



ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

DIAGNÓSTICO DE HABILIDADES DE  
PENSAMIENTO COMPUTACIONAL  
EN ESTUDIOS DE  
FORMACIÓN PROFESIONAL

*Trabajo de Fin de Máster en Formación del  
Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y  
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de  
Idiomas (Interuniversitario)*

Autor: Rafael Herrero-Álvarez

Tutora: Coromoto León Hernández

Junio, 2022

## Resumen<sup>1</sup>

El Pensamiento Computacional es el proceso de reconocimiento de aspectos de la Informática en el mundo que nos rodea, así como la aplicación de herramientas y técnicas de la Informática para comprender y razonar sobre los sistemas y procesos tanto naturales como artificiales. El Pensamiento Computacional se debe trabajar y entrenar a cualquier edad. Sin embargo, gran parte de los trabajos de investigación publicados se centran en estudios pre-universitarios de carácter obligatorio. El objetivo de este trabajo ha sido realizar un diagnóstico sobre una muestra de estudiantes de Formación Profesional en todas sus modalidades: Básica, Grado Medio y Grado Superior, que permita conocer cuál es la situación de las habilidades de Pensamiento Computacional en este nivel de estudios no obligatorio.

## Abstract

Computational Thinking is the process of recognizing aspects of Computer Science in the world around us, as well as the application of Computer Science tools and techniques to understand and reason about both natural and artificial systems and processes. Computational Thinking should be worked on and trained at any age. However, much of the published research focuses on mandatory pre-university studies. The objective of this work has been to make a diagnosis on a sample of Vocational Training students in all its modalities: Basic, Intermediate Grade and Higher Grade, which allows knowing the situation of Computational Thinking skills at this level of non compulsory studies.

---

<sup>1</sup>**Agradecimientos:** El trabajo de Rafael Herrero-Álvarez ha sido financiado por el Gobierno de Canarias a través de la Agencia Canaria de Investigación Innovación y Sociedad de la Información - ACIISI- con el contrato número TESIS2021010058.

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>8</b>
<b>2. Planteamiento del problema de investigación</b>	<b>13</b>
<b>3. Antecedentes</b>	<b>15</b>
3.1. Niveles educativos en España . . . . .	17
3.2. Pensamiento Computacional en el currículo educativo español	19
3.3. Medición de las habilidades de Pensamiento Computacional .	21
<b>4. Objetivos</b>	<b>27</b>
<b>5. Método y procedimiento</b>	<b>28</b>
5.1. Muestra . . . . .	31
<b>6. Resultados</b>	<b>34</b>
6.1. Limitaciones . . . . .	34
6.2. CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes. 1º Curso. Grupo 1	36
6.3. CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes. 1º Curso. Grupo 2	40
6.4. CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes. 2º Curso . . . .	44
6.5. CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red. 1º	
Curso . . . . .	48
6.6. CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red. 2º	
Curso . . . . .	52
6.7. CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. 1º Cur-	
so. Grupo 1 . . . . .	56
6.8. CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. 1º Cur-	
so. Grupo 2 . . . . .	60

6.9. CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. 2º Cur-	
so. Grupo 1 . . . . .	64
6.10. CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. 2º Cur-	
so. Grupo 2 . . . . .	64
6.11. Resultados según nivel de estudios . . . . .	65
6.12. Resultados según género . . . . .	67
6.13. Discusión . . . . .	70
<b>7. Conclusiones</b>	<b>72</b>
<b>Referencias</b>	<b>74</b>

## Índice de figuras

1.	Ejemplo de un programa desarrollado en Comilona . . . . .	11
2.	Ejemplo de un programa desarrollado en la plataforma Microsoft Arcade Makecode . . . . .	12
3.	Ejemplo de actividad desenchufada llevada a cabo en el proyecto Piens@ Computacion@LLmente . . . . .	15
4.	Ejemplo de actividad enchufada llevada a cabo en el proyecto Piens@ Computacion@LLmente . . . . .	16
5.	Actual sistema de Formación Profesional . . . . .	19
6.	Ejemplo de una pregunta del TechCheck . . . . .	22
7.	Ejemplo de una pregunta del Bebras Computational Challenge en el cuestionario de Computational Thinking Abilities . . . . .	24
8.	Ejemplo de una pregunta del CTT . . . . .	30
9.	Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 1 . . . . .	37
10.	Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 1 . . . . .	38
11.	Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 1 . . . . .	39
12.	Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 2 . . . . .	41
13.	Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 2 . . . . .	42

14.	Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 2	43
15.	Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 2º Curso . . . . .	45
16.	Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 2º Curso . . . . .	46
17.	Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 2º Curso . . . .	47
18.	Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 1º Curso .	49
19.	Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 1º Curso . . . . .	50
20.	Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 1º Curso . . . . .	51
21.	Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 2º Curso .	53
22.	Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 2º Curso . . . . .	54
23.	Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 2º Curso . . . . .	55
24.	Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 1	57

25.	Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 1 . . . . .	58
26.	Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 1 . . . . .	59
27.	Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 2	61
28.	Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 2 . . . . .	62
29.	Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 2 . . . . .	63
30.	Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, según el Ciclo Formativo de los estudiantes . . . . .	66
31.	Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, según el género de los estudiantes . . . . .	68
32.	Puntuaciones medias obtenidas para cada uno de los conceptos estudiados, sobre 4 puntos, según el género de los estudiantes .	69

## Índice de cuadros

1. Ciclos Formativos en los que se realizó el cuestionario CTT . . 31
2. Muestra de estudiantes que realizaron el CTT, distribuido por género, Ciclo Formativo y edades medias . . . . . 33

# 1. Introducción

El Pensamiento Computacional se define como una habilidad para resolver problemas aplicando técnicas propias de las Ciencias de la Computación [1]. Esta fue la primera definición, dada por Jeannete Wing en el año 2006, la cual definía que el Pensamiento Computacional constaba de cuatro principios: abstracción, eliminar toda información irrelevante para la resolución del problema; descomposición, dividir nuestro problema en problemas más pequeños; reconocimiento de patrones, buscar cosas similares en nuestro problema que nos ayuden a resolverlo; algoritmo, crear una solución siguiendo un conjunto de pasos ordenados. Sin embargo, no se trata de un concepto tan reciente, ya que es posible encontrar definiciones relacionadas con la manera procedimental de pensar, aplicada especialmente a los problemas de geometría [2, 3].

