

Aportaciones al Proyecto de Real Decreto por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato



Sociedad Científica Informática de España (SCIE, <https://www.scie.es/>)



Conferencia de Decanos y Directores de Ingeniería Informática (CODDII, <https://coddii.org/>)



Consejo General de Colegios Profesionales de Ingeniería Informática (CCII, <https://www.cci.es/>)



Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería Técnica en Informática

Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería Técnica en Informática (CONCITI, <https://www.conciti.org/>)



Asociación Andaluza de Profesores de Informática (AAPRI, <https://aapri.es/>)



Asociación de Profesores de Informática de la Comunidad Valenciana (APICV, <https://www.apicv.net/>)

Contacto

J. Ángel Velázquez Iturbide, vocal de la SCIE, angel.velazquez@urjc.es, 657 75 06 42

Justificación de las aportaciones

Véase el apartado de “Otras aportaciones”, al final del documento.

=====

Artículo 7. Objetivos.

El proyecto de RD establece la competencia digital como un objetivo, olvidándose de la informática. Literalmente el proyecto de decreto dice:

“g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.”

El objetivo tiene un alcance muy bajo, ya que se limita al “uso” de tecnologías, sin alcanzar la comprensión de sus fundamentos. De hecho, la competencia digital, por su carácter básico, sería más propia de la Educación Primaria. Compárese esta competencia con otras donde se pide una comprensión de los fundamentos de la materia, p.ej. “j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos.”

En su lugar se propone un objetivo acorde con una educación de calidad, que no se limite a un aprendizaje rutinario y automático y que fomente la comprensión de los fundamentos de la informática:

“g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación *y comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la informática.*”

=====

Artículo 11. Materias propias de la modalidad de Ciencias y Tecnología.

El proyecto de RD no incluye una materia “Informática”, sin la cual es imposible desarrollar de forma adecuada la competencia clave “c) Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM)”. La tecnología e ingeniería de la actual sociedad de la información no pueden concebirse sin incluir la informática. De hecho, los grados de informática son ingenierías, por lo que el propio Ministerio de Educación y Formación Profesional incluye la Informática dentro de la rama de Ingeniería y Arquitectura, al igual que otros ministerios relacionados.

Por tanto, el descriptor operativo STEM3 es imposible de alcanzar en su vertiente de tecnología e ingeniería si no se considera la informática, que actualmente está en la base de la digitalización de todas las actividades productivas e ingenieriles de nuestra sociedad:

“STEM3. Plantea y desarrolla proyectos diseñando, fabricando y evaluando diferentes prototipos o modelos para generar o utilizar productos y servicios que den solución a una necesidad o problema de forma creativa y en equipo, procurando la participación de todo el grupo, resolviendo pacíficamente los conflictos que puedan surgir, adaptándose ante la incertidumbre y valorando la importancia de la sostenibilidad.”

Por tanto, se propone añadir dos asignaturas Informática I e Informática II:

1. El alumno que opte por la modalidad de Ciencias y Tecnología cursará, en primero, Matemáticas I, así como otras dos materias de modalidad que elegirá de entre las siguientes:

- a) Biología, Geología y Ciencias Ambientales.
- b) Dibujo Técnico I.
- c) Física y Química.

- d) Tecnología e Ingeniería I.
- e) *Informática I*

2. Igualmente, en segundo, cursará a su elección Matemáticas II o Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II, así como otras dos materias de modalidad que elegirá de entre las siguientes:

- a) Biología.
- b) Dibujo Técnico II.
- c) Física.
- d) Geología y Ciencias Ambientales.
- e) Química.
- f) Tecnología e Ingeniería II.
- g) *Informática II*

=====

Debido a la gran diferencia entre la Informática y otras ingenierías más tradicionales, se propone añadir una materia Informática, que podría desarrollarse de la siguiente manera.

Anexo II. Materia Informática

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

Competencia específica 1. Comprender la estructura y funcionamiento básicos de los dispositivos digitales, especialmente del computador.

