



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2023/2024

Nº de proyecto: 122

Análisis y metodología para vencer las barreras percibidas por los estudiantes de
Ingeniería Informática en las asignaturas de diseño hardware

Responsable del Proyecto: Juan Antonio Maestro de la Cuerda

Facultad de Informática

Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El presente proyecto ha tenido como objeto el tratar de entender la baja afinidad que mayoritariamente sienten los estudiantes de la Facultad de Informática hacia las asignaturas del área de hardware.

En la solicitud original del proyecto se plantearon dos objetivos clave, que se describen a continuación:

Objetivo 1:

Examinar y entender los principales obstáculos que se encuentran los estudiantes de Ingeniería Informática al enfrentarse a materias de diseño de hardware. Estos obstáculos pueden dividirse en dos categorías: absolutos (como la necesidad de tener conocimientos previos sólidos en esta área) y relativos (como considerar más relevantes otras áreas, como el desarrollo de software). Este objetivo se ha centrado en analizar la perspectiva de los estudiantes sobre estos retos, es decir, su percepción subjetiva, que puede diferir de un análisis objetivo del mismo.

Problema o necesidad que aborda el Objetivo 1:

La importancia de este objetivo radica en la necesidad de conocer de manera directa las dificultades mencionadas en el estudio de las asignaturas de diseño de hardware, como paso previo a la propuesta de soluciones en el Objetivo 2. Sin este conocimiento detallado, las soluciones propuestas probablemente serían ineficaces, ya que se basarían en un análisis objetivo del problema y no en la percepción de los propios estudiantes.

Objetivo 2:

Proponer un conjunto de acciones que incrementen el interés de los estudiantes por las materias de diseño de hardware, basándose en los resultados obtenidos en el Objetivo 1, y que lleven a un mayor número de estudiantes a elegir carreras profesionales en esta área. Estas carreras pueden orientarse tanto hacia la industria como hacia la actividad académica y la investigación.

Problema o necesidad que aborda el Objetivo 2:

Este objetivo trata de corregir el sesgo actual en el perfil de los graduados en Ingeniería Informática, quienes suelen inclinarse más hacia áreas relacionadas con el desarrollo de software. El problema subyacente es la falta de alineación con la estrategia europea para alcanzar la independencia tecnológica en el diseño de microelectrónica (directiva implementada a través del PERTE español de microelectrónica:

<https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-de-microelectronica-y-semiconductores>), lo que podría desalentar la inversión privada en el sector debido a la escasez de especialistas en el área.

2. Objetivos alcanzados

Se han alcanzado los dos objetivos propuestos al comienzo del proyecto.

Objetivo 1:

Examinar y entender los principales obstáculos que se encuentran los estudiantes de Ingeniería Informática al enfrentarse a materias de diseño de hardware.

Se ha realizado la encuesta propuesta, cuyos resultados se adjuntan en el anexo final. Los resultados de esta encuesta han servido para ofrecer una imagen detallada de cuál es la percepción de los estudiantes de segundo curso hacia las asignaturas del área hardware. Los resultados se comentarán en detalle más adelante, en el apartado "5. Desarrollo de las actividades". No obstante, aquí se ofrece un valor global representativo de esa afinidad, como uno de los indicadores que se propusieron en la solicitud del proyecto. Para cuantificar esa afinidad, se ha hecho lo siguiente. Primeramente, se seleccionan las primeras 8 preguntas. La novena es únicamente para conocer la distribución por titulaciones. Y la décima son comentarios puramente cualitativos. En cada una de estas 8 primeras preguntas hay siempre 3 respuestas. Una, que denota una mayor afinidad hacia el área hardware, otra neutra y otra que denota una mayor afinidad hacia el área software. Por cada respuesta del primer tipo se otorgan 2 puntos, por cada respuesta del segundo tipo 1 punto, y por cada respuesta del tercer tipo 0 puntos. El resultado final será un indicador, que cuanto mayor sea marcará más afinidad. El máximo potencial serían 2 puntos por cada pregunta, lo que equivale a 16 puntos en total. Haciendo esta operación con los datos del anexo se obtiene una puntuación de 8.78 sobre 16, lo cual equivale a 5.49 sobre 10. Se ve que es un grado de afinidad relativamente bajo, el cual se analizará en el apartado 5.

