



## El Museo de Informática de la UPV como puerta de entrada a las enseñanzas técnicas universitarias: compromiso con la sociedad en sus actividades didácticas

X. Molero-Prieto, A. Veloso-Padilla

[xmolero@upv.es](mailto:xmolero@upv.es); [abvepa@inf.upv.es](mailto:abvepa@inf.upv.es)

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica  
Universitat Politècnica de València  
Camino de Vera, s/n  
46022 Valencia, España

---

### **Abstract**

*The public universities have the unwavering commitment to try to solve the most pressing problems of society to whom they owe, such as the sustainability of the planet or the defense of human rights. However, the qualifications of scientific and technical profile have experienced during the last decades a drastic reduction in the number of women among their students, which reduces the chances of success in the resolution of these serious problems.*

*The case of computer science is not an exception, despite the fact that women have played a prominent role since its inception. To conjure up this situation, the Museum of Informatics of the Universitat Politècnica de València has designed a set of pedagogical initiatives that have as one of its objectives to put in value the role of women in the genesis and development of information technology. At the same time, other key aspects are considered, such as the strengthening of computational thinking through programming and cryptography, without forgetting the diffusion of the informatics cultural heritage. This article justifies and describes these initiatives taking into account that, for many of its visitors, they will be the gateway to their future university studies.*

**Keywords:** *computational thinking, e-waste, gender discrimination, cryptography, history of informatics, dissemination of informatics heritage*

---

### **Resumen**

*Las instituciones universitarias de carácter público tienen el compromiso ineludible de intentar resolver los problemas más acuciantes de la sociedad a quien se deben, tales como la sostenibilidad del planeta o la defensa de los*

*derechos humanos. Sin embargo, las titulaciones de perfil científico y técnico han experimentado durante las últimas décadas una drástica reducción del número de mujeres entre sus estudiantes, lo cual resta posibilidades de éxito en la resolución de estos graves problemas.*

*El caso de la informática no es una excepción, a pesar de que la mujer ha tenido un papel destacado desde sus inicios. Para conjurar esta situación, el Museo de Informática de la Universitat Politècnica de València ha puesto en marcha una serie de iniciativas pedagógicas que tienen como uno de sus objetivos poner en valor el papel de la mujer en la génesis y desarrollo de la informática, al tiempo que se potencian otros aspectos clave como el fortalecimiento del pensamiento computacional mediante la programación y la criptografía, sin olvidar la difusión del patrimonio cultural informático. En este artículo se justifican y describen estas iniciativas con la mirada puesta en que, para muchos de sus visitantes, serán la puerta de entrada a sus futuros estudios universitarios.*

**Palabras clave:** *pensamiento computacional, basura electrónica, discriminación por género, criptografía, historia de la informática, difusión del patrimonio informático*

## **1. Introducción y motivación**

El Museo de Informática<sup>1</sup> de la Universitat Politècnica de València, desde su creación en el mes de diciembre del año 2001, desarrolla un proyecto de difusión del patrimonio cultural informático con una decidida vocación de servicio público, en total sintonía con la definición de museo establecida por el ICOM (*International Council of Museums*) en el año 2007: «El museo es una institución sin fines lucrativos, permanente, al servicio de la sociedad y de su desarrollo, abierta al público, que adquiere, conserva, investiga, comunica y expone el patrimonio material e inmaterial de la humanidad y su medio ambiente con fines de educación, estudio y recreo»<sup>2</sup>.

Dado su carácter propiamente universitario, el museo ha potenciado de forma destacada el vínculo con la educación y formación de sus visitantes mediante el diseño de un conjunto de actividades educativas dentro del ámbito definido por el acrónimo inglés STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics*) que intentan fomentar la interdisciplinariedad del aprendizaje y mostrar el lado más humanista de la ciencia y la tecnología.

---

<sup>1</sup> La página web <http://museo.inf.upv.es/> recoge la información básica del museo: actividades, horarios, visitas, catálogo online, etc.

<sup>2</sup> En la actualidad esta definición está siendo revisada y será tema de debate en la próxima reunión del ICOM en septiembre de 2019. Más información en <https://icom.museum/es/news/the-challenge-of-revising-the-museum-definition/>.

