

# El Museo de Informática como dinamizador de la asignatura Estructura de Computadores

Ana Pont

Xavier Molero

Milagros Martínez

Antonio Robles

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica  
Departament d'Informàtica de Sistemes i Computadors  
Universitat Politècnica de València

apont@disca.upv.es

xmolero@disca.upv.es

mimar@disca.upv.es

arobles@disca.upv.es

## Resumen

En este trabajo mostramos cómo el Museo de Informática de la Universitat Politècnica de València (UPV) se puede convertir en un instrumento didáctico adicional tanto para motivar a nuestros alumnos en el estudio de la asignatura Estructura de Computadores como para cumplir con la importante misión de difundir la cultura e historia de la informática entre los estudiantes de grado de ingeniería informática. La experiencia se ha llevado a cabo al inicio del curso 2013/14 con los alumnos de segundo año del mencionado grado en el ámbito de las tareas académicas de la asignatura. El artículo explica los detalles de la articulación de la visita para una asignatura de más de 400 alumnos organizados en 7 grupos de aula. La visita se ha llevado a cabo tanto dirigida directamente por el profesorado como de forma auto-guiada mediante un cuestionario. Por último, este trabajo muestra la manera en que se ha evaluado la experiencia y las conclusiones extraídas de la misma a fin de poder planificarla en los próximos cursos.

## Abstract

This paper shows how the Museo de Informática of the Universitat Politècnica de València (UPV) can be useful to motivate our students in the study of the subject of Computer Organization and, in general, for spreading the culture and history of Computers among the students of the Computer Engineering Degree. The experiment has been carried out during the academic year 2013/14 as a new activity of the above mentioned subject. This work explains how we organized this visit for more than 400 students corresponding to 7 different class groups. The visit has been carried out either directly by teachers or self-guided in an interactive way. Finally, we show how we have evaluated the experience, the lessons learned from it and also the plan for future years.

## Palabras clave

Motivación, Materias básicas, Museo de Informática, Informática y sociedad, Historia de la informática

## 1. Introducción y motivación

En la enseñanza de materias básicas de las titulaciones de Informática, y en especial de aquellas que tienen como objetivo ofrecer una visión sobre los fundamentos de los computadores y los elementos básicos del hardware y software que los componen, resulta especialmente difícil dar una visión aplicada y cercana a la realidad de sus contenidos. Conocer los principios básicos del funcionamiento de un computador requiere de una serie de simplificaciones y abstracciones que resultan muy lejanas de la realidad tecnológica actual, pero que son necesarias para crear la base de conocimiento que permita, con posterioridad, abordar conceptos y paradigmas actuales, mucho más complejos y sofisticados.

Esta visión elemental de la máquina es muchas veces poco atractiva y desmotivadora para nuestros actuales estudiantes, acostumbrados a utilizar, en su día a día, dispositivos y aplicaciones basados en las últimas tecnologías difícilmente relacionables con los contenidos de la materia. Motivar a los estudiantes para que encuentren atractivas estas materias básicas deviene, por tanto, una tarea difícil.

Por otra parte, la reducción de horas lectivas llevada a cabo en los recientes planes de estudio, así como la desaparición de las asignaturas de libre elección, hace cada vez más difícil dedicar tiempo a aspectos relacionados con la historia de la informática. Si bien estos aspectos no forman parte directamente de las competencias y habilidades específicas que se esperan conseguir de los estudios, sí son, en nuestra opinión, conocimientos básicos a reivindicar para la formación de los ingenieros informáticos y de hecho forman parte de los currícula en algunas importantes universidades [1].

Conocer la historia y evolución de cualquier ciencia o técnica no solo ayuda a comprender y contextualizar mejor el presente, sino que, además, proporciona un bagaje cultural muy valioso para nuestros egresados y permite mejorar la sensibilidad y compromiso con la sociedad y el medio ambiente. En este sentido [3] explica cómo profesores y estudiantes pueden beneficiarse de la historia de la informática.

Por todo ello, consideramos que conocer la historia de la informática no es únicamente una forma de motivar a nuestros estudiantes sino que, además, contribuye de forma clara a alcanzar las competencias de la titulación [7]. El Museo de Informática de la UPV nos brinda una oportunidad única para conseguir un doble objetivo en nuestros alumnos:

1. Motivar el estudio y facilitar la comprensión de la materia Estructura y Arquitectura de Computadores.
2. Ampliar su cultura informática a través del conocimiento de su historia y evolución tecnológicas.