En la literatura actual no es posible encontrar un consenso sobre la definición de Pensamiento Computacional, ya que algunos autores proponen que se debe incluir en la definición la persistencia para trabajar con problemas complejos o la habilidad para manejar la ambigüedad [4], mientras que otros autores van más allá de las computadoras, afirmando que se ven involucradas tres áreas, que son los conceptos de Ciencias de la Computación como las secuencias, bucles, condicionales, etc., las prácticas que se desarrollan con la programación como puede ser la resolución de problemas, la reutilización y la combinación de diferentes proyectos para aplicar una solución en otro, etc., además de perspectivas sobre el mundo que les rodea, relacionadas con cuestionarse ideas, relacionarse con otras personas, etc. [5]. Otro de los aspectos que se suele remarcar cuando se habla sobre el Pensamiento Computacional, es que esta habilidad no se basa en aprender a pensar como un ordenador, porque los ordenadores no *piensan* como tal, sino que la definición correcta

debería ser que se aprende a pensar como un informático, ya que son las habilidades que tienen estas personas las que constituyen el Pensamiento Computacional [6].

Hay que tener en cuenta que el Pensamiento Computacional, al igual que otras muchas habilidades, se puede y se debe entrenar para adquirir mayores capacidades. Se ha demostrado que este entrenamiento resulta más efectivo en estudios pre-universitarios, especialmente en la educación primaria sobre la secundaria [7]. Sin embargo, esto no implica que a edades mayores no se llegue a mejorar estas habilidades, sino que el cambio es más notorio cuanto más joven se es.

El Pensamiento Computacional es, por tanto, una competencia interdisciplinar y transversal, por lo que desde las instituciones públicas de muchos países se están llevando a cabo esfuerzos para poder integrarlo en los currículos educativos. En Europa se están llevando a cabo reformas para integrar las Ciencias de la Computación en la educación pre-universitaria, pero no tanto sobre el Pensamiento Computacional. Además, solo 10 de los 21 países analizados incluye habilidades de computación y programación [8], lo que demuestra que aún queda trabajo por hacer en este ámbito.

En el caso de España, no es hasta la última reforma educativa con la Ley Orgánica de Modificación de la LOE (Ley Orgánica de Educación), la LOM-LOE, que entró en vigor en el año 2022, cuando se comienza a mencionar al Pensamiento Computacional como una competencia que se tiene que trabajar desde la educación infantil [9, 10]. Sin embargo, no se encuentra ninguna mención en los contenidos relativos a la Formación Profesional [11].

Para trabajar estas habilidades en los estudios pre-universitarios existen numerosas iniciativas, como Scratch [12], una plataforma online que nos permite utilizar un lenguaje de programación visual basado en bloques, el cual

lleva el mismo nombre, para crear cualquier programa libremente; la hora de código de CODE.org [13], donde los estudiantes realizan un curso con un lenguaje de programación visual basado en bloques de una hora de duración como introducción a la programación y la informática; Arcade Makecode [14], una plataforma desarrollada por Microsoft donde podemos diseñar y programar nuestro propio videojuego usando bloques o lenguajes de programación como JavaScript o Python, tal y como se puede ver en la Figura 2; o Comilona [15], un juego en el que se busca enseñar conceptos de programación a través de la nutrición, utilizando un lenguaje de programación visual basado en Blockly, tal y como se aprecia en la Figura 1. Sin embargo, el Pensamiento Computacional no se trabaja únicamente utilizando el ordenador, sino que es posible realizar actividades desenchufadas, es decir, donde no se hace uso de ningún dispositivo como ordenadores o tabletas. Dentro de este tipo de actividades encontramos la iniciativa CS Unplugged de la Universidad de Canterbury [16], desde donde podemos acceder a una gran cantidad de material que podemos utilizar libremente para llevar a cabo actividades de este tipo.

También existen metodologías para desarrollar el Pensamiento Computacional a través de la realización de actividades de manera presencial [17], como de manera telemática [18].

La mayoría de iniciativas están enfocadas a los niveles educativos de primaria y secundaria, a pesar de ser el Pensamiento Computacional una habilidad que debería fomentarse a cualquier edad. Scratch está enfocado para niños entre 8 y 16, teniendo incluso una versión para los más pequeños, entre 5 y 7 años, llamada ScratchJr [19]; CODE.org ofrece cursos para niños de entre 4 y 18 años; Microsoft con su plataforma Makecode invita a cualquier persona a utilizarla y probarla, pero la recomienda para adolescentes entre

