



Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en un hardware y un software fáciles de usar. Está pensada para todo aquel que desee hacer proyectos interactivos. Tiene una amplia sección dedicada a la educación donde se puede encontrar todo lo necesario para integrar la tecnología al diseño y guías detalladas para realizar gran cantidad de aparatos, como por ejemplo, un velocímetro para bicicleta, medidor de temperatura ambiental o un control remoto para manejar un tractor de juguete.

Arduino y el arte de hacer fácil lo difícil

Al incorporar el diseño a la tecnología entramos en un mundo nuevo donde todo parece posible.

por Ana Moreno

ENTREVISTA A DAVID CUARTIELLES

David Cuartielles es doctor en Diseño de Interacción, licenciado en Ingeniería de Telecomunicaciones y uno de los cofundadores de la plataforma de código abierto Arduino. Fundó el laboratorio IOIO de la Universidad de Malmö. Es profesor de tecnologías interactivas en los niveles de licenciatura, máster y doctorado. Su investigación incluye un análisis de la creación de plataformas, prototipos y herramientas de prueba para la educación, y el estudio de lenguajes de programación visuales. Además colabora con varias universidades como educador en los campos del arte interactivo, la codificación creativa, el diseño de interacción y la tecnología incorporada.

Eres cofundador de Arduino y profesor de diseño en la universidad de Malmö. Has conseguido hacer fácil lo difícil integrando la tecnología en el diseño. Podrías explicarnos ¿Qué es Arduino y qué relación tiene con el diseño?

Arduino es una plataforma de software, hardware y documentación libres, que surge para poder acercar la tecnología digital a estudiantes de diseño industrial, interactivo y de arte.

En la década de los 2000, surgió la necesidad de acercar la tecnología a este tipo de formación. Se empezaba a vislumbrar el inicio de la introducción de la automatización y el control digital en los procesos de producción y creación. Esto generó en diferentes escuelas, como la escuela de arte y comunicación de Malmö, un interés muy fuerte en ver cómo se podía integrar la tecnología digital, que había estado siempre confinada dentro del campo

de ingeniería, de forma transversal en otros campos. Esto implicó revisar muchas cosas: la cuestión pedagógica, el tipo de herramientas que se utilizaban y, sobretodo, cómo trabajar un currículum transversal de forma eficaz.

La relación con el diseño es doble, por un lado, el diseño era el cliente de Arduino y, por otro, la importancia del diseño a la hora de crear Arduino. Es decir, nos ponemos en situación de tener que estudiar cómo enseñar en el campo del diseño la manera de introducir diferentes tipos de herramientas tecnológicas y cómo el diseño puede ayudar en la creación de nuevos productos digitales o productos físicos con cuerpo digital.

Esto requirió un intenso proceso de diseño: estudiar el usuario final, buscar la forma de hacer que el usuario tenga una voz y participe en el proceso de creación. A partir de ahí surgió la plataforma Arduino donde todo está pensado para poder cubrir

los diferentes tipos de necesidades de sus usuarios.

Un ejemplo de la importancia del diseño se ve en la placa *arduino 1* que fue un gran acierto. Lleva funcionando más de 10 años en los ordenadores de muchísima gente y sobrevive muy bien al continuo avance tecnológico. Esta placa incluye una serie de características que la hacen muy buena en el ámbito educativo a cualquier edad. Es muy robusta tecnológicamente hablando, se puede caer, se puede mojar,

Arduino es una plataforma libre, que surge para poder acercar la tecnología digital a estudiantes de diseño industrial, interactivo y de arte.

si tuvieras un accidente la secas y vuelve a funcionar. Se le puede cortar un trozo y si sabes cómo cortarla sigue funcionando. Funciona con cualquier tipo de ordenador y sistema operativo. Está bastante bien protegida a nivel eléctrico, de forma que si surgiera algún pequeño cortocircuito la placa no se quemaría. Los componentes son bastante longevos y aguantan año tras año, con lo que a un colegio le duran bastantes años.

La clave del éxito fue que desde el primer momento pensamos cuáles eran aquellos aspectos importantes

para los profesores y alumnos que iban a utilizar este sistema. Creo que es la primera vez que se aplicó todo este proceso de diseño a una herramienta educativa.