Objetivo 2:

Proponer un conjunto de acciones que incrementen el interés de los estudiantes por las materias de diseño de hardware,

A raíz del resultado anterior se definieron una serie de acciones orientadas a mejorar el conocimiento por parte de los estudiantes del área de diseño hardware, a través de ofrecer más información y visibilidad de la profesión. Se realizaron tres de estas acciones:

- Se propuso a los estudiantes de la asignatura de Estructura de Computadores la realización de una práctica final voluntaria, donde pudieran tener un contacto más práctico con el diseño hardware.
- Se llevó a cabo una sesión informativa en clase, a mitad del cuatrimestre, con el objetivo de trasladarles de primera mano las opciones profesionales que existían relacionadas con el diseño hardware.
- Se llevaron a cabo reuniones específicas con estudiantes interesados donde se escucharon sus intereses y se ofrecieron distintas opciones de colaboración con el grupo de investigación en base a estos intereses.

De nuevo, estas acciones se detallarán en el apartado 5, pero aquí se ofrecen dos indicadores que miden estas acciones, tal y como se propuso en la solicitud del proyecto.

El primer indicador es el porcentaje de estudiantes que decidieron hacer la práctica final voluntaria. Este porcentaje fue el 70% del total, el cual fue superior al valor inicialmente propuesto en la memoria del 50%.

El segundo indicador es el número de estudiantes que han decidido empezar a colaborar con el grupo de investigación (con el objetivo inicial de hacer su TFG más adelante), después de asistir a las distintas sesiones informativas. Este número ha sido de 2, lo cual coincide con el valor propuesto en la solicitud del proyecto.

Por lo tanto, los objetivos iniciales del proyecto se han cumplido, ofreciendo no solo un entendimiento de las barreras y grado de afinidad de los estudiantes respecto al área de diseño hardware, sino también unas acciones de difusión de dicha área que han empezado a dar resultados.

3. Metodología empleada en el proyecto

A continuación, se describe la metodología llevada a cabo en el proyecto.

El objeto de estudio donde se ha desarrollado el proyecto ha sido la asignatura de Estructura de Computadores, de segundo curso de los grados de la Facultad de Informática. El motivo de esta elección es que es la asignatura principal del itinerario de diseño hardware en segundo curso. Se ha estimado que el segundo curso es el ideal para hacer este estudio, ya que en primero los estudiantes no tienen aún el foco necesario, y en tercero y cuarto ya están demasiado orientados a una línea en concreto, y por lo tanto es más difícil influir en su percepción.

Al comienzo del cuatrimestre se realizó una encuesta para ver la afinidad de los estudiantes con la temática hardware. Esto dio una métrica de comparación para analizar el problema. El contenido de esa encuesta ha estado formado por preguntas de tres tipos. El primer tipo de preguntas ha analizado cuál es la percepción de los estudiantes respecto al área de diseño hardware, en base a su experiencia del primer año y del primer cuatrimestre del segundo año. El segundo tipo ha incidido en sus expectativas acerca de qué les gustaría encontrar en esa línea de conocimiento durante los dos cursos restantes para finalizar el grado. El tercer tipo ha preguntado acerca de cómo ven su futuro profesional y a qué tipo de trabajos les gustaría acceder al terminar los estudios. Las distintas respuestas se han cuantificado para obtener un indicador que resuma la percepción subjetiva de los estudiantes hacia el área de conocimiento.

Después de esto, se han llevado a cabo dos tipos de acciones: de comunicación y de desarrollo profesional. Respecto a la primera, a mitad del cuatrimestre se ha expuesto a los estudiantes el contexto, situación y proyectos actuales del grupo de investigación de diseño hardware GHADIR, como una acción para difundir la aplicabilidad de esta disciplina y dar a conocer proyectos donde los estudiantes pueden participar. De la misma manera, se les ha invitado de manera selectiva a reuniones del grupo de investigación con estudiantes colaboradores (compañeros suyos) de cursos superiores.

Respecto al segundo tipo de acciones, se les ha dado a los estudiantes la posibilidad de realizar un proyecto voluntario de desarrollo hardware, dentro de lo aprendido en la asignatura. Este proyecto final ha sido de temática libre, dentro del área de conocimiento, de tal manera que los estudiantes han podido explorar posibilidades y alternativas. Este proyecto se ha presentado durante las últimas sesiones de clase, de tal manera que se han mejorado no solo las habilidades de comunicación, sino también

la visibilidad recíproca entre ellos, adquiriendo si cabe un conocimiento más profundo acerca de las posibilidades que ofrece esta temática.