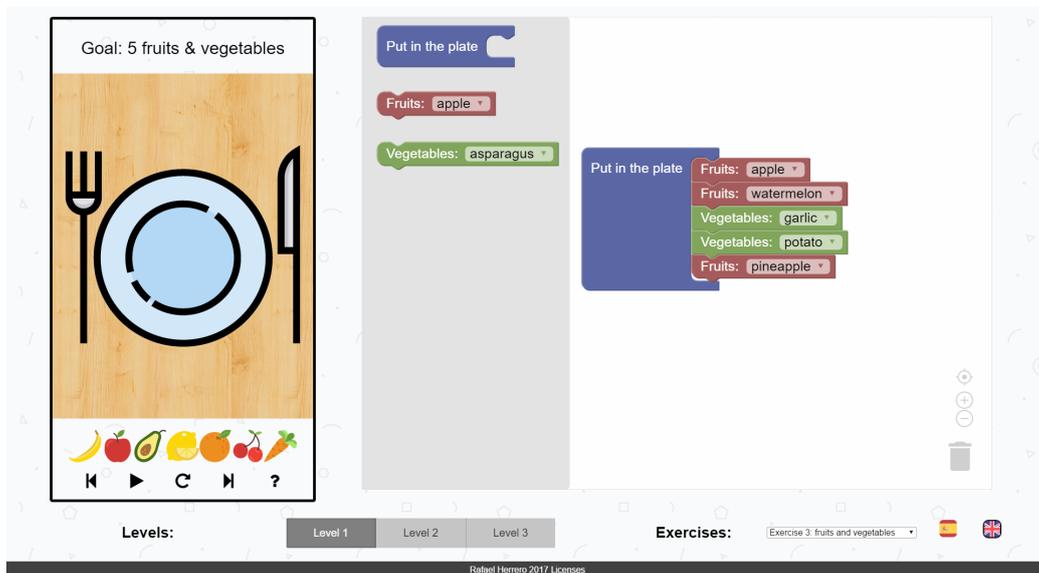


Figura 1: Ejemplo de un programa desarrollado en Comilona

12 y 17 años; las actividades de CS Unplugged están diseñadas para la educación primaria. Si bien es en estas edades cuando se demuestra un cambio significativo en las habilidades [7], esto hace que no se encuentren iniciativas para los estudios superiores no-universitarios como es Bachillerato o la Formación Profesional.

Este trabajo se estructura de la siguiente manera. En la sección 2 se encuentra el planteamiento del problema de investigación. La sección 3 abarca los antecedentes. La sección 4 contiene los objetivos del trabajo. La sección 5 trata el método y el procedimiento seguido en la investigación. En la sección 6 se incluyen los resultados. Por último, en la sección 7 se exponen las conclusiones.

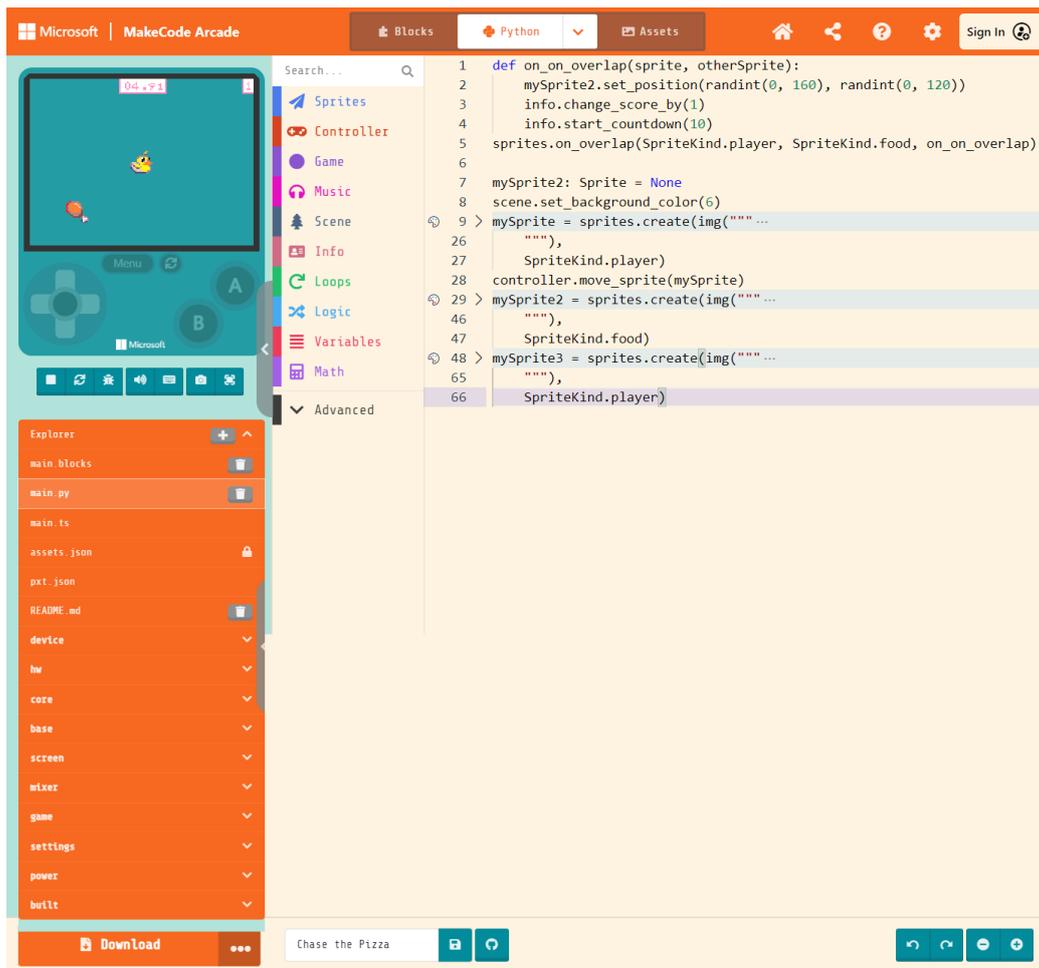


Figura 2: Ejemplo de un programa desarrollado en la plataforma Microsoft Arcade Makecode

## 2. Planteamiento del problema de investigación

El Pensamiento Computacional se debe trabajar y entrenar a cualquier edad. Sin embargo, gran parte de los trabajos centran sus esfuerzos en los estudios pre-universitarios, llegando la mayoría a la etapa secundaria. Como se analizó en la introducción, es en la educación primaria donde más se refleja un cambio a la hora de realizar actividades relacionadas con el Pensamiento Computacional y las Ciencias de la Computación.