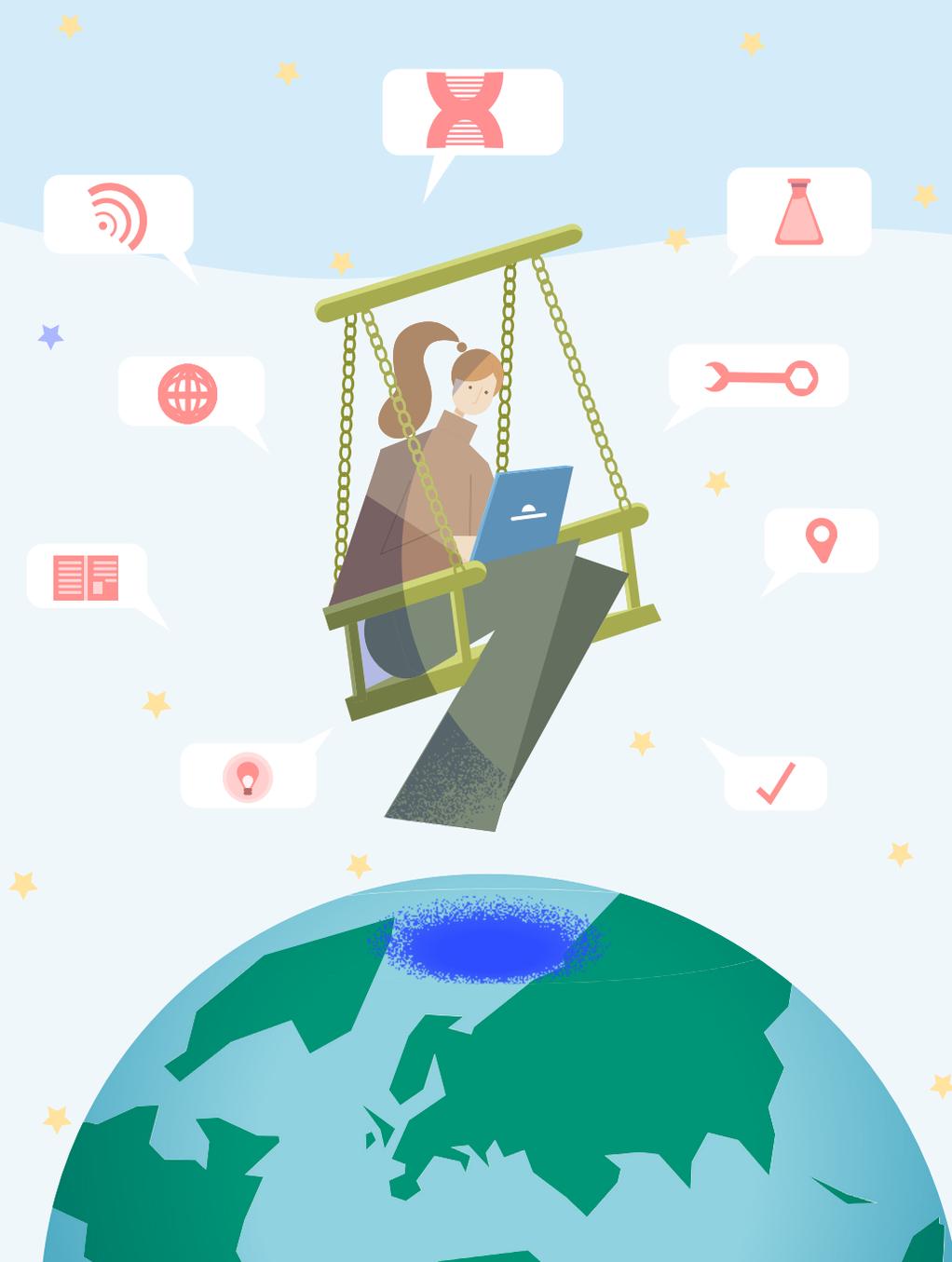
Hay un momento en que Arduino entra en el mundo de la educación y en algunos aspectos revoluciona la forma de impartir la asignatura de tecnología. ¿Cómo surgió la idea? ¿A qué nivel está extendido en el mundo educativo? ¿Qué aporta Arduino a la formación de las nuevas generaciones de niños y jóvenes?