La máquina alrededor de la cual se desarrolla la informática es el computador, que es una máquina digital de propósito general, pero programable para usos concretos. Actualmente, la mayoría de los dispositivos digitales contienen pequeños computadores de propósito específico. Por tanto, una comprensión básica de la estructura y funcionamiento del computador es necesaria para una comprensión mínima del mundo digital que rodea al estudiante.

También es necesario comprender los distintos niveles de abstracción bajo los cuales puede observarse un computador, desde el nivel de circuitos digitales al nivel de aplicación, pasando por los niveles de estructura del computador o de sistema operativo. La selección del nivel de abstracción conveniente en cada situación es una habilidad fundamental en el desarrollo del pensamiento computacional.

Esta competencia se desarrollará mostrando la variedad de elementos que conforman los computadores. Su aprendizaje no se realizará de forma memorística, sino promoviendo la comprensión mediante el uso de simuladores y otras aplicaciones educativas que favorezcan un aprendizaje activo.

Competencia específica 2. Comprender y manejar la representación de información en un computador, como elemento esencial de la estructura y funcionamiento de los computadores.

La materia prima en la sociedad de la información es la propia información, que se representa en formatos digitales. Por tanto, el estudiante debe adquirir conocimientos básicos de la representación digital de diversos tipos de información digital y en diversos formatos, desde la representación de números y códigos mediante dígitos binarios a la presentación de información multimedia en ficheros o en bases de datos sencillas. También es un conocimiento necesario para comprender técnicas en seguridad de la información.

Esta competencia se desarrollará mostrando los conceptos, clasificaciones y procedimientos principales. Su aprendizaje no se realizará de forma memorística, sino promoviendo la comprensión mediante la resolución de ejercicios prácticos.

Competencia específica 3. Comprender y aplicar la lógica booleana para razonamientos básicos y como elemento esencial de la estructura y funcionamiento de los computadores.

La lógica booleana o lógica proposicional es un componente esencial en distintos elementos de los computadores, Por un lado, forma la base de los circuitos digitales, elemento esencial de la estructura y funcionamiento de los computadores. Por otro lado, aparecen como un elemento destacado en las instrucciones de control de los lenguajes de programación.

Esta competencia permitirá tanto adquirir los fundamentos de la lógica como comprender algunas aplicaciones concretas en la informática. Su aprendizaje no se realizará de forma memorística, sino promoviendo la comprensión mediante el uso de simuladores y otras aplicaciones educativas que fomenten un aprendizaje activo. Además, el conocimiento de la lógica de proposiciones facilita la realización de razonamientos rigurosos, en definitiva, el pensamiento crítico.

Competencia específica 4. Desarrollar y analizar programas sencillos de computador, con el objetivo de adquirir conocimientos y habilidades propios del pensamiento computacional.

La programación es un campo central de la informática. También lo es en su aprendizaje, donde siempre es una de las primeras asignaturas. La investigación en el área ha identificado varias características de la programación que hacen especialmente difícil su aprendizaje: falta de conocimientos previos de la materia, alto nivel de abstracción, y la necesidad de aprender simultáneamente un lenguaje de programación y el desarrollo de la habilidad de resolución de problemas. Debe añadirse que el texto de un programa tiene asociada una semántica dinámica, lo cual no sucede en otras materias.

Aunque esta competencia suele desarrollarse programando, las investigaciones han mostrado que conviene realizar actividades de lectura de programas y de predicción del comportamiento de los programas antes del desarrollo de programas. Además, existen tipos específicos de ejercicios que están enfocados a la comprensión, aplicación y análisis de elementos específicos de los lenguajes de programación, como los problemas de Parsons o completar plantillas de programas para que realicen cierta tarea claramente especificada.

Para facilitar el aprendizaje de la programación, se aprenderá primero un lenguaje en bloques para después pasar a uno textual. Los lenguajes basados en bloques no exigen memorizar el léxico, sintaxis y semántica del lenguaje, y permiten plantear problemas de la vida cotidiana y con menor nivel de abstracción que los lenguajes textuales. La transición a lenguajes textuales debe realizarse resaltando los conceptos comunes a ambos tipos de lenguajes, de forma que el alumno construya su conocimiento de los lenguajes textuales sobre su conocimiento de lenguajes basados en bloques.