Algunas de las propuestas recogidas en la literatura abierta recomiendan introducir la historia de la informática como elemento motivador en los primeros cursos de los estudios [2] y [6]. Por ello, se planificó la visita al Museo de Informática de la UPV como una actividad asociada a la asignatura Estructura de Computadores. Esta actividad se planteó como una tarea más a realizar dentro de la asignatura y con la misma filosofía que el resto de actividades pedagógicas, esto es, con carácter voluntario pero puntuable.

En el resto del artículo se indica el contexto de la asignatura, se describe brevemente el museo objeto de la visita y se explica cómo se ha llevado a cabo esta actividad, detallando, entre otras, su organización y el contenido de la misma, así como la conexión con la materia estudiada. Finalmente, se describe cómo se ha valorado el impacto de la experiencia, el alcance de los objetivos propuestos y el nivel de satisfacción mostrado por los estudiantes con la misma.

## 2. Estructura de Computadores: la asignatura

La asignatura Estructura de Computadores (EC) del plan de estudios de Grado en Ingeniería Informática (GII) que se imparte en la UPV forma parte de la materia de carácter obligatorio denominada Estructura y Arquitectura de Computadores. Esta materia se descompone en dos asignaturas, la mencionada EC, con un peso de 9 ECTS e impartida de manera anual en segundo curso, y la asignatura Arquitectura e Ingeniería de Computadores, de 6 ECTS y ubicada en el primer semestre del tercer curso. La carga anual de

la asignatura EC se organiza en 6 ECTS de teoría de aula y problemas y 3 ECTS de laboratorio.

Como base informática previa, los estudiantes han cursado 24 ECTS con carácter de formación básica a través de las asignaturas Fundamentos de Computadores, Introducción a la Informática y a la Programación, Tecnología de Computadores y, finalmente, Programación, todas ellas de 6 ECTS.

La competencia indispensable que se pretende alcanzar con la asignatura Estructura de Computadores se cita textualmente en la guía docente [4] de la misma como: *capacidad de conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.*

Para satisfacer la mencionada competencia, esta asignatura comprende el estudio de las distintas unidades funcionales que integran un computador y que hacen posible la ejecución de los programas, prestando especial atención a la íntima relación entre el hardware y el software, así como a la manera en que diferentes estructuras organizativas de las unidades funcionales pueden influir sobre las prestaciones del computador. En este sentido, la asignatura aborda el estudio del procesador, la unidad aritmético-lógica, el sistema de memoria, la unidad de entrada/salida y los dispositivos periféricos. Todo ello se organiza en las siguientes unidades temáticas:

### 1. El procesador

Tema 1: La ruta de datos

Tema 2: Segmentación básica

### 2. Unidad aritmético-lógica

Tema 3: Unidad aritmética de enteros

Tema 4: Unidad aritmética de coma flotante

### 3. Unidad de memoria

Tema 5: El sistema de memoria

Tema 6: Jerarquía de memoria

### 4. Unidad de entrada/salida

Tema 7: Adaptadores e interfaces de E/S

Tema 8: Sincronización de la E/S

Tema 9: Técnicas de transferencia de E/S

### 5. Periféricos y estructuras de interconexión

Tema 10: Dispositivos periféricos

Tema 11: Estructuras de interconexión

Toda la materia de Estructura y Arquitectura de Computadores impartida en el grado toma el procesador MIPS R2000 como hilo conductor. Ya en la asignatura Fundamentos de Computadores de primer curso se inicia el estudio de este procesador presentando su estructura básica y los rudimentos de su lenguaje ensamblador. De manera similar a la pro-

puesta del libro *Estructura y diseño de computadores. La interfaz hardware/software* de D.A. Patterson y J.L. Hennessy [8], el MIPS R2000 y su lenguaje ensamblador forman el sustrato sobre el que se explican las unidades funcionales del computador, su interconexión y los parámetros clave de sus prestaciones, tanto en el aula como en el laboratorio. Para una mayor información sobre la asignatura, metodología docente y evaluación, puede consultarse su correspondiente guía docente [3]

A pesar de esta visión básica y clásica de la materia que nos ocupa, la asignatura recurre a ejemplos de la tecnología actual tanto para ilustrar los temas de memoria, dispositivos periféricos y elementos de interconexión, como para ofrecer una visión evolutiva de los aspectos clave en el diseño de los procesadores.

En este sentido, estamos plenamente convencidos de que el Museo de Informática de la UPV puede jugar un papel clave para contextualizar los contenidos de la asignatura porque permite situar en el tiempo los avances de la informática, tanto en lo referente al hardware como a la programación y al desarrollo de las aplicaciones. Así, la visión histórica –y no lo olvidemos, también social– que proporciona el museo acerca de la informática puede aprovecharse como un factor más de motivación para el estudio de los computadores.