Doy clase en la escuela de arte y comunicación y mis alumnos por lo general no tienen formación técnica. Empecé este proyecto porque necesitaba una herramienta para introducir la tecnología en mis clases de la universidad.

Muy pronto empezamos a ver cómo se generaba un interés por parte de otras comunidades académicas y no académicas hacia esta herramienta. *Arduino educación* es un proyecto que yo cree dentro de Arduino y que ha crecido bastante en los últimos años. Todo empezó en el año 2005. En 2006 empecé a investigar qué tipo de comunidades eran las que más me atraían, porque obviamente empecé este proyecto por pasión y me apetecía seguir trabajando de la misma manera. Me di cuenta que las escuelas de FP tenían un problema con el equipamiento. Muchas veces se les quedaba anticuado o dependían mucho de determinados proveedores. El hecho de tener una herramienta abierta les permitía tener la posibilidad de hacerlo ellos si un proveedor les fallaba, o tener varios proveedores para poder funcionar en ese mismo campo, que es lo que pasa ahora. Las placas de Arduino son abiertas y puedes encontrar las oficiales y las no oficiales.

Empecé a trabajar con un profesor, gracias a la intermediación de *Medialab Prado* en Madrid, en la creación del currículum para lo que sería un curso académico en el que se hicieran proyectos basados en tecnología digital. Los objetivos eran básicamente aprender a programar, aprender historia básica de los componentes digitales y hacer un pequeño proyecto. El curso incluía una parte teórico-práctica tradicional, y una parte más orientada a la innovación y la creación.

Pilotamos el curso en un instituto público. El profesor trabajaba con un grupo de alumnos problemáticos a los que siempre se segregaba



El hecho de tener una herramienta abierta permitía a los profesores tener la posibilidad de hacerlo ellos si un proveedor les fallaba o tener varios proveedores para poder funcionar en ese mismo campo, que es lo que pasa ahora.

y en ese caso tuvo un resultado espectacular. A partir de ahí, empecé a ver en qué forma se podía introducir esto mismo en otras partes del sistema educativo. Empecé a investigar cómo colaborar con diferentes actores, para que los profesores pudieran crear su propio contenido educativo y no hacerlo desde Arduino.

Para mí era muy importante ver cómo una herramienta más o menos genérica podía adaptarse a diferentes contextos. Hicimos un curso para profesores sobre la tecnología y de qué forma podían utilizarla en sus clases que tuvo mucho éxito. Esto atrajo la atención de la AEFIC (Asociación Europea para la Formación e Investigación de las Ciencias) que me invitó primero a dar un curso en un centro de Buenos Aires y luego y luego, en 2008, a estudiar, junto a 25 profesores de ciencias, en qué forma se podía utilizar Arduino para generar experimentos de ciencias. En el curso, tras una introducción a la tecnología, cada profesor tenía que proponer un experimento. Seguí haciéndolo en numerosas ocasiones, hasta que en 2012 surgió la oportunidad de hacer un experimento escalable con centros en la comunidad de Castilla-La Mancha. Empezamos a crear el contenido en enero de 2013 y, en febrero empecé el proyecto con más de 400 alumnos simultáneamente.

El experimento fue realmente un reto. Irrumpimos con un concepto sobre cómo introducir tecnología, cuando todo el mundo estaba hablando de introducir robótica en el

aula. Había muchísimos profesores que lo estaban haciendo por su cuenta sin un formato establecido, ni sistematización, ni una forma de evaluar. Nosotros ofrecimos una plataforma que habíamos co-creado con los profesores, y una forma de medir todos juntos de qué manera se podía progresar con la tecnología. Además, empleando tecnología de una forma innovadora y creativa. Fue muy impresionante, funcionó súper bien.

Empezamos a repetir la iniciativa. El primer año lo financió Fundación Telefónica y los siguientes años los financió Fundación la Caixa y gracias a ello llegamos a más de 2000 centros de toda la geografía española en 4 años. Se realizaron diferentes tipos de eventos como una feria de ciencias en la que unos 400 alumnos presentaban sus proyectos. Pasamos de 400 a 4000, un salto increíble.

