías paso a paso, abriendo un espacio en donde las personas puedan convivir con la experiencia de proponer y equivocarse sin sentirse evaluadas.

Entornos formativos basados en los cuatro principios propuestos por el Computer Clubhouse (Kafai, Peppler & Chapman, 2009), que propone aprender a través del diseño, atendiendo a sus intereses, que puedan compartir y todo ello en un entorno de respeto, favorecen que personas no expertas, puedan idear y desarrollar nuevas soluciones de su interés. (Resnick & Rusk, 1996; Resnick, Rusk & Cooke, 1999; Peppler, Halverson & Kafai, 2016). En este sentido, ya existe un amplio consenso a la hora de asumir que los procesos creativos no utilizan estructuras neurológicas especiales, ya que su procesamiento se produce sobre los mismos elementos que sostienen otros procesos mentales más comunes (Weisberg, 1993; Boden, 1998; Sternberg, 1998; Sternberg, Grigorenko & Singer, 2004; Kaufman & Beghetto, 2009). Esta nueva perspectiva pone la creatividad no como un don del que disponen unas pocas personas, y sí como una característica humana que requiere de un entorno favorecedor (Bustillo & Garaizar, 2016). La producción de ideas y pensamientos novedosos no es algo extraordinario en el comportamiento humano. El uso del lenguaje es uno de los máximos exponentes de la permanente capacidad del cerebro para generar nuevas ideas, estructuras, o frases a través de múltiples combinaciones y asociaciones de elementos conocidos (Hofstadter & Sander, 2013). No obstante, no todas las resultantes de las combinaciones son expresadas, únicamente aquellas que el propio individuo considera como apropiadas, obviando el resto (Dietrich, 2004). Esta discriminación entre las ideas factibles y las que no lo son, exige la adquisición de una lógica que permita realizar esta distinción.

Trabajos como los de Eden, (2016), Okpala, (2016) y Miller *et al.*, (2018) destacan las bondades de incorporar laboratorios de fabricación en entornos educativos públicos no reglados. Siguiendo esta tendencia, desde la UNED de Costa Rica, en el año 2014 se inició el desarrollo del Fab Lab Kä Träre (cuyo significado en ngäbe es "espacio de luz"), un laboratorio de fabricación desde donde se ofrece a la comunidad la posibilidad de desarrollar proyectos, que a través de tecnologías de bajo costo, puedan tener un alto impacto en su entorno (Vicerrectoría de Investigación de la UNED, 2017). Con este propósito se realizan de modo regular, actuaciones formativas en el uso de la impresión en 3D y en el diseño de sistemas automatizados basados en la placa Arduino.

La justificación del mantenimiento de este tipo de espacios públicos, depende en gran medida del impacto que sobre la sociedad tienen. Aunque estudios como los de Brahm, (2014) y Oates, (2015) ya muestran los beneficios que aportan este tipo de espacios, resulta de gran interés realizar la evaluación en el contexto de Costa Rica. De este modo se pretende analizar, qué tipo de incidencia tienen sobre las personas, que sin tener ningún tipo de experiencia en el uso de estas tecnologías, deciden asistir de forma voluntaria a los talleres formativos de impresión 3D y uso de Arduino desarrollados desde el Fab Lab de la UNED. Los resultados obtenidos darán una medida de la validez o no de la propuesta formativa, mostrando si se está logrando el objetivo de empoderar tecnológicamente a personas, favoreciendo que desde la comunidad se diseñen e implementen nuevas soluciones que tengan un impacto en el bienestar de los individuos.

2. Método

El estudio analiza la incidencia que tienen las propuestas formativas sobre las personas participantes, que basadas en los cuatro principios del Computer Clubhouse (Kafai *et al.*, 2009), se ofertan desde el laboratorio de fabricación Kä Träre de la UNED de Costa Rica. Para ello se ha definido un modelo común de intervención pedagógica para los diferentes talleres, y se ha realizado una pregunta abierta, que ha permitido evaluar en qué medida las personas participantes en los talleres han sido capaces de imaginar nuevas soluciones, a través de las tecnologías que conocieron en la capacitación a la que asistieron.