Finalmente, se ha realizado una llamada de interés a los estudiantes para continuar trabajando con el grupo de investigación en cursos sucesivos. Con los estudiantes que han manifestado un cierto interés se han realizado diversas reuniones más individualizadas donde se han analizado las posibilidades de colaboración. Después de esto, se ha puesto en contacto a estos estudiantes interesados con los estudiantes que ya venían colaborando, de tal manera que se pudieran producir sinergias entre ellos.

4. Recursos humanos

Los recursos humanos que han participado en la realización de este proyecto han sido los siguientes:

- Juan Antonio Maestro: Coordinador de la Fase 2. Ha creado el modelo de encuesta utilizado en el proyecto, ha analizado los resultados finales de dicha encuesta, y ha gestionado las reuniones selectivas de los estudiantes interesados con el grupo de investigación. También ha realizado la memoria y conclusiones finales del proyecto.
- Óscar Ruano: Coordinador de la Fase 1. Ha liderado la toma de datos de la encuesta, la supervisión de los estudiantes en el proyecto final voluntario y ha dado la formación sobre las actividades del grupo de investigación.
- Francisco García: Coordinador de la Fase. Ha liderado el análisis inicial del problema, las presentaciones del grupo de investigación y la formación en las prácticas de “Arquitecturas de Sistemas Integrados”.
- Javier Porras y Sergio Colet: Son dos estudiantes que acaban de terminar el cuarto curso del grado, y que además han estado colaborando con el grupo de investigación mediante la realización de su TFG. Su participación en el proyecto ha servido como modelo para el resto de estudiantes. Han participado en distintas actividades, como en las reuniones llevadas a cabo y en la realización de las prácticas voluntarias.

5. Desarrollo de las actividades

En este apartado se va a dar un poco más de detalle respecto a las actividades desarrolladas en el proyecto.

Primeramente, la realización de la encuesta. Como se ha dicho, esta encuesta se llevó a cabo en los distintos grupos que existen de la asignatura Estructura de Computadores, del segundo cuatrimestre del segundo curso. Se eligió esta asignatura ya que es troncal y se encuentra cerca de la mitad de las titulaciones. De esta manera, los estudiantes ya han tenido suficiente tiempo para haberse formado una percepción respecto a los distintos tipos de asignatura. Hubo una primera fase donde se pensó qué tipo de preguntas era conveniente añadir a la encuesta y cómo cuantificar las respuestas de los estudiantes. Se decidió no solo preguntar acerca de la percepción de los estudiantes sobre las distintas asignaturas, sino también acerca de sus expectativas laborales y de su proyección a futuro. De esta manera, la idea era valorar si la afinidad existente entre

los estudiantes y las asignaturas del área hardware era únicamente debida a la percepción de dichas asignaturas, o si también tenía influencia su visión del mercado laboral y sus intereses particulares al respecto. A continuación, se analizan someramente las respuestas dadas a la encuesta, cuyo detalle se puede ver en el anexo.

Primeramente, se preguntó a los estudiantes por su afinidad con las asignaturas que ya habían cursado. Se ve que la mayoría (53%) sienten más afinidad con las asignaturas de software, frente a una minoría del 15% que prefieren las de hardware. Esto confirma la hipótesis de partida acerca de una mayor inclinación de base hacia el software.

Después, se preguntó acerca de la dificultad percibida de las asignaturas, para entender si esto podría suponer una barrera en la afinidad hacia ellas. Sin embargo, los resultados obtenidos fueron muy parecidos, con un número muy similar de personas que creían que las de hardware eran más difíciles, que eran más fáciles y que eran más o menos iguales. Por lo tanto, se ve que esto no es un factor influyente a la hora de explicar la afinidad.

Más tarde, se preguntó sobre el nivel de aprobados respecto al tipo de asignatura. Unos resultados objetivamente peores en las asignaturas de hardware podrían hacer bajar la afinidad hacia ese tipo de asignaturas. Pero de nuevo, casi la mitad de los estudiantes respondieron que estaban aprobando más o menos igual las de hardware y las de software. Y respecto al resto de respuestas, también hay un valor muy similar en tasa de éxito del software respecto al hardware. Por lo tanto, esto tampoco parece una causa influyente en términos de percepción.

La siguiente preguntaba tenía como objetivo comprender el interés de los estudiantes acerca de las siguientes asignaturas que iban a cursar en su titulación. Al ser preguntados por esto, la mayoría de ellos (casi la mitad) respondió que les gustaría que estas asignaturas fueran más aplicadas y que estuvieran relacionadas con temas más industriales. Esto sugiere que los estudiantes pueden sentir una mayor afinidad con aquellas asignaturas que son más prácticas y que les permiten interaccionar con temas aplicados.