Hay muchas iniciativas muy interesantes, por ejemplo, un profesor en la Universidad de Sapienza en Roma que acaba de publicar un libro con Springer que se llama *Experimentos de ciencias con Arduino y teléfonos móviles*.

Se ha conseguido una herramienta que es robusta, que es fácil de usar en conjunción con herramientas que tiene todo el mundo como un teléfono móvil. Pensamos que se puede convertir en el lapicero y papel del futuro para hacer experimentos de ciencia y tecnología. La cuestión es cómo combinarlos. Creo que hay que empoderar al profesorado para que comprendan cómo funcionan las herramientas. Si consigues que esa herramienta sea solo ese lapicero y

papel, el día que una herramienta se gasta o deja de servir o aparece algo mejor son capaces de cambiar. Este es el reto y creo que Arduino lo ha conseguido

La Pandemia ha supuesto un punto de inflexión en la forma de ver muchas cosas. Una de ellas es la necesidad de desarrollar la capacidad creativa e innovadora para encontrar soluciones prácticas a situaciones nuevas de forma urgente. ¿Cómo podría Arduino ayudar en esta línea?

La cuestión en este caso es doble. Por una parte, Arduino como herramienta ha sido utilizada durante la pandemia y no solo en el campo de la educación sino dentro de cualquier campo. Y, por otra parte, lo que ha hecho Arduino como proyecto y como empresa durante la pandemia para facilitar la educación, dadas las condiciones de distancia social y trabajo de forma individual, que impone la pandemia.

Arduino educación siempre se ha basado en buscar lo más conveniente para poder traer la educación digital a los centros. Esto implica reutilización y bajo precio entre otros factores. Al diseñar *kits* educativos pensamos en que una clase tuviera unas 7 placas para unos 30 alumnos, de manera que hubiera una para el profesor y una para cada grupo de alumnos, por ejemplo de 5.

Cuando llega la pandemia esto ya no puede ser así y tuvimos que repensar cómo generar todo el sistema educativo de forma

Irrumpimos con un concepto sobre cómo introducir tecnología, cuando todo el mundo estaba hablando de introducir robótica en el aula.

individual. Hicimos una migración súper rápida, en cuestión de 3 meses, para que todo el contenido educativo básico más popular de ese momento, fuera utilizado de forma individual. Además, se revisaron los costes.

Por dar un dato curioso, en Arduino vimos claramente, desde un punto de vista del negocio, que *Arduino educación* para el 2020 no iba a ganar dinero y, sin embargo, invertimos para ayudar. Teníamos mucha gente dedicada a la empresa y no queríamos hacer un ERTE. La verdad es que la inversión mereció la pena en todos los aspectos. Por una parte, mucha gente estaba interesada en seguir trabajando, lo único que les hacía falta eran herramientas que les permitieran separar a los alumnos unos de otros. Y ha tenido muchísimo éxito. Ahora sabemos perfectamente que si una región educativa quiere equipar un montón de centros es más fácil equipar con *kits* de laboratorio que con *kits* personales, a largo plazo es mejor.

Y, por otra parte, Arduino es una empresa europea. Tenemos oficinas en tres países: Suecia, donde estoy yo; Suiza, donde tenemos la oficina de propiedad intelectual; e Italia donde tenemos las fábricas. Además tenemos gente trabajando en muchos países como Alemania, Dinamarca, España o Estados Unidos.

Cuando empezó el confinamiento en Italia se paró la producción de todo, pero no de Arduino, porque había muchísima gente que estaba empleando *arduin*os para fabricar equipo médico alternativo. Trabajamos muy duro para conseguir

que el gobierno italiano produjera un documento de excepción y poder seguir trabajando. Tuvimos que invertir en material de protección para todo nuestro equipo y para las empresas con las que trabajamos.

Se habla mucho de introducir la programación y la robótica como contenido curricular y hay países que ya lo han hecho. ¿Qué opinas? ¿A qué nivel crees que puede ser útil para la población en general en un futuro no muy lejano?