Competencia específica 5. Conocer las características principales de los campos emergentes de la informática.

La informática es una ciencia y una ingeniería joven, en comparación con otras, y dinámica, en la que continuamente surgen nuevas tecnologías y aplicaciones. Ejemplos recientes son la inteligencia artificial, la realidad virtual y aumentada, ciberseguridad, la ciencia de los datos (*big data*) o internet de las cosas.

Esta competencia permitirá que el estudiante conozca en qué consisten estos nuevos campos. El conocimiento será necesariamente limitado pero estará basado en los conceptos básicos de la informática aprendidos en la materia.

INFORMÁTICA I

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Competencia específica 1.

- 1.1. Conocer y comprender el significado de la terminología básica de la informática.
- 1.2. Comprender el funcionamiento básico de un computador con ayuda de un simulador.
- 1.3. Comprender las tareas que realiza un sistema operativo durante el uso del computador.
- 1.4. Interactuar con soltura con programas diversos, explicando sus mecanismos de interacción.

Competencia específica 2.

- 2.1. Escribir y realizar operaciones aritméticas básicas con números binarios y hexadecimales.
- 2.2. Convertir números enteros de una base a otra.
- 2.3. Convertir mensajes escritos en código ASCII y viceversa.
- 2.4. Cifrar y descifrar mensajes con técnicas sencillas.

Competencia específica 3.

- 3.1. Traducir un enunciado no ambiguo expresado en lenguaje natural a una fórmula lógica.
- 3.2. Comprobar la verdad de una fórmula lógica usando propiedades de la lógica proposicional o tablas de verdad.
- 3.3. Traducir una fórmula lógica en un circuito combinacional con puertas lógicas.
- 3.4. Comprender el funcionamiento de un circuito digital combinacional con ayuda de un simulador.

Competencia específica 4.

- 4.1. Conocer y comprender conceptos básicos de programación.
- 4.2. Utilizar un lenguaje basado en bloques para desarrollar programas sencillos.
- 4.3. Construir con creatividad un programa para un objetivo genérico: presentación, simulación, juego, historia, etc.
- 4.4. Documentar el objetivo, estructura y comportamiento de un programa.

SABERES BÁSICOS

A. El computador.

- El computador como máquina programable de propósito general. Otros dispositivos informáticos: teléfonos móviles, etc. Hardware y software.
- Estructura básica de un computador: CPU, memoria, periféricos, redes de computadores. Unidades y múltiplos de velocidad de procesamiento.
- Funcionamiento básico de un computador. Almacenamiento y ejecución de las instrucciones en un computador. Papel y funciones principales del sistema operativo. Conceptos de redes: dispositivos y aplicaciones, comunicación entre computadores.
- Interacción persona-ordenador. Manejo de dispositivos de entrada y salida: teclado, ratón, etc. Elementos de interacción: menús, ventanas, campos, etc.

B. Almacenamiento de información.

- Representación de datos en un computador. Sistemas binario y hexadecimal. Unidades y múltiplos de capacidad de almacenamiento y de velocidad de procesamiento.
- Operaciones con números binarios. Conversión de números entre los sistemas binario, hexadecimal y decimal.
- Representación de caracteres: ASCII. Representación de información en ficheros: extensiones comunes.
- Codificación con redundancia. Mecanismos de detección y corrección de errores en códigos. Métodos sencillos de encriptado.

C. Lógica y circuitos digitales.

- Lógica booleana. Propiedades y demostraciones. Tablas de verdad.
- Puertas lógicas. Circuitos digitales combinacionales. Diseño y simplificación: mapas de Karnaugh.
- Autómatas finitos. Circuitos digitales secuenciales.

D. Programación de computadores.

- Lenguajes de programación: lenguajes basados en bloques y lenguajes textuales.
- Programación basada en bloques. Proceso de desarrollo: el entorno de programación, personajes y escenarios, manejo de bloques, edición y ejecución.
- Elementos de programación: bloque, secuencia, bucle, evento, expresiones y condiciones, tipos de datos, bloque condicional, variable, bloques nuevos.
- Estilo y buenas prácticas de programación. Documentación.