El objetivo final de este trabajo sería el de sentar las bases para poder establecer un conjunto de actividades con las que poder trabajar las habilidades del Pensamiento Computación en Bachillerato y en la Formación Profesional en todas sus modalidades: Básica, Grado Medio y Grado Superior. Sin embargo, para poder conseguirlo, es necesario conocer cuál es la situación en este ámbito respecto a estas habilidades. Si analizamos el estado en el entorno europeo, vemos que todos los esfuerzos se centran en la educación obligatoria [20, 8], es decir, dependiendo del país, hasta los 16 años, que en España se corresponden con la Educación Primaria y la Educación Secundaria.

Existe un desconocimiento en esta área, a pesar de que se considera fundamental que en plena era digital cualquier persona tenga no solo nociones básicas sobre informática, sino también del funcionamiento de una máquina programable, es decir, que puede ser automatizado y qué no [21]. Viendo la importancia que tiene entonces el Pensamiento Computacional en este ámbito, hemos detectado la existencia de un problema, que es la falta de investigación de este campo en estudios que no sean los obligatorios, y no solo en la Formación Profesional, que es donde se ha enfocado este trabajo, sino también en el ámbito universitario, ya que la mayoría de trabajos que buscan

la medición de habilidades del Pensamiento Computacional se centran en la educación primaria [22, 23].

Así pues, el problema de que se pretende resolver con esta investigación es la carencia de estudios donde se determine el estado de desarrollo de las habilidades de Pensamiento Computacional en el nivel de estudios de Formación Profesional.

Para solventarlo, se está elaborando este informe donde se describe el trabajo realizado en el centro donde el autor ha realizado las prácticas en centros educativos. En este período, se ha procedido a la recogida de datos mediante un cuestionario que nos permitirá medir las habilidades de Pensamiento Computacional en alumnos de diferentes ciclos de Formación Profesional. Una vez obtenidos los datos, se ha procedido a realizar un análisis estadístico descriptivo. Finalmente, a partir de los resultados obtenidos, se han determinado las debilidades y fortalezas que se han detectado en este conjunto de estudiantes para abrir la puerta en un futuro a que se diseñen actividades enfocadas a Pensamiento Computacional.

### 3. Antecedentes

En la actualidad se puede encontrar numerosos trabajos que enfocan sus investigaciones a conocer el estado del Pensamiento Computacional y de las Ciencias de la Computación en los estudios pre-universitarios, pero concretamente en las etapas educativas de primaria y secundaria [4, 5, 6, 24, 25].



Figura 3: Ejemplo de actividad desenchufada llevada a cabo en el proyecto Piens@ Computacion@LLmente

Las iniciativas para trabajar el Pensamiento Computacional y así acercar las Ciencias de la Computación a los más jóvenes vienen tanto de empresas privadas como desde el sector público, intentando integrarlo en el currículo educativo. Un ejemplo es el proyecto Piens@ Computacion@LLmente, de la Universidad de la Laguna, la Fundación General de la Universidad de La Laguna y el Cabildo de Tenerife, donde se plantean un conjunto de actividades que tiene que realizar el profesorado de primaria y secundaria para integrar

el Pensamiento Computacional en las aulas, además de realizar sesiones con actividades desenchufadas, como se puede apreciar en la Figura 3, y enchufadas, como se puede apreciar en la Figura 4, con estos estudiantes [26].

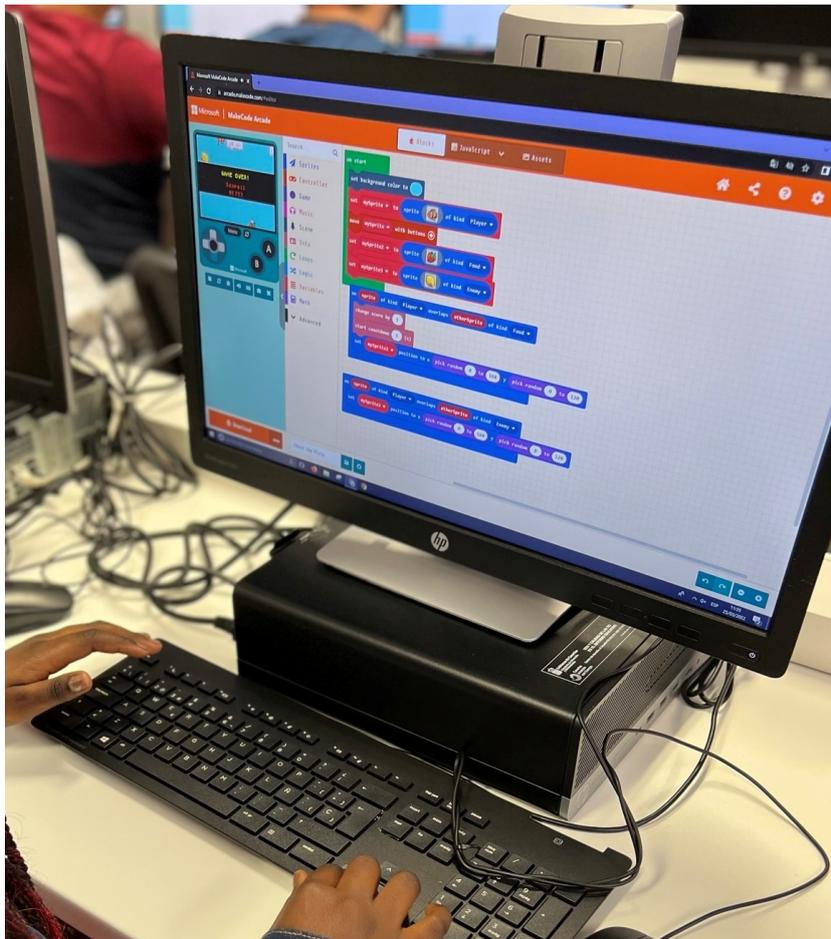


Figura 4: Ejemplo de actividad enchufada llevada a cabo en el proyecto Piens@ Computacion@LLmente

En la Unión Europea es posible encontrar algunos países, como el Reino Unido, que han realizado esfuerzos por incluir una materia propia en el currículo educativo relacionada con las Ciencias de la Computación. Esta se ha denominado *Computación*. A pesar del nombre dado, los conceptos que se

imparten reflejan la importancia que le dan al Pensamiento Computacional, ya que esta no se limita únicamente a la programación [27].