### 3. El Museo de Informática

El Museo de Informática ([museo.inf.upv.es](http://museo.inf.upv.es)) ofrece su colección al visitante como un viaje en el tiempo a través de la historia de la informática. Inaugurado en el año 2001 y, por tanto, uno de los pioneros en España, ha sido reconocido recientemente como museo oficial de su comunidad autónoma por su compromiso con la sociedad y su determinada vocación de servicio público.

El proyecto de difusión patrimonial del museo se dirige principalmente a los jóvenes estudiantes de nuestro sistema educativo y también al público en general. Su objetivo primordial es dar a conocer la historia de la informática (orígenes, evolución tecnológica) y, dado que casi todos nosotros somos usuarios asiduos de dispositivos o aplicaciones de carácter informático (internet, redes sociales,...), el museo pretende incitar a la reflexión crítica sobre otros aspectos menos conocidos, pero de gran importancia para nuestra sociedad, que no dejan de tener relación con la informática (basura electrónica y reciclaje, privacidad de la información, derechos humanos,...). En el seno del museo se organiza un amplio abanico de actividades pedagógicas y culturales, entre las que destacan las visitas guiadas, los talleres de trabajo (y de juegos) con ordenadores antiguos, los ciclos de cine y los cursos de *retroprogramación* (por ejemplo,

programación en lenguaje BASIC en microcomputadores de 8 bits).

La exposición permanente del museo se organiza en un conjunto de vitrinas y paneles informativos, así como dispositivos de gran tamaño, dispuestos a lo largo de las tres plantas que conforman uno de los edificios en los que se ubican las instalaciones de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica (ETSINF). En particular, esta exposición contiene una muestra representativa de la informática de las tres últimas décadas del pasado siglo XX. El criterio expositivo utilizado es el cronológico, aunque sometido a ligeras modificaciones a causa de las restricciones impuestas por el ámbito expositivo disponible. Por otro lado, y ante la necesidad de *materialidad* que una exposición inevitablemente establece, los objetos (tanto ordenadores como otros dispositivos) se acompañan, siempre que ha sido posible, por los programas que usaban, materializados bien mediante las unidades de cinta o disco donde están grabados, bien mediante publicidad o listados de código que sirven de ejemplo. El contexto de cada objeto ha sido matizado, además, con fotografías de personajes, manuales u otros tipos de documentos que ayudan a situar su ámbito de aplicación.

De la informática de finales de los años 70, dominada por las grandes instalaciones corporativas (*mainframes*), en la exposición se puede contemplar, entre otras, una perforadora de tarjetas, memorias de ferrita, una impresora de líneas y varias unidades de cinta y disco magnéticos de grandes dimensiones. El grueso de la exposición está determinado por la informática doméstica que se gestó en los años 80, momento histórico en el que convivieron un gran número de microcomputadores y aplicaciones de 8 bits. Se pueden ver ejemplares fabricados por empresas como Sinclair, Amstrad, Commodore o Atari; no podían faltar, en esta lista, los ordenadores MSX, el primer IBM PC o el primer Apple Macintosh. De esta época el museo también cuenta con varios mini-computadores, como el DEC PDP-11 y el Nixdorf Quattro/30, que marcan el advenimiento de sistemas informáticos de tamaño medio y precios asequibles capaces de ejecutar aplicaciones antes reservadas de manera exclusiva a los grandes computadores.

Los años 90 están representados por los dos tipos de computadores personales que se adueñaron finalmente de la casi totalidad del mercado: los compatibles con el IBM PC y los computadores fabricados por Apple, utilizados ambos a través de sistemas gráficos basados en ventanas (GUI, *Graphical User Interface*). Por otro lado, también tienen un papel destacado en el museo las estaciones de trabajo (*workstations*) aparecidas a finales de la década de los 80 y destinadas principalmente a aplicaciones científicas y técnicas con una gran componente gráfica.

Así mismo, también es posible contemplar la evolución del tamaño de los computadores personales a través de varios ejemplares de portátiles (o *transportables*, como fueron conocidos en un primer momento). El abanico de artefactos abarca, por otra parte, un conjunto de expositores con un amplio surtido de microprocesadores, módulos de memoria semiconductora, dispositivos de almacenamiento (tarjetas perforadas, discos, cintas) y de interconexión, así como una vitrina especial dedicada a los videojuegos, una industria muy ligada al ámbito informático que comenzó a tener importancia a finales de los años 70.