INFORMÁTICA II

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Competencia específica 1

- 1.1. Comprender el funcionamiento de programas expresados en un lenguaje de máquina simplificado con ayuda de un simulador.
- 1.2. Comprender el flujo de información en una comunicación a través de los niveles del modelo OSI.
- 1.3. Comprender el comportamiento de un protocolo sencillo con ayuda de un simulador.

Competencia específica 2

- 2.1. Realización de operaciones sobre ficheros y directorios: creación, cambio de nombre, movimiento, etc.
- 2.2. Administración de una base de datos sencilla.

Competencia específica 4

- 4.1. Realizar operaciones básicas sobre cadenas de caracteres. Comprobar si una cadena de caracteres pertenece a un lenguaje regular o independiente del contexto.
- 4.2. Conocer y comprender conceptos básicos de programación textual.
- 4.3. Mostrar el progreso paso a paso de la ejecución de un programa a partir de un estado inicial.
- 4.4. Predecir el estado final de un programa tras su ejecución a partir de un estado inicial.
- 4.5. Utilizar un lenguaje textual para desarrollar programas sencillos.
- 4.6. Diseñar algoritmos sencillos para problemas numéricos o de manipulación de información.
- 4.7. Analizar la eficiencia de algoritmos sencillos.

Competencia específica 5.

5.1. Conocer las características principales de algunos campos emergentes, sus usos y su potencial impacto social.

SABERES BÁSICOS

A. El computador.

- Modelo simplificado de computador de von Neumann. Representación en memoria de las instrucciones. Ciclo de búsqueda y ejecución de instrucciones. Simulación de un lenguaje de máquina simplificado.
- Redes de computadores. Dispositivos, estructura y funcionamiento de las redes de computadores. Niveles del modelo OSI. Protocolos.

B. Almacenamiento de información.

- Archivos. Sistemas de archivos. Tipos de archivos.
- Bases de datos. Definición. Administración básica de una base de datos: creación, consultas básicas con el lenguaje SQL, creación de formularios e informes.

C. Programación de computadores.

- Fundamentos de lenguajes de programación. Alfabetos y lenguajes. Autómatas finitos. Lenguajes independientes del contexto. Léxico, sintaxis y semántica. Análisis sintáctico.
- Programación textual. Proceso de desarrollo: edición, compilación o interpretación, ejecución, pruebas y depuración.
- Elementos de programación textual: variables y operación de asignación, tipos de datos, expresiones, instrucción, secuencia de instrucciones, instrucciones alternativas, instrucciones repetitivas, modularización.
- Problemas y algoritmos. Corrección y eficiencia. Algoritmos fundamentales: numéricos, búsqueda, ordenación.

D. Campos emergentes

- Campos emergentes: Inteligencia artificial, interacción persona-ordenador (interfaces tangibles, realidad aumentada, realidad virtual), ciberseguridad, la ciencia de los datos (*big data*), internet de las cosas.

=====

Otras aportaciones (justificación)

Resulta sorprendente y casi produce rubor tener que justificar la importancia de la informática en la sociedad actual y, por tanto, la necesidad de aprenderla en el instituto. De forma genérica, podemos decir que la educación debe permitir a los estudiantes conocer el mundo físico, biológico, social y virtual. La informática permite a los jóvenes acceder al conocimiento del mundo digital, comprendiendo los fundamentos científicos y tecnológicos de la sociedad de la información en la que crecen.

Conviene resaltar la diferencia entre competencia digital e informática. La competencia digital es a la informática lo que usar una calculadora o una hoja de cálculo es a las matemáticas. Nadie concibe que basta con saber usar una calculadora para afirmar que tiene una buena educación matemática o que se ha familiarizado con el pensamiento matemático. Análogamente, no basta con saber usar dispositivos digitales o programas para afirmar que tiene una buena educación informática o que se ha familiarizado con el pensamiento computacional. La encuesta realizada

en verano y otoño de este año por Eurydice resaltaba que quería conocer el estado en los países europeos de la educación exclusivamente en informática, no en competencia digital.