Otros, como Austria, también han analizado la necesidad de sustituir la asignatura denominada Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), además de la de Informática, por una que englobe nuevos contenidos relacionados con la Informática, y la cual han denominado *Educación Digital Básica* [28].

En el caso de Suiza se ha desarrollado un currículo nacional llamado *Lehrplan 21*, y en el cual se requiere que los estudiantes de primaria y secundaria reciban educación en Ciencias de la Computación. Con el fin de que esto no supusiese un problema para los docentes, Suiza creó un curso obligatorio de educación en Ciencias de la Computación para maestros que se encontrasen en servicio para que la implementación de este currículo se pudiese llevar a cabo adecuadamente [29].

Un tema que también ha llamado a la atención a los investigadores es como las emociones influyen en el proceso de aprendizaje [30], [31] y cómo esto afecta al entrenamiento de habilidades del Pensamiento Computacional [32], [33]. Sin embargo, es un campo que se podría considerar novedoso, ya que no existen muchos trabajos relacionados.

### **3.1. Niveles educativos en España**

En España la educación se articula en las etapas de Educación Infantil, de carácter voluntario y que abarca desde el nacimiento hasta los seis años [34], Educación Primaria y Educación Secundaria, de carácter obligatorio, considerada como educación básica, y que abarcan desde los seis años hasta los 16, pudiendo permanecer en esta etapa hasta cumplir los 18 [9, 10]. Tras esta etapa, los estudiantes pueden optar por seguir por Bachillerato, siempre y

cuando estén en posesión del título de Graduado en Educación Secundaria Obligatoria o de cualquiera de los títulos de Técnico o Técnico Superior de Formación Profesional, o de Artes Plásticas y Diseño, o Técnico Deportivo o Técnico Deportivo Superior [35], u optar por la Formación Profesional, que el de objeto de estudio de este trabajo y que se articulan de la siguiente manera, según sus criterios de acceso:

- Formación Profesional Básica: podrán acceder los estudiantes que tengan entre 15 y 17 años, hayan cursado el primer ciclo de Secundaria o, excepcionalmente, el segundo curso de Secundaria y hayan sido propuesto por el equipo docente a los padres, madres o tutores legales para la incorporación a un ciclo de este nivel [36].
- Formación Profesional de Grado Medio: podrán acceder los estudiantes que hayan superado la Secundaria o un nivel académico superior, los módulos obligatorios de un programa de cualificación profesional inicial, el curso de formación específico o la prueba de acceso a ciclos formativos de grado medio o de grado superior, o la prueba de acceso a la universidad para mayores de 25 años. Es necesario tener, al menos, 17 años [37].
- Formación Profesional de Grado Superior: podrán acceder los estudiantes que hayan superado Bachillerato, posean un título de Técnico de Grado Medio y hayan superado un curso de formación específico para el acceso a estos ciclos, o hayan superado la prueba de acceso a ciclos formativos de grado superior o la prueba de acceso a la universidad para mayores de 25 años [37]. No se establece edad mínima en este caso, pero con los requisitos de accesos descritos sobre la posesión del título de Bachillerato o de un título de Técnico de Grado Medio, la

edad mínima a la que se podría acceder serían los 17 años, mientras que para realizar la prueba de acceso la edad mínima es de 19 años.

Un diagrama sobre el actual sistema de Formación Profesional en España [38] se puede consultar en la Figura 5.

#### ACTUAL SISTEMA DE FORMACIÓN PROFESIONAL. LEY ORGÁNICA 5/2002

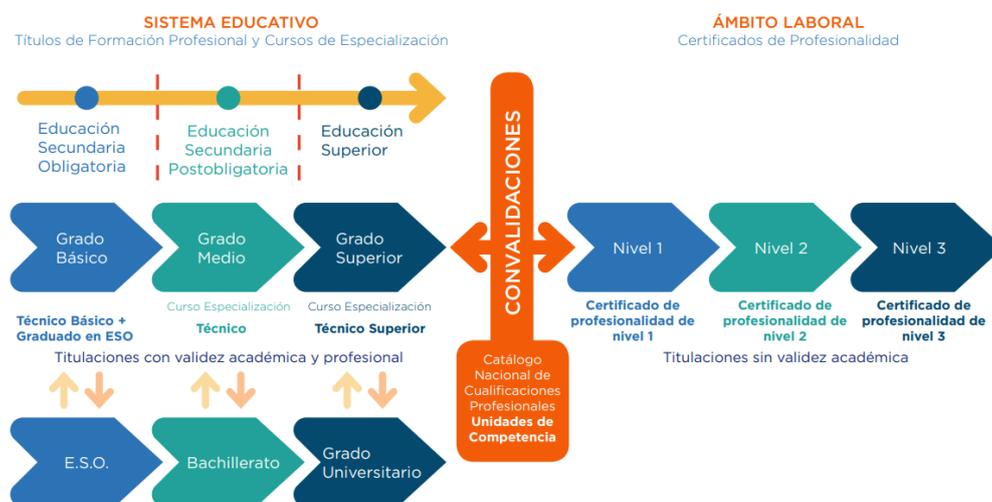


Figura 5: Actual sistema de Formación Profesional

### 3.2. Pensamiento Computacional en el currículo educativo español

Los estudios descritos en el apartado anterior son no-universitarios, es decir, se trata de etapas educativas que se imparten en España en institutos. Los estudiantes de estas etapas pueden tener la misma edad que los estudiantes universitarios, ya que en los requisitos de acceso a la Universidad se exige, como mínimo, superar la Evaluación de Bachillerato para Acceso a la Universidad (EBAU), en el caso de Canarias, y a la que es posible acceder con 17 años [39]. Cabe mencionar también la existencia de la Formación

Profesional Adaptada, en el caso de Canarias, para adolescentes entre los 16 y 23 años, la cual está orientada a estudiantes con necesidades educativas especiales [40].