Para cumplir con el compromiso y la vocación de servicio público del museo, el eje vertebrador de las actividades se vehicula en otros planos paralelos que abarcan, entre otros, la difusión del pensamiento computacional en la resolución de problemas (Wing, 2006), la puesta en valor del papel de la mujer en la historia de la informática y la búsqueda del compromiso con la sostenibilidad del planeta y la defensa de los derechos humanos<sup>3</sup>.

Este trabajo pretende justificar y mostrar con más detalle cómo se han materializado estas líneas maestras en las distintas actividades didácticas ofrecidas por el Museo de Informática a sus visitantes, mayoritariamente estudiantes de educación secundaria, a sabiendas de que son escaparate y, potencialmente, puerta de entrada a futuros –y futuras– estudiantes de la universidad.

## 2. Nuestro compromiso con los problemas de la sociedad

### 2.1 Entrada Sostenible por la sostenibilidad del planeta

Un reciente y breve informe publicado en enero de 2019 por la *Platform for Accelerating the Circular Economy* (PACE), respaldado por Naciones Unidas, indica que en el año 2018 se generaron 50 millones de toneladas (50.000.000.000 kg) de residuos electrónicos. De toda esta basura apenas el 20% se recicla de forma adecuada. Si no se hace nada por remediarlo, este número se incrementará hasta los 120 millones y la industria pasará a consumir el doble de las materias primas de las actuales para satisfacer la demanda de este tipo de productos<sup>4</sup>.



Figura 1 Entrega de la Entrada Sostenible en los puntos de reciclaje del Museo de Informática

En la Asamblea General del ICOM celebrada en Viena en 2017 se aprobó una resolución para promover el desarrollo sostenible desde el ámbito museístico. De acuerdo con este espíritu, el Museo de Informática ha puesto en marcha desde el año 2016, en colaboración con la Unidad de Medio Ambiente de la Universitat Politècnica de València, la iniciativa denominada Entrada Sostenible. Esta entrada exige que todos los participantes en las actividades didácticas ofrecidas por el museo aporten, a modo de pago en especie por el disfrute de la

<sup>3</sup> Estos objetivos se engloban dentro de los diecisiete ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) promovidos por Naciones Unidas en 2015. Véase más información en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

<sup>4</sup> *A New Circular Vision for Electronics. Time for a Global Reboot*. El informe está disponible en <https://www.itu.int/en/ITU-D/Cli-mate-Change/Documents/2019/A-New-Circular-Vision-for-Electronics.pdf>.

actividad, un residuo eléctrico o electrónico para reciclar. Técnicamente se trata de llevar al museo uno o varios RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) por persona y depositarlos en puntos de reciclaje o puntos verdes instalados al efecto (véase la Figura 1). Desde su inicio ya se han reciclado más de 7.500 RAEE, principalmente pilas, baterías, cables y auriculares, entre otros muchos tipos de residuos. El hecho de que este número sobrepase el de visitantes en las dos últimas campañas de actividades demuestra que su nivel de concienciación es cada vez más alto.

Estamos convencidos de que este simple gesto ayuda a concienciar a nuestros visitantes acerca de la problemática generada por la basura electrónica y a servir de punto de reflexión en torno no solo a la cuestión del desarrollo sostenible del planeta, sino también a otros íntimamente relacionados con él.

## **2.2 Cuestión de género y homofobia en la historia de la informática**

Desde el punto de vista de la historiografía científica y, sobre todo, dentro de los estudios realizados acerca del desarrollo histórico de la informática, se ha puesto de manifiesto la invisibilidad de las contribuciones aportadas por mujeres, dando pie al falso estereotipo de un género con poco interés o, en el peor de los casos, nula capacidad para desarrollar su trabajo en el campo informático (Molero, 2015).

Esta ausencia, difícil de justificar a la luz de las aportaciones, se está intentando corregir desde finales del siglo XX. El Museo de Informática tiene como objetivo contribuir a que el papel de la mujer desempeñado en las ciencias de la computación recupere el valor que le corresponde y sirva a su vez para atraer a más público femenino al ámbito informático. No en vano en la década de los 60 del siglo pasado todavía se entendía la programación como una actividad especialmente apropiada para mujeres, quienes representaban aproximadamente la mitad de las personas dedicadas a programar (Abatte, 2012).