De forma más concreta, podemos argumentar razones económicas y educativas. No debe sorprender que algunas de las razones más frecuentemente esgrimidas sean de tipo económico. Por un lado, existe un entorno internacional donde el sector cuaternario, relacionado con la información, tiene un peso cada vez mayor. En este contexto, es difícil concebir un desarrollo empresarial, especialmente en los sectores productivos con mayor valor añadido, sin participación de la informática. Se trata de un factor clave para el fomento de la innovación tecnológica y la competitividad. Aunque la Formación Profesional y la Universidad proporcionan una formación especializada para el alumnado interesado en los Ciclos Formativos, Grados y Posgrados en Ingeniería Informática o afines, en las etapas educativas anteriores debe proporcionarse una educación básica en informática que sea universal y que capacite para un adecuado desarrollo profesional en el futuro.

Hoy en día prácticamente cualquier profesión se beneficia de un uso más o menos específico de la informática, por lo que es necesario el desarrollo de la competencia digital. A su vez, cada vez más profesiones requieren de una aplicación más o menos específica de la informática para su desempeño, y por tanto es también necesario el desarrollo de la competencia informática. Un buen número de profesiones necesitan personal con una mínima formación en la propia informática, sin exigir una especialización informática, sobre todo en programación, por ejemplo, para programar consultas a hojas de cálculo o bases de datos, para explotar los datos, para resolver problemas computacionales en su dominio o para programar dispositivos digitales.

Un beneficio evidente de la inclusión de la educación en informática desde edades tempranas es que un mayor conocimiento de la disciplina permite fomentar las vocaciones de grupos que tradicionalmente tienen una presencia minoritaria. Este problema se manifiesta con especial gravedad entre las mujeres. Si ya la presencia de mujeres en ingeniería es minoritaria, todavía es más baja en informática. Una mayor familiarización con la informática facilitaría un mejor conocimiento de ésta, despojándola de los estereotipos poco atractivos que hay sobre los informáticos y que no se corresponden con la realidad del ejercicio de la profesión.

La inclusión de la informática es una tendencia que está abriendo una brecha cada vez más grande entre unos y otros países. En otros muchos países que son referente, como Estados Unidos, Gran Bretaña, Francia, Alemania, Italia, Israel, Países Bajos, Dinamarca, Finlandia, Australia, Canadá, etc. se está apostando por el aprendizaje de la informática en Educación Secundaria, e incluso en Educación Primaria. Por tanto, vemos con desasosiego cómo en el caso de España se excluye de la educación preuniversitaria, dándose un paso atrás incluso respecto a leyes educativas anteriores

La propuesta presentada es un ejemplo meditado de cómo puede incorporarse el aprendizaje de la informática de forma comprensible en Bachillerato, aunque obviamente pueden concebirse otras propuestas.

Brevísima bibliografía:

ACM Europe Council, CEPIS & Informatics Europe (2019). “Declaración de Roma”, <https://www.informaticsforall.org/rome-declaration-es/> (Véase lista de firmantes en <https://www.informaticsforall.org/rome-declaration-signers/>)

Michael E. Caspersen, Judith Gal-Ezer, Andrew McGettrick & Enrico Nardelli (2019). "Informatics as a Fundamental Discipline for the 21st Century", *Communications of the ACM*, 62(4):58-63, <https://doi.org/10.1145/3310330>

Sociedad Científica Informática de España & Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática (2018). "Informe del grupo de trabajo SCIE/CODDII sobre la enseñanza preuniversitaria de la informática", <https://www.scie.es/actividades/educacion/>

The Committee on European Computing Education (CECE), Informatics Europe & ACM Europe (2017): "Informatics Education in Europe: Are We All in the same Boat?", <https://doi.org/10.1145/3106077>

Todos los documentos son de acceso abierto, salvo Caspersen *et al.* (2019), que se adjunta a continuación.