En España no era posible encontrar ninguna mención al Pensamiento Computacional, las Ciencias de la Computación, la Robótica o la Programación en los reales decretos en los que se establecían los contenidos mínimos para currículos educativos de primaria, como en la Ley Orgánica de Educación (LOE) del año 2006 [41] o la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) del año 2014 [42], hasta que entró en vigor la Ley Orgánica de Modificación de la LOE (LOMLOE) en marzo de 2022 [43], momento en el que ya es posible encontrar los términos mencionados anteriormente, salvo Ciencias de la Computación, a lo largo de los contenidos mínimos desde la educación infantil hasta Bachillerato.

Hasta el momento previo de la entrada en vigor de la LOMLOE, como cada Comunidad Autónoma decide qué contenidos se deben enseñar en su currículo educativo, un análisis a 12 comunidades diferentes reveló que la mayoría de ellas no hacían ninguna mención al Pensamiento Computacional como una habilidad que debería ser adquirida y trabajada por cualquier ciudadano [44].

A pesar de no haber estado incluido el Pensamiento Computacional en los contenidos mínimos de la educación en España, de la mano del Ministerio de Educación y Formación Profesional es posible encontrar una iniciativa en la que plantean actividades desde el curso académico 2019/2020 para las etapas de Educación Infantil hasta Bachillerato, ofreciendo los contenidos, actividades y ejercicios organizados en cinco temáticas diferenciadas: Pensamiento Computacional Desconectado, Programación con Bloques, Programación con Python, Robótica e Inteligencia Artificial [45]. Sin embargo, cabe recalcar que

esta es una iniciativa propia de este ministerio, que al no estar recogida en ningún reglamento, supone que no es de enseñanza obligatoria en las aulas.

### 3.3. Medición de las habilidades de Pensamiento Computacional

Uno de los principales problemas al que nos enfrentamos en este tipo de trabajo es el de determinar cual es el estado actual de las habilidades de Pensamiento Computacional en los estudiantes de la Formación Profesional de una manera cuantitativa. Existen varios cuestionarios [46], categorizados según la etapa educativa a la que están orientados:

- Preescolar: para esta etapa existe el cuestionario *TechCheck* [47], en el que los estudiantes de la educación infantil, validado en estudiantes entre los 5 y los 9 años de edad, responden a las preguntas de manera desenchufada, con varias opciones para cada una, y en el que no es necesario tener conocimiento previos sobre programación y codificación, tal y como se puede apreciar en la Figura 6.
- Primaria: para esta etapa podemos encontrar el cuestionario *Test de Pensamiento Computacional* (CTT, por sus siglas en inglés: *Computational Thinkig Test*) [48, 49], validado para adolescentes hasta los 16 años. Esta prueba tiene un total de veintiocho preguntas de opción múltiple y en las que la dificultad va creciendo a medida que se avanza en la prueba. Estas preguntas involucran diferentes conceptos de programación, con ejercicios que deben resolverse mediante el uso de un lenguaje de programación visual basada en bloques.
- Secundaria: para esta etapa podemos encontrar varios cuestionarios como:

- *Computational Thinking Abilities - Middle Grades Assessment* [50], el cual mezcla preguntas del CTT de Román-González et al., y del UK Bebras Computational Challenge [51], como se puede ver en el ejemplo de la Figura 7. Se trata de un cuestionario de 50 preguntas de respuestas múltiples, el cual analiza aspectos de pensamiento lógico, generalización y abstracción. Ha sido validado en estudiantes de 11 a 13 años.
- *Computational Thinking Performance Test* [52], un cuestionario de 50 preguntas con respuestas en la escala de Likert, las cuales sirven para analizar la creatividad, el pensamiento algorítmico, la cooperación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Se ha validado en 28 institutos de la educación secundaria.

This seesaw isn't going up and down. How can it be changed so it works?

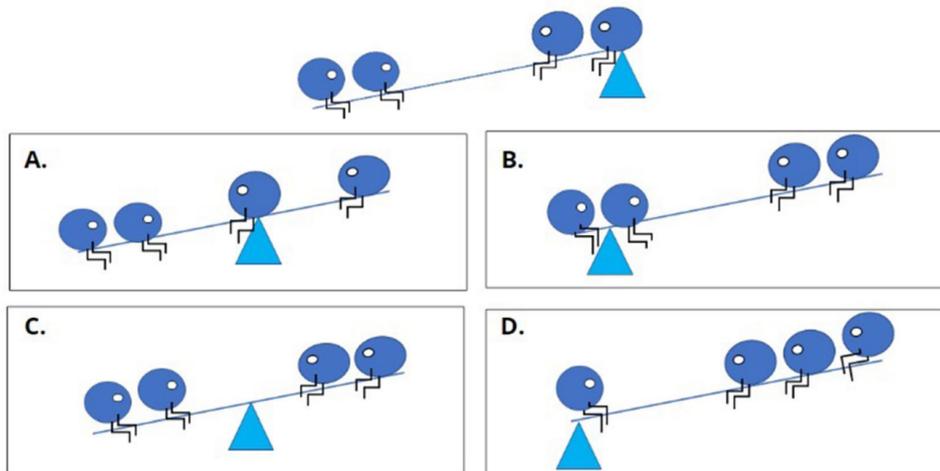
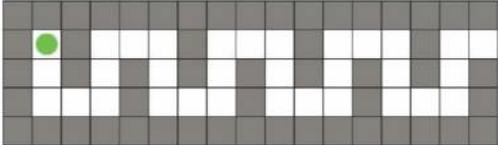


Figura 6: Ejemplo de una pregunta del TechCheck

- *Computational Thinking Tool* [53], un cuestionario de 42 preguntas en una escala de Likert de cinco puntos, que sirve para analizar las habilidades del Pensamiento Computacional de los estudiantes, categorizando los resultados en cuatro factores: la resolución de problemas, aprendizaje cooperativo y pensamiento crítico, pensamiento creativo y pensamiento algorítmico. Se ha validado en estudiantes de instituto.
- *Computational Thinking Self-Efficacy Survey* [54], validado en estudiantes entre los 10 y los 14 años, mide la percepción que tienen los estudiantes sobre sus capacidades para pensar computacionalmente. Se trata de un cuestionario dividido en cuatro secciones: la resolución de problemas, las habilidades de programación, las prácticas de programación informática y el impacto de la programación informática.