Entre otros casos de mujeres consideradas en las distintas actividades del museo, podemos citar el caso de Ada Byron, condesa de Lovelace, quien ya en 1843 consiguió publicar en la revista británica *Scientific Memoirs* un artículo científico firmado solo con las iniciales A.A.L. en el que describía cómo programar la Máquina Analítica de su amigo el matemático Charles Babbage para computar los conocidos números de Bernoulli. Ada Byron tuvo además el privilegio de vislumbrar que el diseño de Babbage, más que una calculadora estrictamente aritmética, podría usarse para manipular cualquier otro tipo de información, como la música, siempre que fuese codificada usando símbolos manipulables por la máquina y programada según sus propias reglas (Essinger, 2015; Hollings et al., 2018).

Ada Byron no es el único caso, por supuesto. Un ejemplo paradigmático es el de las denominadas *ENIAC girls*, un grupo de seis mujeres, cuatro de ellas graduadas en matemáticas, que supieron sacar partido al ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Computer*), uno de los primeros computadores electrónicos de la historia desarrollado por el ejército estadounidense durante la Segunda Guerra Mundial. Estas mujeres desarrollaron complejos programas

para esta máquina de arquitectura difícil mediante la manipulación de conmutadores y cables de interconexión, pero fueron totalmente ignoradas por la prensa cuando la máquina se desveló al público en febrero de 1946 (Isaacson, 2014).

Otro ejemplo es el de Margaret Hamilton, que acuñó el término *ingeniería del software* y fue directora del equipo que desarrolló el software de navegación del ordenador de a bordo del Programa Espacial Apolo que llevó al hombre a la Luna hace ahora medio siglo.

El caso de Alan Turing, uno de los padres de la informática moderna y responsable en gran medida de la victoria aliada en la Segunda Guerra Mundial por su trabajo en el desciframiento de la Máquina Enigma, tiene que ver con la homofobia. Turing fue procesado por homosexualidad por la justicia británica, la misma que condenó a Oscar Wilde más de medio siglo antes. Al reconocerse abiertamente homosexual, fue condenado por «indecencia grave y perversión sexual» y obligado a someterse a un proceso de castración química para reducir su libido que le provocó graves problemas de salud física y psíquica. Turing murió dos años después por ingestión de cianuro y hay varias hipótesis acerca de su muerte. Hasta el año 2009 el gobierno británico no se disculpó por el trato que recibió Alan Turing en sus últimos años de su vida, y lo hizo obligado por una movilización de carácter público. El indulto le llegó algo más tarde, en 2013, casi cincuenta años después, por orden de la reina Isabel II.

Hoy más que nunca encontramos numerosos ejemplos en la literatura y el cine que pueden ayudar al público más joven a conocer detalles del trabajo de estos personajes y de las injusticias que sufrieron, como el cómic de Sidney Padua (2015) sobre Ada Byron, el film *Descifrando Enigma* dirigido en 2014 por Morten Tyldum sobre Alan Turing o la serie de cortos sobre mujeres en informática dirigidos por mujeres (Kleiman et al., 2016).

### **3. Las actividades didácticas como puerta a la universidad**

Las actividades se dividen en dos grupos bien diferenciados. Por un lado están las visitas guiadas, que vienen a ser las actividades más habituales en los museos. En el otro grupo englobamos los talleres que tienen como objetivo la participación activa de los visitantes durante la actividad. Dado que el museo está concebido como polo de atracción de los futuros estudiantes universitarios, las actividades se orientan a alumnado de niveles de educación secundaria: ESO, Ciclos Formativos y Bachillerato. Estos talleres se diseñan, como veremos más abajo, teniendo en mente el nivel educativo de los visitantes, el trabajo, la aplicación del pensamiento computacional a la resolución de problemas y, finalmente, la relación e implicación que la informática tiene en problemas contemporáneos como la basura electrónica, el calentamiento global o la defensa de los derechos humanos.