Finalmente, la exposición permanente del museo incorpora un conjunto de paneles informativos diseñados con un enfoque pedagógico que tratan diversos temas alrededor del mundo informático: la propia historia de la informática, los lenguajes de programación, el papel de la mujer en el desarrollo de la informática, algunas curiosidades sobre términos técnicos y dispositivos informáticos, la evolución de los dispositivos de almacenamiento que han ido incorporando los computadores, el concepto de mochila ecológica, los residuos electrónicos y su gestión, los materiales tóxicos presentes en los dispositivos electrónicos y el mundo de la publicidad en la informática.

#### 4. La experiencia

La visita al Museo de Informática se planificó para principio de curso para así motivar al alumno, ya desde el inicio, en el estudio de la asignatura Estructura de Computadores desde otro punto de vista. Ver cómo han evolucionado los computadores a lo largo del tiempo, tanto en algunos aspectos y tan poco en otros, facilita al alumno la percepción de lo esencial o básico, de la importancia de las bases que se les transmiten en la asignatura y, principalmente, del motivo por el cual estos conocimientos son importantes. ¿Cuál es el común denominador de todo lo que se ha mostrado? ¿Cómo se harán las cosas en el futuro? El intento mismo de elaborar una respuesta a estas cuestiones debería permitir el establecimiento de las bases para una nueva percepción de la asignatura.

Hay que indicar en este punto que para esta asignatura se ha optado por no realizar un control de asistencia a las sesiones de aula, confiando en la responsabilidad y madurez que se le debe presuponer, en general, al estudiante universitario. Así mismo, se deja total libertad al estudiante para realizar o no las actividades propuestas que forman parte del trabajo continuado presencial y no presencial (ejercicios, cuestionarios, visita al museo, visita al cluster, etc) que en total permiten computar hasta un 10% de la nota final de la asignatura.

La visita al museo ha implicado en mayor o menor grado a 6 profesores de la asignatura y se organizó en dos partes o actividades claramente diferenciadas. La primera consistió en una breve conferencia que tuvo

lugar en el salón de actos, en la que se mostró a los estudiantes no solo una perspectiva histórica de la informática –desde los primeros artefactos de cálculo hasta los computadores contemporáneos–, sino que además tuvo el objetivo de despertar su sensibilidad hacia aspectos sociológicos y medioambientales implicados. La charla se complementó con la proyección de vídeos donde se mostraban los principios del desarrollo de los computadores y su programación, anécdotas de la época, anuncios publicitarios y otros elementos visuales que hacían más amena la exposición. Esta primera parte tuvo una duración aproximada de una hora. La Figura 1 recoge momentos de esta parte.

La segunda parte fue la visita propiamente dicha a los fondos que forman parte de la exposición permanente del museo y que, como se ha indicado, se encuentran expuestos en vitrinas y paneles informativos repartidos en las tres plantas de un mismo edificio. El alumno ayudado por una autoguía pudo efectuar el recorrido de la visita, deteniéndose para leer y asimilar los contenidos, en más o menos otra hora.

Para poder llevar a cabo experiencias de este tipo o actos de evaluación, la ETSINF deja los lunes fuera de la planificación de horarios, por lo que en este caso se tiene asegurado el día adecuado en todos los grupos para llevar a cabo la actividad. Desde el punto de vista organizativo, el principal problema resultó gestionar una visita para un elevado número de alumnos. Durante este curso lectivo (2013/14) la asignatura ha tenido un total de 423 alumnos matriculados, organizados en 7 grupos de aula, todos ellos en horario de mañana excepto uno impartido por la tarde.



Figura 1: Instantes de la primera parte de la visita

Para disponer de una previsión del número de alumnos interesados en participar en la actividad, previamente se pasaron unas listas en el aula para que se apuntaran y, de este modo, poder planificar el número de sesiones a realizar. En este curso 269 alumnos mostraron su interés por asistir al evento (el 64% de los matriculados). Dado que el aforo máximo del salón de actos es de 150 personas, se planificaron dos turnos, ambos por la mañana. Para hacer un reparto sencillo de alumnos en sesiones, se organizaron por grupos, cuatro grupos en el primer turno y tres en el segundo, equilibrando así el número de asistentes. Así pues, cada uno de los turnos establecidos estaba compuesto por más de cien alumnos por lo que hacía inviable una visita típica de grupo con guía. Como solución se propuso la visita al museo, de forma individual o por parejas, guiándola mediante un cuestionario que los alumnos iban resolviendo a su ritmo.