### Question 2

Help the green robot to exit the maze.



The arrows below represent the instructions that the green robot can follow.



Choose the correct set of instructions that will take the green robot to the exit. The robot will repeat these instructions 4 times.

### Question 2

Select the correct answer

- 
- 
- 
- 

Figura 7: Ejemplo de una pregunta del Bebras Computational Challenge en el cuestionario de Computational Thinking Abilities

Es posible encontrar otras propuestas, como el *Computational Thinking Scale* (CTS) [55], un cuestionario de 29 preguntas con 5 opciones en la escala de Likert, y divididas en 5 categorías: creatividad, pensamiento algorítmico, cooperatividad, pensamiento crítico y resolución de problemas; su validez se comprobó con estudiantes universitarios. Algunas de las preguntas que se realizaban son las siguientes:

- Creatividad:
  - *I like the people who are realistic and neutral.*
  - *I trust that I can apply the plan while making it to solve a problem of mine.*
- Pensamiento algorítmico:
  - *I think that I have a special interest in the mathematical processe.*
  - *I believe that I can easily catch the relation between the figures.*
- Cooperatividad:
  - *I like experiencing cooperative learning together with my group friends.*
  - *I like solving problems related to group project together with my friends in cooperative learning.*
- Pensamiento crítico:
  - *I am good at preparing regular plans regarding the solution of the complex problems.*
  - *I am willing to learn challenging things.*
- Resolución de problemas:

- *I have problems in the issue of where and how I should use the variables such as  $X$  and  $Y$  in the solution of a problem.*
- *I cannot produce so many options while thinking of the possible solution ways regarding a problem.*

## 4. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es el de conocer el estado de las habilidades de Pensamiento Computacional en los estudios de la Formación Profesional. Estos estudios, al igual que los universitarios, no suelen atraer la atención de los investigadores, ya que los esfuerzos se han centrado en la etapa de primaria y secundaria.

Los objetivos concretos de este Trabajo de Fin de Máster son:

- Realizar un análisis sobre el estado del Pensamiento Computacional en las normativas y legislaciones educativas de España, así como en diferentes comunidades autónomas, especialmente en Canarias.
- Analizar el estado de las habilidades de Pensamiento Computacional en diferentes ciclos de Formación Profesional, comparando los resultados entre cada ciclo y según el género de los estudiantes.
- Establecer una visión respecto al Pensamiento Computacional en la Formación Profesional de manera que se pueda implantar un conjunto de actividades en un futuro.

## 5. Método y procedimiento

Una vez analizados los diferentes cuestionarios para la evaluación de las habilidades de Pensamiento Computacional de los estudiantes, se ha decidido utilizar el de Román-González et al. [48, 49], ya que muchas de las propuestas se centraban en la percepción que tienen los estudiantes sobre sus habilidades, pero no en medirlas de manera cuantitativa.

El cuestionario tiene un total de veintiocho preguntas de opción múltiple y cuya dificultad va creciendo a medida que se avanza en las preguntas. Estas involucran diferentes conceptos de programación, proponiendo ejercicios cortos que para poder resolverlos es necesario hacer uso de un lenguaje de programación visual basado en bloques, como vemos en la Figura 8.

Los conceptos de programación que se evalúan son las instrucciones básicas, que en este caso consisten en realizar movimientos con un personaje en cuatro direcciones (4 elementos específicos), bucles (12 elementos), condicionales (8 elementos) y funciones (4 elementos), así como anidamiento.

Para esta prueba se obtendrá una puntuación para cada estudiante que iría desde el 0 hasta el 28, ya que cada pregunta se califica como correcta o no. Este modo de evaluación es el mismo que el propuesto por el autor del Test de Pensamiento Computacional (CTT), Román-González. Los estudiantes no tienen la necesidad de contestar todas las respuestas, pudiendo dejarla en blanca, pero contando esta como no correcta. Tienen un total de 45 minutos para completarlo.

Para agilizar la realización de estas pruebas y poder operar con los resultados de una manera sencilla, se ha realizado un Google Form desde el que los estudiantes contestan las preguntas del CTT.

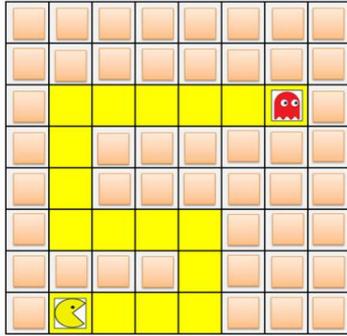
Es importante mencionar que mediante este cuestionario se busca conocer el estado de los estudiante respecto a sus habilidades relacionadas con el

Pensamiento Computacional, pero que estos no reciben ningún entrenamiento previo ni realizan ningún tipo de actividad.

El cuestionario se ha realizado en el mes de mayo de 2022 durante la realización de las prácticas externas en el IES Domingo Pérez Minik, ubicado en la Curva de Gracia, en San Cristóbal de La Laguna. Concretamente lo realizaron los estudiantes del primer curso de los ciclos que se recogen en el Cuadro 1 de manera presencial. No fue posible realizarlo con los estudiantes de segundo curso de estos ciclos presencialmente, ya que se encontraban realizando las prácticas en empresa, por lo que se les facilitó, a través de los tutores, el enlace público al cuestionario.