Después, se les preguntó si estarían interesados en recibir información más detallada acerca del mercado laboral relacionado con las asignaturas de diseño hardware. Una gran mayoría, el 70%, contestó que sí estaban interesados. Esto se puede interpretar como que, si bien el nivel de afinidad es bajo, sí existe un interés latente por esta temática, y por lo tanto una demanda de información al respecto.

Más tarde, se preguntó a los estudiantes por su visión respecto al mercado laboral. Más de un tercio contestó que creían que existía un mercado laboral con muchas posibilidades. Y otro tercio contestó lo mismo, aunque creía que estas oportunidades estaban en otros países. De cualquier manera, la percepción general es que sí es un área que puede ofrecer buenas oportunidades de trabajo.

La penúltima pregunta iba a referida a conocer si los estudiantes ya sabían a lo que se querían dedicar profesionalmente al acabar los estudios. Aquí se ve claramente la hipótesis de partida, donde un 55% de las respuestas se decantaban por trabajos del área software, frente a únicamente un 5% que prefería un trabajo en el área hardware. Un 40% de los estudiantes estaban aún indecisos acerca de esta cuestión.

Por último, en la última pregunta la mayoría de estudiantes (más del 90%) refieren que aunque prefirieran dedicarse al software, creían interesante tener conocimientos del área hardware, como un valor diferencial.

Estas preguntas se complementan con la última, en la que los estudiantes podían añadir respuestas libres. El resumen de estas respuestas es que, si bien la percepción general

es que las asignaturas hardware son necesarias, a) resultan más difíciles y por lo tanto requieren de más dedicación y b) es más difícil llevarlas al terreno de la práctica.

A la vista de estas respuestas, se percibe que efectivamente existe una mayor afinidad de los estudiantes hacia el área software, pero que también hay un interés latente en conocer las posibilidades del área hardware. Por lo tanto, tras estas conclusiones se llevaron a cabo tres acciones con el fin de acercar a los estudiantes a esta disciplina.

Primeramente, se propuso a los estudiantes la realización de un proyecto de laboratorio voluntario, que iba más allá de las prácticas que habitualmente se realizan en esta asignatura. Este proyecto ha sido de temática libre, con el objetivo de que los estudiantes exploraran las distintas posibilidades que existen en el desarrollo de aplicaciones basadas en hardware. El porcentaje de estudiantes que ha realizado este proyecto de manera voluntaria ha sido del 70%, muy por encima de las expectativas iniciales.

También se llevó a cabo otra acción, con el objetivo de transmitir a los estudiantes más información. Esta acción consistió en una sesión informativa que se llevó a cabo de manera general con los estudiantes de la asignatura de Estructura de Computadores. En esta sesión informativa se realizó una presentación, donde se contó cuál es la situación actual del mercado laboral en cuanto al área de diseño hardware y cuáles eran los perfiles más demandados. Al final de la presentación, hubo un turno de preguntas donde los estudiantes pudieron plantear sus dudas a este respecto.

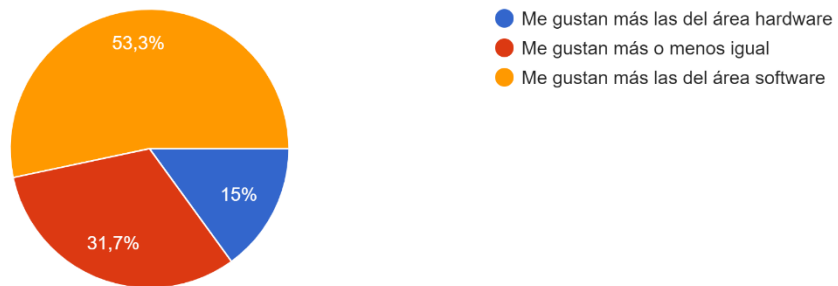
Finalmente, hubo varios estudiantes que como resultado de las acciones anteriores manifestaron un interés por profundizar en el conocimiento del área. Con estos estudiantes se mantuvieron reuniones individuales donde se contaron más detalles al respecto. En concreto, el objetivo fue escuchar cuáles eran las expectativas de los estudiantes y ver cómo se podían compaginar con una colaboración dentro del área de conocimiento. A raíz de esta acción, surgieron varias propuestas interesantes para realizar el Trabajo Fin de Grado en esta temática. Al finalizar el curso, hubo dos estudiantes que manifestaron su interés en empezar a colaborar con el grupo, con el objeto de hacer este TFG. Por lo tanto, la realización de las acciones comentadas anteriormente ha sido efectivo, no solo por suscitar interés en un gran número de estudiantes, sino que además se ha materializado en colaboraciones concretas.