Esto es factible porque todas las vitrinas del museo están documentadas mediante cartelas y, además, los paneles informativos complementarios son íntegramente autocontenidos. Los cuestionarios guías confeccionados trataban aquellos aspectos más interesantes y/o anecdóticos de los fondos de la exposición del museo. Con ello se pretendía mantener el interés en la exposición y, al mismo tiempo, guiar al alumno para que realizase una visita lo más completa posible. El cuestionario se entregó a la entrada de los alumnos al salón de actos, los contestaron durante la visita y, finalmente, los entregaron al profesor al término de la misma para su posterior evaluación. La Figura 2 muestra instantes de esta visita autoguiada.

El diseño de los cuestionarios requirió de una cuidada elaboración por nuestra parte, ya que además de cumplir con los objetivos principales de la actividad, pretendíamos evitar que solo un pequeño grupo de alumnos realizase el trabajo y luego comunicase las respuestas al resto. Por ello se diseñaron cuatro modelos de cuestionarios distintos. Previamente se elaboró un muestrario con un total de 100 preguntas relativas a los vídeos de la exposición y a las vitrinas de cada uno de los pisos del museo, así como de todos los paneles informativos: panel de lenguajes, paneles sobre el papel de la mujer en la informática, cuestiones de gestión de residuos y otros aspectos medioambientales y curiosidades. Con todas las cuestiones se confeccionaron finalmente cuatro cuestionarios diferentes, con un total de 22 preguntas de respuesta corta cada uno de ellos. Casi todas ellas se podían responder buscando la información en las cartelas y paneles, por tratarse de nombres, fechas, etc. También, en algunos casos, era preciso realizar pequeños cálculos, como por ejemplo, para comparar la capacidad de un disco duro actual con el de uno de los años 80.



Figura 2: Visita autoguiada mediante el cuestionario

A continuación se muestran las cuestiones que integran uno de los cuatro cuestionarios que se facilitaron a los alumnos para responder durante el recorrido a lo largo de la exposición permanente del museo:

- ¿Qué numeración empleaba la máquina calculadora que Blaise Pascal diseñó en el año 1642?
- ¿Con qué tipo de tecnología diseñó Charles Babbage su Máquina Analítica? ¿Cómo se introducían los programas en este artefacto?
- ¿Con qué tecnología construyó Konrad Zuse su máquina Z1 en 1938?
- ¿Quién diseñó en 1945 los componentes básicos de cualquier ordenador programable?
- El ordenador DEC PDP-11 tiene en su arquitectura un rasgo innovador respecto a las máquinas de su época. ¿De qué innovación se trata?
- ¿Cuántos kg pesan dos unidades HP 9121D de almacenamiento basada en discos flexibles? ¿Qué tipo de formato presentan?
- ¿Cómo se llama el procesador de textos que formaba parte de los programas distribuidos con el ordenador Amstrad PCW-8256?
- ¿Quién diseñó el ordenador Apple II y en qué año lo hizo?

- ¿Qué quiere decir el término *direct* en el acrónimo DASD (*direct acces storage device*) que utiliza IBM para referirse a los discos duros magnéticos?
- ¿Cuántos platos tiene el dispositivo IBM 10SR (DASD, *direct acces storage device*)? ¿De qué tamaño son?
- ¿Para qué se usó fundamentalmente el ordenador Tatung Einstein TC-01?
- ¿Qué interfaz tienen en común los sistemas de almacenamiento de las estaciones de trabajo HP Apollo Series 700 y SGI Indigo<sup>2</sup> IMPACT<sup>TM</sup>?
- ¿Qué quiere decir que el IBM PC tuviera una arquitectura abierta?
- ¿En qué procesador se basó el estándar MSX?
- ¿Qué sustancias químicas se utilizan para crear la capa magnetizable de los dispositivos de almacenamiento? Indique al menos dos.
- La impresora IBM 5211, ¿por qué se denomina impresora de líneas? ¿En qué año fue introducida en el mercado?
- ¿Cuál fue el primer computador construido según el principio de programa almacenado totalmente operativo? ¿En qué año se construyó?
- ¿Para qué tipo de entornos fue desarrollado el lenguaje de programación ADA?
- ¿Cómo se llama la mujer que promovió la fundación Mozilla y software libre?
- ¿De qué son acrónimo las siglas SPAM? ¿Quiénes fueron los responsables de su introducción en el ámbito de la informática?
- ¿Cuántos kg de sustancias químicas hacen falta para fabricar un ordenador de tamaño medio?
- El IBM *Portable Personal Computer* fue el segundo transportable de IBM. ¿Cuánto pesaba?