En este estudio participaron 106 personas distribuidas en 10 talleres formativos impartidos en diferentes zonas geográficas de Costa Rica. De ellas, el 58% eran hombres y el 42% mujeres, siendo una característica común a todas ellas que no tuvieran ningún tipo de conocimiento en relación a las tecnologías propuestas. Los participantes eran estudiantes universitarios, profesorado de bachillerato y personal funcionario universitario, de los cuales el 47% eran de edades comprendidas entre los 20 y los 25 años, el 42% de entre 26 y 40 y el 11% mayores de 40 años. Por último, atendiendo a su nivel educativo, el 36% tenía estudios superiores concluidos, el 52% estaba cursando estudios superiores y el 12% tenía estudios secundarios concluidos.

Las acciones formativas contaron con una estructura de cuatro fases. La primera tenía una duración aproximada de quince minutos y correspondía con la introducción de la institución formadora y de los objetivos del taller. Para ello se hacía una presentación de las personas facilitadoras y, seguidamente, se explicaba qué es el laboratorio de fabricación de la UNED, dónde está ubicado y qué ofrece. Por último se detallaban los objetivos, la estructura y la metodología del taller.

La segunda fase estaba centrada en lograr que las personas participantes se familiaricen con los recursos tecnológicos propuestos. Para ello se utilizaron pequeños ejemplos guía, que fueron desarrollados siguiendo las indicaciones de las personas facilitadoras. En el caso de la formación centrada en el modelado e impresión de objetos en 3D, se explicó el uso del software de modelado Tinkercad, el programa de gestión de impresión Cura, la preparación de la impresora 3D (modelo Printrobot) y la relación entre los elementos. Seguidamente, se realizaron algunos ejemplos guía para mostrar cómo imprimir en 3D una pieza que sea ampliamente personalizable (por ejemplo un barco). En el caso de los talleres de Arduino, se explica el esquema básico que incluye la placa electrónica, los actuadores, los sensores y las conexiones.

Seguidamente se presenta S4A, un entorno de programación muy intuitivo y visual que permite programar las placas Arduino a través de bloques. Igualmente, en este caso se realizan diferentes ejemplos guía que sean ampliamente personalizables, por ejemplo automatizar una luz que se encienda en presencia de personas.

La tercera fase estuvo destinada al desarrollo de un proyecto con los conocimientos adquiridos anteriormente. Tanto en el caso del trabajo con impresión 3D como con Arduino, se propusieron diferentes retos atendiendo a sus gustos e intereses, de modo que cada participante diseñase e implementase un proyecto diferente. En el caso de la impresión 3D, fue habitual solicitar que diseñasen e imprimieran en 3D un objeto que permitiera múltiples versiones, por ejemplo un llavero. En el caso de Arduino, se solicitó que se desarrollasen un prototipo que incluyera varios sensores y actuadores.

Por último, en la cuarta fase se pretendió conocer en qué medida había habido una transferencia del conocimiento adquirido a la realidad de cada una de las personas participantes y para ello en la última sesión de los talleres, se solicitó que escribieran en una tarjeta en blanco y de forma anónima, algunas soluciones que les gustaría poder desarrollar con la tecnología que han utilizado. Con esta pregunta abierta se pretendió evitar el sesgo que podría derivarse de la utilización de un cuestionario cerrado (Schwarz, 1999; Burnett, 2016).