Hay países que ya tienen un plan de introducción de la tecnología a nivel nacional o regional. Por ejemplo, los Estados Unidos o Reino Unido tienen currículos regulados.

Sin embargo, existe un problema a nivel transnacional. Por ejemplo, si comparas los currículos de Estados Unidos con los de Reino Unido estrictamente no son parecidos. Se ha llegado a un acuerdo sobre cuántas matemáticas tiene que saber una persona cuando llega a la universidad, pero no cuánta programación. Y de momento esta pregunta no la podemos responder porque todavía no tenemos muy claro cuáles son las capacidades tecnológicas necesarias para poder ser un buen ciudadano. Todos tenemos claro cuáles son las capacidades matemáticas básicas, ético-sociales, lingüísticas, etc. Pero las tecnológicas no, y todavía menos entre países. En este momento esto se emplea como una herramienta para tener ventaja competitiva frente a otro país, esa es la realidad.

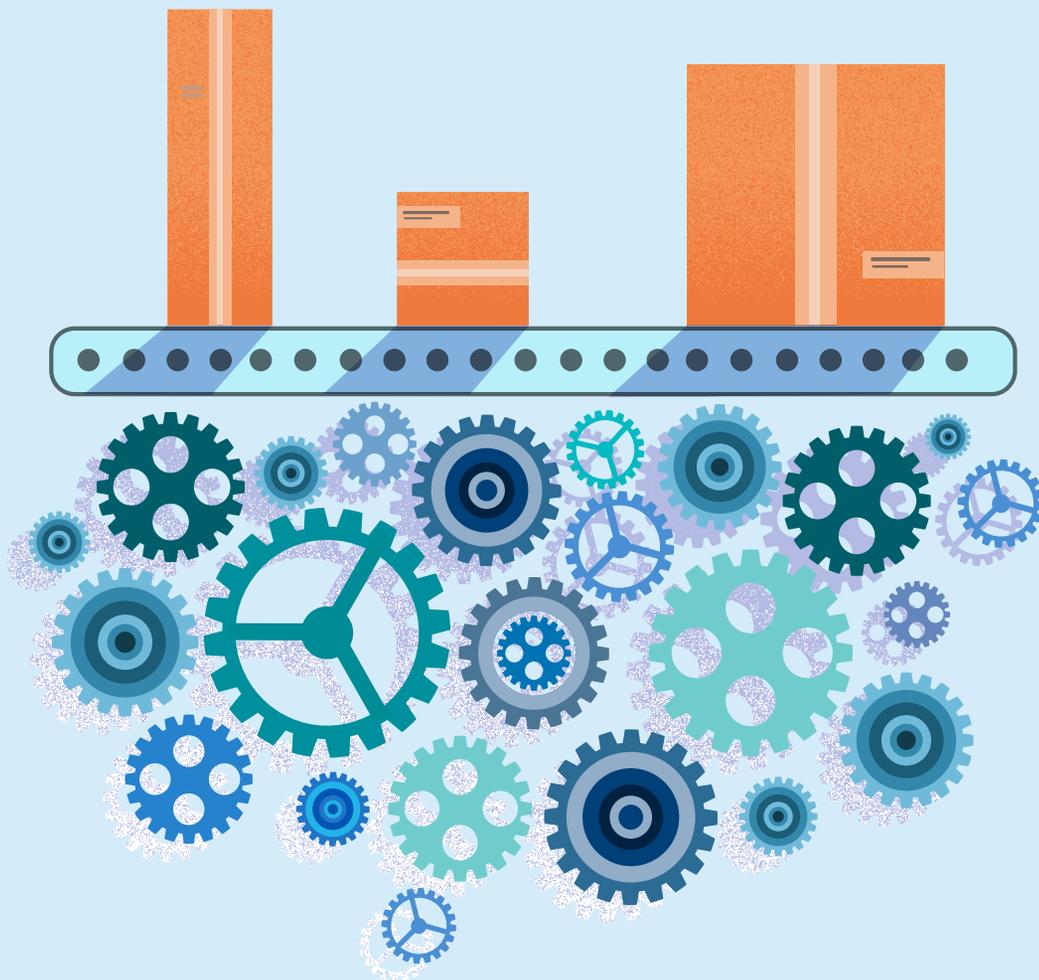
A mí esto me plantea una cuestión

ética bastante importante. Cuando la educación se convierte en una herramienta política, tenemos un problema y mejorar el sistema se complica. Todo el mundo quiere prometer más trabajo y se piensa que educando a la gente en tecnología va a tener más trabajo después. Pero esto solo es así para los que llegan primeros, los que llegan segundos ya no lo tienen. Es como la paradoja que se dio en España en los años 80: si aprendías inglés era muy fácil encontrar trabajo y en el 2000 si no sabías inglés nunca ibas a encontrar trabajo. Este es el problema que vamos a tener, al principio cuando sabes programación y tecnología en general es más fácil encontrar trabajo, entrar en carreras más complejas, etc. Después el problema va a ser que si no lo sabes no vas a poder entrar y este es el reto que nos tenemos que empezar a plantear. En el momento que hemos medido cuales son los requisitos mínimos que toda persona debería de saber, el que no los sepa no pasará el filtro. Por eso el verdadero reto ético es conseguir una educación de calidad para todos.

Hace tiempo que hay una gran preocupación por aumentar las vocaciones científico-tecnológicas. En la actualidad hay infinidad de iniciativas STEM para favorecerlas. Sin embargo, no se perciben grandes cambios. ¿Tienes alguna idea sobre qué más se podría hacer? ¿Se te ocurre algún camino para que más niñas y jóvenes vean atractivo este camino?

El acceso a estudios tecnológicos es importante no solo en el caso de las mujeres sino también en el de todos los colectivos discriminados en general. Yo he dado, por ejemplo, clase de diseño a una alumna que necesitaba una asistente constantemente y nos obligó a repensar la pedagogía. Junto a mi compañero Tom, otro de los creadores de Arduino, revisamos