A partir del desarrollo de esta experiencia resulta interesante, al llegar a determinados puntos del temario, relacionar los contenidos explicados con lo visto y aprendido en el museo. Por ejemplo, podemos plantear la evolución de los procesadores desde los simples modelos pedagógicos hasta las tendencias actuales con una visión histórica y contextualizada. Así mismo, las características de las arquitecturas CISC y RISC son mucho más comprensibles con la perspectiva de los años, el papel del lenguaje ensamblador en el desarrollo de las arquitecturas es mucho más cercano, la evolución de las necesidades de cálculo científico y su relación con las aplicaciones gráficas y de realidad virtual actuales permite justificar mejor el esfuerzo realizado en el diseño de algoritmos y circuitos aritméticos y, por supuesto, es una

ayuda inestimable a la hora de presentar los dispositivos periféricos y de almacenamiento. También, las constantes referencias a la evolución histórica de la informática creemos que ayudan a una mejor valoración de esta ingeniería por parte de nuestros estudiantes y a comprender los esfuerzos humanos y tecnológicos que a lo largo de su corta vida se han realizado y se siguen haciendo para convertirla en un elemento indispensable hoy en día.

La corrección de los cuestionarios nos ha permitido constatar que en torno al 95% de las respuestas habían sido correctamente contestadas. En caso de haber errores, eran como mucho de uno o dos por cuestionario; en contadas ocasiones el número de fallos llegaba a tres. Además, muy pocas preguntas se dejaron sin contestar. A pesar de ello, desde un punto de vista cualitativo, las respuestas han puesto de manifiesto un palpable desapego a la buena caligrafía o, cuando ha sido el caso, a la justificación de los resultados numéricos de la respuesta. En las ocasiones en que cabía la posibilidad de preparar una respuesta más elaborada, la opción elegida por la inmensa mayoría de los alumnos fue la de escribir poco o directamente optar por la parquedad más descarnada. También se ha observado que algunos nombres, tanto de personas como de dispositivos, han sido mal transcritos. Por otro lado, pocos alumnos requirieron la ayuda de los profesores que participaban en la experiencia, y muchos en caso de duda optaron por usar información de internet a través de sus propios dispositivos. Finalmente, se ha detectado, gracias a los errores cometidos por los alumnos, algún caso en que las respuestas habían sido *compartidas* entre alumnos con el mismo tipo de cuestionario.

## 5. La evaluación de la experiencia

Dado que la visita al Museo de Informática se planteó este curso a modo de experiencia, procedía realizar una evaluación de la misma con objeto de identificar sus aspectos positivos y negativos, de modo que nos permitiese su mejora de cara al siguiente curso. Para ello, se decidió recabar la opinión del alumnado a través de una encuesta on-line mediante la plataforma educativa de la UPV. Se descartó hacerlo en tiempo de clase o laboratorio a fin de no interferir con otras actividades docentes. La encuesta se realizó durante la semana posterior a la visita para que los estudiantes pudieran disponer de tiempo suficiente para reflexionar sobre la experiencia pedagógica.

Conseguir que los estudiantes rellenen cualquier tipo de encuesta es generalmente complicado, por lo que muchas veces el número de respuestas puede no ser suficientemente significativo para extraer conclusiones claras. Para evitar este problema, se asoció el envío de la encuesta a la validación de la asistencia a la experiencia. Obviamente, el envío de las encuestas

se hizo de forma anónima gracias a las facilidades que reúne la herramienta utilizada.

A la hora de diseñar la encuesta nos basamos en las recomendaciones de [5] para la realización de estudios de satisfacción. Con la encuesta pretendimos evaluar cuatro aspectos clave o dimensiones relacionados con la actividad llevada a cabo, tal y como se aprecia en el Cuadro 1. A saber, las actividades previas a la visita, realizadas en el salón de actos (charla y audiovisuales), la visita al museo propiamente dicha, la organización en general de la experiencia y, finalmente, la valoración global de la misma.