Para el análisis, inicialmente se recogieron todas las respuestas para realizar un análisis lingüístico que permitiera estructurar la información en un sistema categorial. De este trabajo se obtuvieron 5 categorías que serían utilizadas como referencia para evaluar de forma individual cada una de las tarjetas. Estas categorías fueron: (a) «Indica con claridad qué quiere hacer»; (b) «Describe cómo lo desarrollaría»; (c) «Especifica para qué lo usaría»; (d) «Define más de una solución»; y (e) «Determina la factibilidad de las propuestas». Posteriormente, las respuestas obtenidas fueron evaluadas por 3 personas expertas en procesos de fabricación e integrantes del Kä Träre de la UNED. Para ello, se utilizaron las categorías previamente definidas en el análisis semántico, obteniendo un consenso inicial del 85% en la presencia o no de cada categoría en las respuestas de cada participante. Fue necesario volver a evaluar conjuntamente el 15% restante debido a criterios discrepantes entre los tres evaluadores, hasta llegar en todas ellas a un consenso. A las tarjetas se les asignó un código que indicaba el número de participante y el taller al que asistió, de modo que el código [Tarj. 7 B], corresponde a la respuesta escrita por el participante número 7 en el taller B. En todos los casos, se ha respetado el anonimato de las personas participantes, de tal manera que las personas evaluadoras del contenido de las tarjetas, no tuvieran ninguna opción de saber a qué participante correspondía cada respuesta.

3. Resultados

Los resultados han sido desglosados en dos ámbitos, por una parte están los asociados a formación en el diseño e impresión en 3D y por otro aquellos relativos a los talleres de Arduino. Respecto a la formación en impresión en 3D, el 72% de los participantes entregó la tarjeta con sus respuestas. Atendiendo a la primera categoría, en el 79% de los casos se definió claramente qué les gustaría producir con la impresión 3D; por el contrario, el 21% no llegó a especificarlo. Algunos de los ejemplos recogidos muestran nuevas propuestas para crear piezas en 3D (En corchetes se señala la numeración que se usó para clasificar las tarjetas).

«Diseñar patas de animales para prótesis a animales accidentados.» [Tarj. 35H]

«Diseñar una casa o un cubo Ruby (*sic*).» [Tarj. 44H]

Atendiendo a la segunda categoría, el 97% no especificaba cómo se realizaría lo propuesto, mientras que el 3%, sí. En este sentido solo se dio esta respuesta:

«Colaboración con proyectos de arte: Impresión en 3D basada en esculturas.» [Tarj. 4R]

Analizando la tercera categoría, en el 66% de las tarjetas se indicaba para qué se quería hacer la producción propuesta, mientras que en el 34%, no. Entre las respuestas recogidas, varias están enfocadas hacia el desarrollo de materiales para personas con discapacidad visual:

«Material concreto para estudiantes con dificultad en el aprendizaje y para personas con discapacidad visual.» [Tarj. 9H]

«Material como rompecabezas educativos para personas con discapacidad visual.» [Tarj. 7R]

Otras personas mostraron interés en desarrollar objetos para usos personales:

«Una cajita o lo que sea, para colgar mis aretes.» [Tarj. 31H]

Atendiendo a la tercera categoría, en el 10% se hizo más de una propuesta, el 71% únicamente especificó una y el 19% restante no realizó ninguna propuesta:

«Material que me sirva en clase por ejemplo cajas para los pilots.» [Tarj. 43H]

«Crearía figuras geométricas y figuras de las personas más influyentes en la matemática.» [Tarj. 27H]

Por último, a la hora de analizar la quinta categoría en el 74% de las propuestas eran plenamente realizables en el laboratorio de fabricación, el 10% serían factibles con otros recursos y el 16% no eran factibles. Aunque la mayoría de los proyectos recogidos en las tarjetas eran fácilmente realizables con las impresoras 3D del laboratorio, algunas propuestas eran de difícil desarrollo.

«Con una impresora 3D las fichas accesibles, la cual reciba de la computadora información en prosa y devuelva la misma información en braille (*sic*).» [Tarj. 34H]

«Desarrollo de juguetes para niños.» [Tarj. 1R]

En relación con la formación realizada sobre Arduino, el 80% de las personas participantes rellenaron sus tarjetas. De ellas, en el 75% de los casos se definía claramente qué se deseaba desarrollar (primera categoría), mientras que en el 25% no lo hacía de forma clara. Entre las tarjetas que sí especificaron qué les gustaría producir con Arduino, hay buenos ejemplos que muestran cómo las personas participantes, fueron capaces de idear soluciones más allá de los ejemplos propuestos en los talleres, dando respuestas a necesidades propias del entorno en el que viven.