Al principio cuando sabes programación y tecnología en general es más fácil encontrar trabajo, entrar en carreras más complejas, etc. Después el problema va a ser que si no lo sabes no vas a poder entrar y este es el reto que nos tenemos que empezar a plantear.



Todavía no tenemos muy claro cuáles son las capacidades tecnológicas necesarias para poder ser un buen ciudadano.

la forma como funciona nuestro sistema de desarrollo para poder trabajar con alumnos invidentes.

Otro aspecto importante es cómo atraer a la mujer en general hacia lo que serían las nuevas tecnologías, eso es una discusión en la que yo personalmente estoy poco equipado para hablar mucho, pero sí puedo decir que en mi facultad varía muchísimo la ratio de género, hay

años que tenemos un 50% de chicas, otros tenemos solo un 20% y años que tenemos un 70%. Somos una escuela en la que hay una carga potente de tecnología, se aprende a programar, se aprende electrónica, se aprende a trabajar en un taller, se diseñan objetos interactivos, etc. Hemos hecho estudios e intentado analizar el marketing que hacemos en los centros de la ciudad y demás, la única razón que hemos encontrado es una mera cuestión estadística, sin correlación alguna. No nos lo esperábamos. Sé que en España se han hecho experimentos de cambiar el programa educativo de nombre y poner la palabra diseño para que así entraran más chicas, por ejemplo.

En lo que se refiere a la idea de hacer un país más competitivo o no

competitivo, creo que el tema no es tanto hacer un país competitivo sino ayudar a la gente a crecer y a que puedan desarrollarse como personas en el futuro y a que tengan una vida aceptable y en sintonía con el medio ambiente.

Para eso hace falta primero, educar en valores. Creo que los centros educativos a nivel básico lo intentan, pero quien no lo cubre es nuestra sociedad. Si un niño ve por la televisión que se gana mucho más dinero haciendo el tonto en un programa que estudiando duramente durante muchísimo tiempo, porque estudiar ingeniería no es fácil y lleva tiempo y no podemos dulcificarlo; si tiene que balancear las dos cosas ¿con qué se va a quedar? Sin ver que hay una relación entre el esfuerzo

de hoy con valores a largo plazo, es muy difícil realmente que consigamos que la gente se esfuerce por estudiar, ya no digo tecnologías, sino estudiar en general. Esto no solo pasa en España, también pasa en Suecia. Tenemos que replantearnos a nivel social cuál es el tipo de valores que estamos transmitiendo y por qué se está borrando la cultura del esfuerzo.