<b>Dimensión 1: Actividades previas a la visita</b>	
Q1	<i>La charla previa a la visita al Museo de Informática me ha servido para descubrir aspectos sobre la historia de la informática que ignoraba</i>
Q2	<i>El documental sobre historia de la Informática me ha resultado atractivo y divulgativo</i>
Q3	<i>Los vídeos publicitarios me han servido para situar en su contexto las piezas del museo</i>
<b>Dimensión 2: Visita al Museo</b>	
Q4	<i>Las piezas y material que alberga el museo me han parecido interesantes</i>
Q5	<i>Algunos de los componentes, dispositivos y computadores que alberga el museo han despertado en mí la curiosidad</i>
Q6	<i>La visita me ha servido para comparar los usos de la informática actual con el pasado</i>
<b>Dimensión 3: Organización de la actividad</b>	
Q7	<i>La forma en que se ha organizado la visita al museo me ha parecido adecuada</i>
Q8	<i>El cuestionario que se ha cumplimentado al término de la visita me ha servido para apreciar detalles que, de otra forma, me habrían pasado desapercibidos</i>
<b>Dimensión 4: Valoración global</b>	
Q9	<i>Recomendaría a otras personas esta experiencia o actividad educativa</i>
Q10	<i>Considero que la visita al Museo de Informática me ha servido de motivación para el estudio de la asignatura de Estructura de Computadores</i>

Cuadro 1: Cuestiones de la encuesta de evaluación

Con esta idea se planteó una encuesta basada en 10 cuestiones, con las 5 opciones clásicas de respuesta (TDA –totalmente de acuerdo–, MDA –más bien de acuerdo–, IND –indiferente–, MBD –más bien en desacuerdo–, TED –totalmente en desacuerdo–). En la tabla se pueden apreciar las diferentes cuestiones agrupadas en torno a las 4 dimensiones analizadas. Para su formulación se procuró traducir los objetivos de los aspectos a analizar en preguntas específicas,

destinadas a transmitir al estudiante la idea que subyace tras dicho objetivo y lo que se pretende conocer. Para cada pregunta se recogía una respuesta susceptible de análisis, de manera que los resultados finales permitieran evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos de la encuesta.

Finalmente, se procesaron un total de 200 encuestas, lo que significa que el 75% de los alumnos que realizó la actividad opinó sobre la misma. Esto nos permitió disponer de una muestra lo suficientemente significativa para extraer conclusiones.

El resultado derivado de la encuesta se muestra en la Figura 3. Como se puede apreciar, entre 80 y el 97% de los alumnos valoraron positivamente (TDA/MBA) las actividades previas a la visita, en especial la charla y el documental. Ello les ha servido para descubrir aspectos de la historia de la informática que ignoraban, lo cual era uno de los objetivos de la visita. Aunque el 93% de los estudiantes manifestaba haber encontrado interesante el material del museo, solo el 75% reconocía que éste le había despertado la curiosidad. Hemos de admitir que despertar la curiosidad no es algo automático, sino que requiere de una capacidad de asombro por parte del sujeto. Valoramos, pues, como muy positivo que tal porcentaje de alumnos haya llegado a sentir curiosidad por las piezas y paneles exhibidos en el museo. En este sentido hay que destacar que un 70% sí reconocía la utilidad que les había supuesto cumplimentar el cuestionario posterior a la visita.

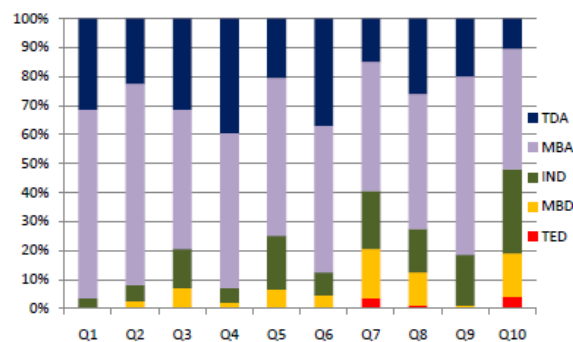


Figura 3: Resultado de la encuesta de evaluación

La forma en que se ha organizado la actividad solo concita la valoración positiva del 60%, existiendo un 20% que manifiesta su disconformidad. A este respecto, hay que admitir que hubo algún malestar por parte de los alumnos del grupo de la tarde con motivo de haber organizado la actividad solo durante la mañana, por lo que cabría pensar que esto fuese el motivo de dicha disconformidad. Lo cual deja patente, una vez más, la enorme dificultad de organizar cualquier tipo de actividad, experiencia de aprendizaje o metodología novedosa cuando hablamos de varios centenares

de alumnos. Si en ocasiones se reprocha al profesorado universitario la falta de una mayor innovación en materia educativa debería también pensarse que la dificultad de organizar y gestionar grupos numerosos de alumnos es en sí un inconveniente mayor que la supuesta falta de motivación del profesorado.