«Desarrollar sistemas de apoyo a producción campesina: Medir humedad y automatizar riego. Medir composición química de suelos y generar alertas para fertilización, manejo de hongos y plagas, etc.» [Tarj. 1G]

«Lo utilizaría en un sistema de iluminación en mi casa: al subir el último peldaño de la escalera, que se encienda la luz externa y la del patio. Así uno no debe hacer el proceso de abrir la puerta, entrar y encender las luces.» [Tarj. 6B]

A la hora de especificar cómo lo desarrollarían (segunda categoría), solo el 32% indicaba cómo haría el desarrollo del proyecto. Entre las respuestas había diferentes grados de elaboración, pasando de unos con pocos detalles a otros que incluían gráficos y esquemas.

«...obtiene info de la distancia y envía un valor, usa un sensor de movimiento y esto genera un sonido.» [Tarj. 9B]

«Que haya un sensor de presencia que diga cuántos estudiantes llegaron a la ventanilla.» [Tarj. 46H]

Sobre la utilidad del desarrollo propuesto (tercera categoría), en el 67% de los casos se especifica de forma clara, mientras que en el 33% no se indica. Aquí se pueden observar algunos ejemplos.

«Para abrir y cerrar la puerta principal de casa o encender y apagar el ventilador.» [Tarj. 3B]

«Utilizarlo para mi habitación, con las cortinas, para que las cortinas se puedan abrir y cerrar hasta cierto punto utilizando un botón que cuando se toque pueda abrirse por completo y cuando se vuelva a tocar, vuelva a cerrarse.» [Tarj. 16H]

En relación con la cuarta categoría, en el 28% de las tarjetas se ofrece más de una posible propuesta de desarrollo, mientras que en el 47% se ofrece una sola y en el 25% ninguna. A continuación se muestran algunos ejemplos.

«Sistema de encendido y apagado de luces y aparatos electrónicos. Sistema de identificación de personas para el acceso a un lugar. Luces de emergencia cuando la electricidad falle.» [Tarj. 10R]

En relación con la factibilidad de los proyectos recogidos (quinta categoría), el 64% de las propuestas serían realizables en el laboratorio de fabricación.

«Usaría Arduino para que cuando una persona abra la puerta, se encienda la luz.» [Tarj. 2B]

«Un dispositivo para controlar la alimentación de mis mascotas. Mediante el control de los recipientes que deposite una ración de alimento cada cierto horario.» [Tarj. 21H]

Entre las respuestas obtenidas hay un 13% de propuestas que si bien no serían desarrollables en el Fab Lab de la UNED, sí serían técnicamente factibles pero con otros recursos. Aquí se muestran algunas propuestas cuyo desarrollo es muy complejo o imposible con los recursos del laboratorio.

«Desarrollo de un brazo artificial.» [Tarj. 4W]

«Programa por medio del cual se pueda transcribir una grabación a texto. Para transcribir entrevistas.» [Tarj. 4G]

Finalmente, se ha considerado que 22% de las propuestas recogidas no podrían ser desarrolladas con la tecnología actual.