6. Anexos

Preguntas realizadas en la encuesta y respuestas obtenidas:

1. ¿Cuál es tu afinidad hasta ahora con las asignaturas del área hardware que has cursado (FC1, FC2, TC) respecto a las del área software?

60 respuestas



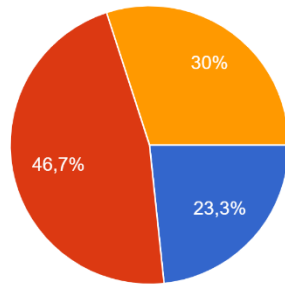
2. ¿Cuál es tu percepción acerca de la dificultad de las asignaturas?

60 respuestas



3. ¿Cuál está siendo tu nivel de éxito en las asignaturas?

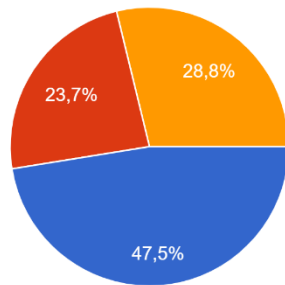
60 respuestas



- Estoy aprobando / sacando mejor nota en las de hardware
- Estoy aprobando por igual y sacando unas notas similares en las de hardware y en las de software
- Estoy aprobando / sacando mejor nota en las de software

4. En relación a los próximos cursos que te quedan antes de terminar tus estudios, ¿qué es lo que más te gustaría?

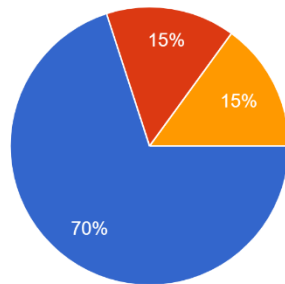
59 respuestas



- Asignaturas de hardware más aplicadas, donde se trabajen temas actuales de la industria
- Asignaturas de hardware que fueran aplicadas, pero también con una base teórica y académica sustancial
- Me da igual, no me interesa el hardware

5. ¿Te gustaría tener información de los perfiles más demandados en las áreas de desarrollo hardware, de cara a conocer cómo está el mercado de trabajo en esta disciplina?

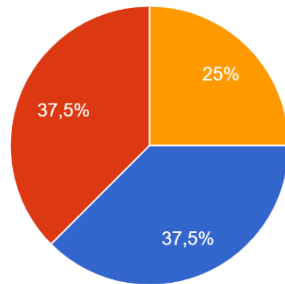
60 respuestas



- Sí me gustaría, porque toda información es buena de cara al futuro
- Me da igual, no me importaría, pero tampoco tengo especial interés
- No me gustaría, porque tengo claro que no me voy a dedicar a esto y me quiero centrar en otras áreas

6. ¿Cuál es tu visión acerca del mercado laboral en torno a las áreas de desarrollo hardware?

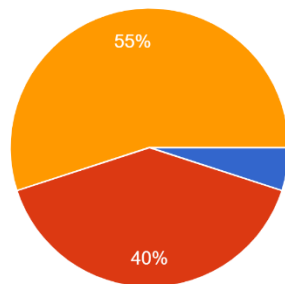
56 respuestas



- Hay cada vez más oportunidades y puede ser una buena salida laboral en un futuro
- Hay oportunidades, pero todas ellas suelen estar en otros países
- Es un área minoritaria con poco trabajo, frente a otras áreas como la programación software y el desarrollo de aplicaciones

7. ¿Tienes una cierta idea de en qué te gustaría trabajar cuando acabes tus estudios?

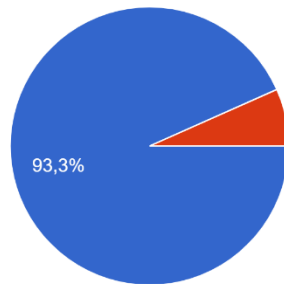
60 respuestas



- Trabajos relacionados con el diseño de circuitos, microelectrónica, administración de redes, etc.
- No lo sé, donde me ofrezcan un mejor trabajo
- Trabajos relacionados con la programación, el diseño de aplicaciones, las bases de datos, etc.