En cuanto a la valoración global, se aprecia que un 80% de los estudiantes recomendaría la visita al museo, lo cual es altamente positivo, pues demuestra que les ha gustado y entretenido. En contrapartida, poco más del 50% admite que la visita le ha motivado para estudiar con más ganas la asignatura, existiendo incluso un 20% que manifiesta que no le ha motivado lo más mínimo. Sin embargo, mediante un análisis más profundo de las respuestas, hemos podido detectar que más de la mitad de estos alumnos si reconoce, que la visita le ha despertado la curiosidad.

Teniendo en cuenta que el objetivo principal de la visita al museo consistía en lograr esa motivación, podría pensarse que el resultado ha sido algo pobre. Pero se ha de tener presente la enorme dificultad de la que se parte para hacer de este tipo de asignaturas algo atractivo, por lo que desde un punto de vista más positivo podríamos decir que la mitad de los estudiantes que asistieron a la visita se sienten más predispuestos a aprender los contenidos de esta asignatura.

Además, el hecho de que esta actividad, por su propia naturaleza, no haya servido para motivar a esa parte de estudiantes, no significa que éstos no puedan llegar a motivarse mediante otras actividades también programadas a este efecto a lo largo del curso como, por ejemplo, la visita a un clúster de altas prestaciones. De ahí la importancia de contar con un repertorio variado de actividades capaces de cubrir el máximo de sensibilidades

## 6. Conclusiones

La enseñanza de materias básicas relacionadas con la arquitectura y organización de computadores requiere simplificaciones y ejemplos que distan mucho de la realidad tecnológica actual. Si bien ello es necesario para poder explicar conceptos básicos sobre los que poder desarrollar posteriormente ideas más complejas y actuales, no es menos cierto que resulta poco motivador para los estudiantes de grado. Los profesores de la asignatura Estructura de Computadores de la ETSINF de la UPV hemos visto en el Museo de Informática una oportunidad para incentivar el estudio de esta temática y, al mismo tiempo, difundir la cultura e historia de la informática. Para ello, durante el curso 2013/14 hemos organizado una visita a dicho museo.

Como suele ocurrir en centros similares, el elevado número de alumnos a los que va dirigida la experiencia es el mayor impedimento para llevarla a cabo de una manera eficaz y conveniente para todos. El aforo

del salón de actos donde se impartió la charla y se proyectaron los audiovisuales obligó a realizar dos sesiones, lo que supuso un doble esfuerzo por parte de los profesores implicados y los consabidos problemas por parte de algunos estudiantes respecto a los turnos asignados. El elevado número de alumnos impidió realizar una visita guiada al uso a los fondos del museo, pero ello, en nuestra opinión, no resultó un grave inconveniente porque la visita *autoguiada* finalmente puesta en práctica, basada en cuestionarios, permitió un recorrido del museo a la medida de cada uno. Sin embargo, este enfoque demanda una actitud activa por parte del estudiante que no siempre se da, lo que se detecta en la desgana con la que muchos alumnos han rellenado el cuestionario.

Si bien, en general, pensamos que con el desarrollo de esta experiencia nos hemos acercado bastante al objetivo de motivar a nuestros estudiantes, sensibilizarlos con la cultura informática y concienciarlos con los aspectos sociológicos y ambientales relacionados con el uso de las nuevas tecnologías, también creemos que aún queda mucho por hacer en este sentido y que es necesario plantear otras actividades asociadas a la impartición de la asignatura que permitan cubrir otros aspectos y sensibilidades.

## Referencias

- [1] T. J. Bergin and J. Hyman. *History of Computing for Computer Science and Information Systems Students*. W. Aspray and A. Aker, (Ed.). Computing Research Association, 2004
- [2] T. J. Bergin. *Enhancing Learning Using the History of Computing: Opportunities to Use History in an Introductory Computers and Information Course*. W. Aspray and A. Aker, (Ed.). Computing Research Association, 2004
- [3] P. E. Ceruzzi, . *The Challenge of Introducing History into a Computer Science Curriculum Using History to Teach Computer Science and Related Disciplines*. W. Aspray and A. Aker, (Ed.). Computing Research Association, 2004
- [4] Guía docente de la asignatura Estructura de Computadores. ETSInf, 2012
- [5] Guía para la realización de estudios de análisis de la demanda y encuestas de satisfacción. Ministerio de Administraciones Públicas, 2006
- [6] J.A.N. Lee, *History in the First Course in Computer Science*. W. Aspray and A. Aker, (Ed.). Computing Research Association, 2004
- [7] Memoria para la solicitud de verificación del título de Grado en Ingeniería Informática de la UPV. Noviembre 2009
- [8] D.A. Patterson y J. L. Hennessy. *Estructura y diseño de computadores. La interfaz hardware/software*. Reverté, 2ª edición, 2011.