Las propuestas formativas, en todos los casos, estaban orientadas a personas que no tenían experiencia en ninguna de las tecnologías utilizadas, y a pesar de las diferencias de edad que había entre las personas participantes, más del 75% respondieron voluntariamente a la solicitud de indicar otros posibles usos de las tecnologías que había conocido en el taller en el que habían participado. Entre las respuestas obtenidas, en el caso de los talleres de impresión 3D, 79% indicó con claridad qué querría fabricar, mostrando que más allá de los ejemplos de clase fueron capaces de imaginar nuevas posibilidades de la tecnología adaptada a sus intereses y realidades. Esto queda muy bien reflejado en las respuestas obtenidas en un grupo de Educación especial que orientó la gran mayoría de sus propuestas a fabricar soluciones que fueran de utilidad para personas con diferentes tipos de necesidades (visuales, de movilidad, entre otras). De una manera muy similar, 75% de las personas participantes de la formación con Arduino indicaron nuevos usos e igualmente, estos estuvieron ligados a sus ámbitos de interés.

Queda clara la orientación hacia la solución y no tanto hacia el desarrollo, cuando se observa que 66% (Impresión 3D) y 67% (Arduino) de las tarjetas que ofrecían nuevas y posibles soluciones, explicaban los usos y beneficios que estas tendrían. Nuevamente se observa una tendencia a obviar la complejidad que pueda tener o no, el desarrollo de lo propuesto. Esta es una cuestión que parece de gran relevancia, ya que permite activar el interés por desarrollar soluciones deseables más allá del nivel de competencia que las personas tengan en el uso de la tecnología (Blikstein, 2013). En el caso de que los conocimientos disponibles no sean suficientes, pero el deseo e interés por desarrollar una solución sea importante, se abre la posibilidad de un aprendizaje orientado por las ganas de aprender del educando (Dweck, 2008; Sadler, Shluzas & Blikstein, 2016). Estarían en el inicio de un bucle similar al propuesto por Resnick (2007) que tiene como primer paso imaginar lo que se desea desarrollar. En palabras de Dougherty (2013) se estaría observando una actitud *grown mindset*, favorecida por la facilidad de desarrollo ofrecido por las herramientas actuales y que abriría la perspectiva para imaginar y crear nuevas soluciones tal y como se indica en el trabajo de Dietrich (2004).

Por otro lado, destaca que de las soluciones propuestas por el 16% y el 22%, respectivamente, se ha considerado por parte de los evaluadores que no son realizables con la tecnología actual, mostrando nuevamente una orientación hacia las soluciones, sin reparar en las posibilidades técnicas de los recursos y consecuentemente, sin tener en cuenta la complejidad de cómo sería el desarrollo. No obstante, el 74% (Impresión 3D) y el 64% (Arduino) de las soluciones propuestas, serían realizables con los recursos del Fab Lab Kä Träre, quedando 11%, que sí serían realizables pero no con recursos disponibles en el laboratorio. Esto mostraría, que de forma mayoritaria, las propuestas se ajustan a las posibilidades de los recursos técnicos que han utilizado en los talleres formativos.

Algo que ha llamado poderosamente la atención de los tres evaluadores, es que la gran mayoría de las respuestas obtenidas fueron breves y con poco desarrollo, contrastando con el entusiasmo mostrado por las personas participantes en los talleres. Probablemente, la voluntariedad de responder a una pregunta tan abierta, el anonimato y el tiempo dado para rellenar la tarjeta justo al final de cada taller, han podido condicionar tanto en el número, como en la calidad de las respuestas obtenidas.

4. Conclusiones

Actuaciones educativas de esta índole, además de facilitar el acceso a recursos tecnológicos, suponen un paso importante hacia la democratización del conocimiento en un mundo en donde la tecnología está tomando cada vez más relevancia en todos los ámbitos de la vida (Brynjolfsson & McAfee, 2011; Ferreiro, 2011; Alva de la Selva, 2015). La adquisición de competencias computacionales y el desarrollo de la creatividad al interactuar con estas, facilita que un número cada vez mayor de personas sean capaces de imaginar, diseñar y materializar soluciones de bajo costo pero con gran impacto para sus entornos. Esto, en coincidencia con los trabajos de Brahms (2014), Moorefield-Lang (2014), Sheridan *et al.*, (2014), Oates (2015) y Bustillo & Garaizar (2016), promueve el empoderamiento de las comunidades, el desarrollo del talento de sus miembros, la generación del conocimiento y el diálogo de saberes en un contexto de creatividad e intercambio multidisciplinar.