8. Independientemente de a qué te quieras dedicar profesionalmente, ¿piensas que tener conocimientos de hardware puede suponerte un valor añadido frente al resto de profesionales?

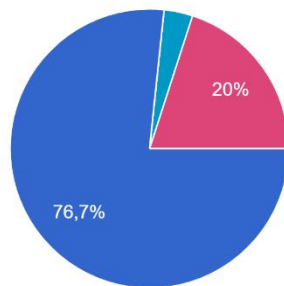
60 respuestas



- Sí, creo que aunque me dedique a temas más de software, está bien tener conocimientos profundos de hardware
- Da igual, no aporta un valor especial
- Tener conocimientos de hardware es una desventaja porque el haber cursado esas asignaturas me ha privado de estudiar otras donde se impartan cosas más útiles o interesantes

9. ¿Qué titulación estás estudiando?

60 respuestas



- Grado en Ingeniería Informática
- Grado en Ingeniería de Computadores
- Grado en Ingeniería del Software
- Grado en Desarrollo de Videojuegos
- Grado en Ingeniería de Datos e Inteligencia Artificial
- Doble Grado de Informática y ADE
- Doble Grado de Informática y Matemáticas

10. Añade lo que quieras acerca de las asignaturas hardware que has estudiado

12 respuestas

- Creo que al ser más difíciles el desinterés es más alto, además en el entorno de prácticas nunca se explica lo suficiente y intentar entender todo por tu cuenta es muy complicado con lo cual tienes aún más desinterés. Cuando lo entiendes, es entretenido e interesante, pero teniendo que hacerlo todo por tu parte con el estrés que eso conlleva no merece la pena.
- Creo que todo el area del hardware se enfoca mal, ya que se centra en dar mucha teoría y los únicos ejercicios que se realizan son en los exámenes. Respecto a las prácticas también creo que debido a que no hay instalaciones para todos igual se explica una cosa 2 meses antes de que se practique, lo que hace bastante más complicado y tedioso la realización de estas.
- Mucho mejor organizado el departamento de hardware que el de software, y profesores más comprensivos con el alumnado
- Los mejores profesores que he tenido en la carrera han sido todos de hardware

- Me parece que las asignaturas de hardware son interesantes y creo que todo ingeniero informático tiene que tener nociones básicas de como funcionan las maquinas con las que trabaja. Sin embargo, hasta hace poco que cursé Sistemas Operativos, no tenia claro la conexión entre Hardware y Software, lo que provocaba desinterés por las asignaturas de hardware. Me parece que se debería enseñar más las implicaciones del hardware moderno en los sistemas actuales, comprender como se comunican con el software y como anda la industria actual y el mercado laboral enfocado al hardware. No he contestado a la pregunta 6 porque no tengo ni idea de que salidas hay y si están desarrollándose bien o no.
- Mayor dificultad en el ejercicio de MIPS del examen práctico y disminuir el número de ejercicios de ese examen. Además, me habría gustado que hubiese valido más las prácticas de laboratorio y no solo 1 punto ya que, en mi opinión, las prácticas tienen una dificultad bastante mayor que la práctica/examen final y solo vale 1 punto de 3.5
- quiero dedicarme a ciberseguridad, no solo al desarrollo de aplicaciones software Por otro lado, me gustaría agregar que las asignaturas hardware actualmente en la Facultad no creo que estén enfocadas en éste ámbito, por lo que me ha resultado más complicado motivarme a cursarlas.
- En general me han gustado las asignaturas de hardware, y creo que me han permitido tener un conocimiento más profundo sobre los ordenadores. Creo que si hay una razón por la que las asignaturas de hardware pueden resultar menos atractivas es porque, en general, las clases de teoría suelen ser notablemente más pesadas que en el área del software. Sin embargo, no sé cómo podría mejorarse ese aspecto. En cualquier caso, gracias por tomaros el tiempo para reflexionar al respecto.
- Creo que en la propia carrera de Informática echo en falta más asignaturas de hardware. Creo que al ser grado de informática debería de tener una mitad asignaturas de computadores y otras más centradas en programación. Por ejemplo en segundo curso, en cada cuatri solo tenemos 1 asignatura centrado en Hardware de 5.
- No son realmente difíciles pero pueden llegar a resultar bastante liosas si no se estructuran e imparten bien los conceptos básicos.
- Hay que invertir demasiado tiempo
- Me parecen una buena base teorica, pero cuesta pasarlo a aplicaciones realmente practicas. Se puede estudiar para un final, pero no puedes llevarlo mas alla.