#### **3.1 Visitas guiadas e interpretadas**

La visita guiada es la mejor manera de conocer las instalaciones y fondos del Museo de Informática. La actividad se inicia con una introducción al proyecto de difusión patrimonial del museo y la proyección de un breve documental sobre la historia de la informática. A continuación se presenta un conjunto de antiguos anuncios publicitarios emitidos por televisión

que enlazan con el recorrido guiado por la exposición permanente, ya que tratan de objetos (microcomputadores en este caso) expuestos en el museo. En la visita se contemplan dispositivos de cálculo aritmético, los principales hitos de la informática doméstica y un buen número de sistemas informáticos de diferentes tamaños y potencias de procesamiento, al tiempo que se concienza en materias medioambientales y de igualdad de género.

### **3.2 Talleres de introducción a la programación**

La programación es una destreza indispensable para el siglo XXI. El entorno y lenguaje de programación elegido es Scratch (Marji, 2014), un proyecto del grupo Lifelong Kindergarten del MIT Media Lab liderado por Mitch Resnick de carácter gratuito<sup>5</sup>. El museo ha elaborado dos talleres para introducir a sus visitantes en el mundo de la programación, uno de carácter básico y otro avanzado. En el primero enseñamos a programar a través de la concepción, análisis y diseño de un videojuego sencillo. En este taller se trabajan conceptos fundamentales de la programación como secuencialidad, iteración, concurrencia y salto condicional.

El taller avanzado, ideado para personas que ya poseen conocimientos básicos de programación, incorpora la programación física a través de los sensores de la tarjeta Picoboard<sup>6</sup>. En concreto, los visitantes diseñan un juego que simula el inflado de un globo usando diversos sensores (ruido, conductividad eléctrica, luz, incluso botones) y compiten midiendo el tiempo en que lo mantienen con un mínimo de aire sin permitir que explote. El diseño del programa añade conceptos como la declaración e inicialización de variables, así como la sincronización mediante el envío de mensajes.

### **3.3 Taller de retroprogramación y videojuegos clásicos**

Esta actividad sumerge al visitante en el mundo y los usos informáticos de los primeros ordenadores domésticos. Utilizamos microordenadores Amstrad CPC de los años 80 del siglo XX para analizar pequeños programas en lenguaje BASIC, que no es preciso conocerlo previamente. El taller se desarrolla en el *Museo en vivo*, un diseñado para trabajar con los fondos museográficos en tareas de divulgación, restauración y preservación (véase la Figura 2).



**Figura 2** El lenguaje BASIC en el taller de retroprogramación (*Museo en vivo*)

<sup>5</sup> Para más detalles sobre este proyecto véase la página web <https://scratch.mit.edu/about>.

<sup>6</sup> El enlace <https://www.picocricket.com/picoboard.html> muestra una descripción de esta tarjeta.

Con ordenadores de más de treinta años y todavía operativos se toma contacto con el almacenamiento basado en cintas de casete y en discos flexibles con caras diferenciadas, con sus elevados tiempos de acceso y su escasa fiabilidad. El taller plantea como reto modificar el videojuego arcade *Bomb Jack*, publicado en 1984 por la empresa japonesa Tehkan y famoso por el uso de melodías sonoras, para conseguir vidas infinitas a través de la reescritura en memoria principal del código apropiado. Tras conseguir el reto, los visitantes ya pueden jugar libremente con este videojuego con características propias de los gustos de su época.

### 3.4 Talleres de criptografía y criptoanálisis

Dentro de esta temática el museo ha diseñado un conjunto de tres talleres con distintos enfoques y niveles de dificultad. En todos ellos se trabaja fundamentalmente la labor de criptoanálisis (Singh, 2000), poniendo énfasis en la aplicación del pensamiento computacional y en la experimentación de las ventajas del trabajo en equipo.

En primer lugar, un taller sobre criptografía clásica permite conocer algunos métodos conocidos de encriptación por transposición y sustitución mono y polialfabética (escítala espartana, cifrado de César, disco de Alberti). Además de construir y usar su propio disco de Alberti, los participantes aplican la base matemática elemental del criptoanálisis (Figura 3).