No obstante, el éxito de la propuesta formativa tiene mucho que ver con el planteamiento metodológico y no tanto con proveer de tecnologías a las personas (Fourie & Meyer, 2015; Litts, 2015). Así, coincidiendo con los trabajos de Kafai *et al.*, (2009), Gallagher *et al.*, (2010) y Miller, (2018), aprender a través del diseño, atendiendo a sus intereses y en un entorno de respeto y confianza, podría explicar que cerca de un 75% de las 106 personas participantes fuera capaz de imaginar soluciones más allá de los ejemplos de clase. Estos resultados reforzarían la necesidad de crear y mantener espacios, que a través de este tipo de propuestas formativas, ayuden en el objetivo de superar la brecha digital en la región Latinoamericana para el año 2020, tal y como se recoge en La Declaración de Panamá del 2013.

El trabajo realizado desde el Fab Lab Kä Träre ha quedado reforzado recientemente por la recepción de un premio de índole internacional otorgado por el New Media Consortium (Ministerio de Ciencia, tecnología y telecomunicaciones de Costa Rica, 2017). Este ha reconocido su labor en el proceso de democratización de la tecnología, favoreciendo el desarrollo de soluciones de bajo costo que están teniendo un alto impacto en áreas como la medicina, la conservación de la naturaleza, el emprendimiento o la educación especial.

Los resultados aquí mostrados son parciales y no deberían ser considerados de forma concluyente. Para ello sería necesario realizar un análisis más exhaustivo de la muestra, así como un trabajo de etnografía educativa para cada taller, de modo que se pudieran recoger informaciones desde diferentes puntos de vista, permitiendo así una triangulación que ofrezca datos más sólidos. En cualquier caso, consideramos que la aportación de este trabajo puede ser de interés y relevancia para personas e instituciones interesadas en el desarrollo de propuestas formativas que traten de reducir la brecha digital en Latinoamérica.

Por último, entre los retos de futuro está seguir acercando las tecnologías abiertas a la comunidad como un paso para la mejora de sus condiciones de vida, y para ello, las ofertas de capacitación aquí analizadas se antojan como una herramienta básica que debe seguir siendo analizada y mejorada. Esto permitirá adecuaciones formativas que irán en un doble sentido, por un lado, orientadas hacia nuevos talleres de iniciación y por otro hacia propuestas más específicas para personas que ya tienen experiencia, y que quieren profundizar para realizar prototipos más concretos.