Cuando generamos tecnología para que la gente aprenda, estamos también dulcificando la interfaz, lo hacemos más fácil para que la gente se sienta atraída y le resulte más fácil participar de ese proceso, aprender y utilizarlo.

Esto es una cosa que siempre me planteo. Frente al debate sobre cómo deben aprender a programar los niños, en bloques o en código. Claro, siempre me inclino por aprender a programar en bloques, que es más sencillo. Pero hasta ahora hay muy pocos estudios que vean una conexión fuerte entre la comprensión de los sistemas y las matemáticas gracias a la programación en bloques frente a la que se adquiere programando en código. Y el código a día de hoy es todavía cómo funcionan las cosas. Por lo que si les enseñas a programar en bloques, tendrán que reaprender a programar cuando salten al código.

A lo mejor no deberíamos dulcificar tanto esa parte del proceso, pero si buscar una forma, una pedagogía mejor, para explicar esos aspectos que son complicados de una forma mejor, para que la gente tenga un mejor acceso y una mejor entrada a la tecnología.

Nosotros mismos vivimos en una sociedad en la que estamos intentando hacer el mínimo esfuerzo, creamos tecnologías para hacer el mínimo esfuerzo y, sin embargo, aquí es donde viene la pescadilla que se muerde la cola, programar tecnología a veces no se puede con el mínimo esfuerzo, a veces requiere dar un paso de abstracción muy fuerte.

Mucha gente piensa que aprender tecnología se hace con una clase a la semana durante todo un año, que eso es programar y eso no es verdad. Hay que programar en 1º, 2º, 3º etc., hay que programar hasta en la universidad. No es que lo aprendas en un curso y ya está, es igual que aprender lengua, lo aprendes durante muchos años,

es complejo y lleva años comprender cómo funciona. Cuando aprendes matemáticas, no te dan una pincelada de matemáticas, sino que un año aprendes aritmética, luego álgebra, luego ecuaciones de segundo grado y más tarde cálculo avanzado. Este planteamiento todavía no ha llegado a la tecnología.

Creo que mejorar la docencia también cambiaría las cosas. Dar clase es tu trabajo principal, pero tendrás que hacer investigación sobre cómo has de dar clase desde el campo en el que des para buscar la forma más eficiente de transmitir esos conocimientos y que sea más funcional y, aparte, nada es estático todo tiene que estar constantemente cambiando porque la gente cambia, la sociedad cambia, las herramientas cambian. Esto es una parte del debate. La otra parte del debate es sobre cómo hacer que todo el mundo aprenda.

Yo soy ingeniero de telecomunicaciones, esto siempre lo he pensado desde el punto de vista de la radio AM. La radio AM de toda la vida se puede hacer con un receptor, una patata, un condensador y un altavoz. Esa es la radio que jamás podemos dejar de tener, porque con componentes mínimos podemos realizar un sistema de comunicación que puede llegar a toda la sociedad. Sin embargo, es mucho más eficiente emplear tecnología FM y no te digo la digital. Así pues, no podemos quitarnos lo básico.

Ese mismo planteamiento tendríamos que verlo a nivel de lo que sería la educación a nivel digital, si la sociedad funciona de forma digital, ¿cuál es la patata y el condensador de la tecnología digital que todo el mundo tiene que aprender, que no podemos quitar? Porque hace falta tener esa parte, sino va a ser muy difícil realmente que la gente comprenda cómo funciona el mundo en el que vive, será todo magia negra.

Según un estudio de Microsoft Research hasta gente que no sabe leer, sabe utilizar el teléfono móvil para comunicarse. Lo importante es que si aprender a leer es un derecho, aprender cómo funciona todo lo que tienes a tu alrededor también debería serlo. Creo que tendríamos que pensar en ello, en cuál es nuestra patata y nuestro condensador.

Tenemos que replantearnos a nivel social cuál es el tipo de valores que estamos transmitiendo y por qué se está borrando la cultura del esfuerzo.