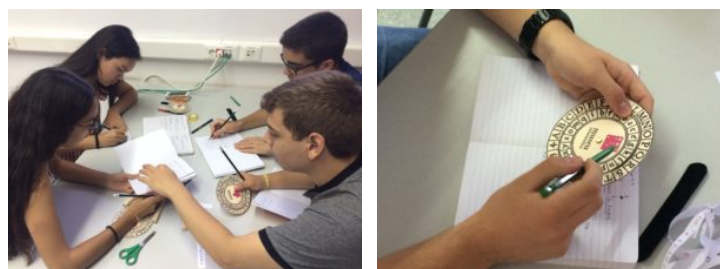


Figura 3 Trabajo de criptoanálisis mediante el disco de Alberti

El segundo taller propone conocer la vida y obra de Alan Turing, centrándose en el papel que desempeñó durante la Segunda Guerra Mundial como criptoanalista de los mensajes alemanes cifrados con la Máquina Enigma. En la parte práctica los participantes del taller hacen de criptoanalistas utilizando una versión reducida de la Máquina Enigma de tres rotores construida en madera. El reto consiste en descifrar varios mensajes codificados con esta máquina a partir de un conjunto de pistas.

Finalmente, un tercer taller se centra en el origen del cifrado de clave pública. En particular, se muestra el fundamento matemático de los sistemas de cifrado asimétrico usado en los sistemas informáticos y aplicaciones de mensajería actuales como WhatsApp. A través de actividades prácticas se explica el principio de Kerckhoffs, la diferencia entre clave pública y privada, se examinan las bases del algoritmo de Diffie-Hellman y se intenta romper el cifrado de mensajes. Este taller requiere una mínima base matemática (factorización, números primos), por lo que está especialmente indicado para el alumnado de Bachillerato.

#### **4. Conclusiones**

En este trabajo se han dado a conocer las actividades didácticas que el Museo de Informática ha puesto en marcha de acuerdo con su proyecto de difusión patrimonial ligado a su vocación de servicio público y su compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas. A grandes rasgos, las actividades se centran en la potenciación del pensamiento computacional, la puesta en valor del papel de la mujer en la historia de la informática, la defensa de la igualdad de género y la búsqueda del compromiso de sus visitantes con la sostenibilidad del planeta.

Como líneas futuras de trabajo destacamos: la incorporación de la tarjeta microcontroladora micro:bit<sup>7</sup> en las actividades ligadas al pensamiento computacional, el ofrecimiento de visitas guiadas temáticas y, por último, la cesión de recursos (espacios y fondos museográficos) a aquellos docentes que quieran dinamizar alguna actividad pedagógica propia en el museo.

#### **Referencias**

- Abatte, J. (2012). *Recoding gender: women's changing participation in computing*. The MIT Press Ed. Massachusetts. 258 pp.
- Essinger, J. (2015). *El algoritmo de Ada: la vida de Ada Lovelace, hija de Lord Byron y pionera de la era informática*. Alba Editorial Ed. Barcelona. 232 pp.
- Hollings, C., Martin, U., Rice, A. (2018). *Ada Lovelace: The Making of a Computer Scientist*. The Bodleian Library Ed. Oxford. 114 pp.
- Isaacson, W. (2014). *Los innovadores: genios que inventaron el futuro*. Debate Ed. Barcelona. 608 pp.
- Kleiman, K., Palfreman, J., McMahon, K. (2016). Great unsung women of computing [Vídeo-DVD]. Serie *The computers, the coders and the future makers*. WMM (Women Make Movies). New York.
- Marji, M. (2014). *Learn to Program with Scratch: A Visual Introduction to Programming with Games, Art, Science, and Math*. No Starch Press, Incorporated Ed. San Francisco. 288 pp.
- Molero, X. (2015). De Ada Byron a Grace Hopper y las programadoras del ENIAC: los bits, en femenino. *Novática*, 231, 20-25.
- Padua, S. (2016). *Las emocionantes aventuras de Lovelace y Babbage*. Editorial UOC Ed. Barcelona. 320 pp.
- Singh, S. (2000). *Los códigos secretos. El arte de la ciencia y la criptografía, desde el antiguo Egipto a la era Internet*. Debate Ed. Barcelona. 384 pp.
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49, 33-35.

---

<sup>7</sup> Esta tarjeta forma parte de una iniciativa educativa de la corporación pública británica de medios de comunicación BBC para potenciar la creatividad digital de la población más joven. Comunidad micro:bit en España: <http://www.microes.org/>