5. Referencias

- Alva de la Selva, A. R. (2015). Los nuevos rostros de la desigualdad en el siglo xxi: la brecha digital. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 60(223), 265-285. doi:10.1016/S0185-1918(15)72138-0
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. *OECD Education Working Papers*, 41. doi:10.1787/218525261154
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making'in education: The democratization of invention. En J. Walter-Herrmann & C. Büching, *FabLabs: Of machines, makers and inventors* (pp. 203-222). Bielefeld: Transcript Publishers. Recuperado a partir de <https://tltl.stanford.edu/sites/default/files/files/documents/publications/2013.Book-B.Digital.pdf>
- Blikstein, P. (2015). Computationally Enhanced Toolkits for Children: Historical Review and a Framework for Future Design. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 9(1), 1-68. doi:10.1561/11000000057
- Boden, M. A. (1998). Creativity and artificial intelligence. *Artificial Intelligence*, 103(1), 347-356. doi:10.1016/S0004-3702(98)00055-1
- Brahms, L. (2014). *Making as a learning process: Identifying and supporting family learning in informal settings*. University of Pittsburgh, Pittsburgh. Recuperado a partir de http://d-scholarship.pitt.edu/21525/1/L_Brahms_etd_2014.pdf
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking (pp. 1-25). Presentado en Proceedings of the American Educational Research Association (AERA) annual conference, Vancouver. Recuperado a partir de https://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_aera2012_ct.pdf
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2011). *Race against the machine: how the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy*. Lexington, Mass: Digital Frontier Press.
- Bulman, G., & Fairlie, R. (2016). *Technology and Education: Computers, Software, and the Internet* (p. 67). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. Recuperado a partir de <http://www.nber.org/papers/w22237.pdf>
- Burnett, D. (2016). *El cerebro idiota: un neurocientífico nos explica las imperfecciones de nuestra materia gris*. Barcelona: Editorial Planeta.
- Bustillo, J., & Garaizar, P. (2016). Using Scratch to foster creativity behind bars: Two positive experiences in jail. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 60-72. doi:10.1016/j.tsc.2015.08.003
- Dietrich, A. (2004). The cognitive neuroscience of creativity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(6), 1011-1026. doi:10.3758/BF03196731
- Dougherty, D. (2013). The Maker Mindset. En M. Honey & D. E. Kanter (Eds.), *Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators* (pp. 7-11). New York: Routledge.
- Dweck, C. S. (2008). *Mindset: the new psychology of success*. New York: Ballantine Books.
- Eden, B. L. (2016). Makerspaces: A Practical Guide for Librarians. *Journal of Electronic Resources Librarianship*, 28(3), 217-217. doi:10.1080/1941126X.2016.1203185
- Ferreiro, E. (2011). Alfabetización digital: ¿De qué estamos hablando? *Educação e Pesquisa*, 37(2), 423-438. doi:10.1590/S1517-97022011000200014
- Fourie, I., & Meyer, A. (2015). What to make of makerspaces: Tools and DIY only or is there an interconnected information resources space? *Library Hi Tech*, 33(4), 519-525. doi:10.1108/LHT-09-2015-0092
- Gallagher, L., Michalchik, V., & Emery, D. K. (2010). *Assessing Youth Impact of the Computer Clubhouse Network*. Menlo Park, CA: SRI International. Recuperado a partir de <http://www.computerclubhouse.org/sites/default/files/ICCN%20Youth%20Impact%20Survey%20May-2010.pdf>

- Hofstadter, D. R. (2001). Analogy as the core of cognition. En *The analogical mind: Perspectives from cognitive science* (pp. 499-538). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Hofstadter, D. R., & Sander, E. (2013). *Surfaces and essences: analogy as the fuel and fire of thinking*. New York: Basic Books.
- Kafai, Y., Peppler, K. A., & Chapman, R. N. (2009). *The Computer Clubhouse: constructionism and creativity in youth communities*. New York: Teachers College Press.
- Kaufman, J. C., & Beghetto, R. A. (2009). Beyond big and little: The four c model of creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1-12. doi:10.1037/a0013688
- Litts, B. K. (2015). *Making learning: Makerspaces as learning environments*. University of Wisconsin-Madison, Wisconsin. Recuperado a partir de http://www.informalscience.org/sites/default/files/Litts_2015_Dissertation_Published.pdf
- Miller, K., Champion, E., Summers, L., Lugmayr, A., & Clarke, M. (2018). The Role of Responsive Library Makerspaces in Supporting Informal Learning in the Digital Humanities. En *Digital Humanities, Libraries, and Partnerships* (pp. 91-105). Elsevier. doi:10.1016/B978-0-08-102023-4.00007-0
- Moorefield-Lang, M. H. (2014). Makers in the library: case studies of 3D printers and maker spaces in library settings. *Library Hi Tech*, 32(4), 583-593. doi:10.1108/LHT-06-2014-0056
- Oates, A. (2015). *Evidences of learning in an art museum makerspace*. University of Washington, Washington, D.C. Recuperado a partir de https://digital.lib.washington.edu/researchworks/bitstream/handle/1773/33432/Oates_washington_02500_14523.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OCDE. (2010). *Educación hoy: la perspectiva de la OCDE*. México, D.F.: OCDE: INITE.
- Okpala, H. N. (2016). Making a makerspace case for academic libraries in Nigeria. *New Library World*, 117(9/10), 568-586. doi:10.1108/NLW-05-2016-0038
- Olivan, R. (2016). La Cuarta Revolución Industrial, un relato desde el materialismo cultural. *URBS. Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, 6(2), 101-111.
- Peppler, K. A., Halverson, E., & Kafai, Y. B. (2016). *Makeology*. (Vol. 1). New York: Routledge. Recuperado a partir de <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4530683>
- Resnick, M. (2007). Sowing the seeds for a more creative society. *Learning and Leading with Technology*, 35(4), 18-22. doi:10.1145/1518701.2167142
- Resnick, M., & Rusk, N. (1996). The Computer Clubhouse: Preparing for life in a digital world. *IBM Systems Journal*, 35(3.4), 431-439. doi:10.1147/sj.353.0431
- Resnick, M., Rusk, N., & Cooke, S. (1999). The Computer Clubhouse: Technological Fluency in the Inner City. En D. Carnegie, B. Sanyal, & W. Mitchell (Eds.), *High technology and low-income communities: prospects for the positive use of advanced information technology* (pp. 263-286). Cambridge, MA: MIT Press.
- Rosenberg, R. S. (1992). *The social impact of computers*. London: Academic Press Limited. Recuperado a partir de <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=1875218>
- Sadler, J., Shluzas, L., & Blikstein, P. (2016). Building blocks in creative computing: modularity increases the probability of prototyping novel ideas. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 5(3-4), 168-184. doi:10.1080/21650349.2015.1136796
- Schwarz, N. (1999). Self-reports: How the questions shape the answers. *American Psychologist*, 54(2), 93-105. doi:10.1037//0003-066X.54.2.93
- Secretaría General Iberoamericana. XXIII Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno (2013). Panamá. Recuperado a partir de <https://www.segib.org/wp-content/uploads/DECLARACION%20DE%20PANAMA%20XXIII-E.pdf>
- Selby, C., & Woollard, J. (2013). Computational thinking: the developing definition. Presentado en ITiCSE Conference, University of Kent. Recuperado a partir de

- http://eprints.soton.ac.uk/356481/7/Selby_Woollard_bg_soton_eprints.pdf
- Sheridan, K., Halverson, E. R., Litts, B., Brahms, L., Jacobs-Priebe, L., & Owens, T. (2014). Learning in the Making: A Comparative Case Study of Three Makerspaces. *Harvard Educational Review, 84*(4), 505-531. doi:10.17763/haer.84.4.br34733723j648u
- Sternberg, R. J. (1998). *Handbook of creativity*. New York: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., Grigorenko, E. L., & Singer, J. L. (2004). *Creativity: from potential to realization*. Washington, DC: American Psychological Association. Recuperado a partir de <http://es.scribd.com/doc/51023358/Creativity-From-Potential-to-Realization>
- Tesconi, S. (2015). Crear artefactos para generar conocimiento compartido: el modelo de aprendizaje del movimiento "maker" como herramienta de formación del profesorado. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, (283), 40-47.
- Tierney, P., & Farmer, S. M. (2002). Creative self-efficacy: its potential antecedents and relationship to creative performance. *Academy of Management Journal, 45*(6), 1137-1148. doi:10.2307/3069429
- Vicerrectoría de Investigación de la UNED. (2017, marzo 20). Kä Träre - Espacio para crear [Corporativa]. Recuperado a partir de <http://investiga.uned.ac.cr/redinvestigacion/proyectos/laboratorio-de-fabricacion-fablab/>
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity: Beyond the myth of genius*. New York: WH Freeman.
- Wilson, M., Scalise, K., & Gochyyev, P. (2015). Rethinking ICT literacy: From computer skills to social network settings. *Thinking Skills and Creativity, 18*, 65-80. doi:10.1016/j.tsc.2015.05.001
- 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:10.1098/rsta.2008.0118