### Pregunta 16

Para que 'Pac-Man' llegue hasta el fantasma por el camino señalado, ¿en qué paso de la siguiente secuencia de órdenes hay un **error**?



### Pregunta 16

Marca el paso en el que hay error

- A
- B
- C
- D

Figura 8: Ejemplo de una pregunta del CTT

<b>NIVEL</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ESTUDIO</b>
Ciclo Formativo de Grado Medio	Informática y Comunicaciones	Sistemas Microinformáticos y Redes
Ciclo Formativo de Grado Superior	Informática y Comunicaciones	Administración de Sistemas Informáticos en Red
Ciclo Formativo de Grado Superior	Informática y Comunicaciones	Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas

Cuadro 1: Ciclos Formativos en los que se realizó el cuestionario CTT

Para realizar el análisis y estudio de los resultados se comprobó la puntuación media obtenida en cada Ciclo Formativo por sus estudiantes para el CTT, además de la puntuación media para cada uno de los conceptos. También se analizaron los resultados según el nivel de estudios de los estudiantes y según el género.

## 5.1. Muestra

La cantidad de estudiantes matriculados en los Ciclos Formativos que se muestran en el Cuadro 1 en el IES Domingo Pérez Minik para el curso académico 2021/2022 asciende a un total de 207, de los cuales 115 corresponden al primer curso del ciclo formativo, y 92 al segundo curso.

En el Cuadro 2 se recoge la cantidad de estudiantes que realizaron el Test de Pensamiento Computacional (CTT), dividido según el género y el Ciclo Formativo que se encontraba realizando el estudiante, además de las edades medias para cada género.

Los números que se recogen en dicho cuadro difieren de la cantidad de estudiantes matriculados, 207, puesto que estos datos han pasado un proceso

de limpieza y filtrado, con el fin de eliminar aquellas respuestas que estuviesen duplicadas o sobre las que se haya detectado algún tipo de error. También cabe mencionar que este cuestionario lo realizaron los estudiantes un único día, por lo que es posible que no asistiesen todos los que se encontraban matriculados dicho día, además de que las faltas de asistencias es elevado en todos los ciclos.

ESTUDIO	CHICAS	EDAD MEDIA CHICAS	CHICOS	EDAD MEDIA CHICOS	NO BINARIO	EDAD MEDIA NO BINARIO
1º de Sistemas Microinformáticos y Redes. Grupo 1	0	-	6	18,33	0	-
1º de Sistemas Microinformáticos y Redes. Grupo 2	0	-	3	18	0	-
2º de Sistemas Microinformáticos y Redes	0	-	2	19,5	0	-
1º de Administración de Sistemas Informáticos en Red	1	19	17	20,56	0	-
2º de Administración de Sistemas Informáticos en Red	3	20,33	3	21,33	1	21
1º de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. Grupo 1	1	27	7	21,14	0	-
1º de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. Grupo 2	0	-	14	20,43	0	-
2º de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. Grupo 1	0	-	0	-	0	-
2º de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. Grupo 2	0	-	0	-	0	-
<b>TOTAL</b>	5	21,4	52	20,21	1	21

Cuadro 2: Muestra de estudiantes que realizaron el CTT, distribuido por género, Ciclo Formativo y edades medias

## 6. Resultados

Este apartado recoge los resultados obtenidos en el CTT por los estudiantes de los Ciclos formativos que se recogen en los Cuadros 1 y 2.

De manera previa al estudio de los resultados, se presentan las limitaciones que se han tenido a lo largo del estudio, tanto de manera previa a la obtención de los datos, como durante su análisis. Tras ello, se recoge para cada de unos los 3 Ciclos Formativos estudiados una breve descripción de los objetivos generales de cada uno, así como el estudio de dos figuras en las que se recogen las puntuaciones medias obtenidas por los estudiantes en general, y también para cada concepto que se estudia con el CTT.

Tras eso, se presenta también una visión general de los resultados, englobándolos por el género del estudiante y por la edad media.

Por último, se recogen las discusiones sobre estos resultados.

### 6.1. Limitaciones

Es importante destacar que en este trabajo nos hemos enfrentado a una serie de limitaciones que provocan que, si bien los resultados sirven para hacerse una idea sobre el estado de las habilidades de Pensamiento Computacional en los estudios de Formación Profesional, es necesario realizar un nuevo estudio en el que se subsanen las siguientes limitaciones:

- El número de estudiantes involucrados en la realización del cuestionario resulta insuficiente para poder determinar con exactitud el estado de las habilidades de Pensamiento Computacional.
- El cuestionario utilizado, el CTT propuesto por González-Román et al., se encuentra validado actualmente hasta los 16 años. Sin embargo,

en este estudio han participado estudiantes mayores de 20 años, por lo que los resultados reales podrían diferir de los presentados en este trabajo.

- Únicamente se pudo pasar a los Ciclos Formativos de Grado Medio y Grado Superior del IES Domingo Pérez Minik, en concreto a Sistemas Microinformáticos y Redes, Administración de Sistemas Informáticos en Red y Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, todos de la rama de Informática y Comunicaciones, dejando fuera del estudio a los Ciclos Formativos de Formación Profesional Básica de Servicios Comerciales, de la rama de Comercio y Marketing, y al de Peluquería y Estética, de la rama de Imagen Personal.
- Debido a que los estudiantes de segundo curso se encontraban en la realización de las prácticas en empresa (FCT), lo realizaron telemáticamente, mientras que los de primer curso lo realizaron en el aula, por lo que los resultados podrían diferir, ya que, por ejemplo, no hay control sobre el tiempo que han tardado en realizarlo. Es por ello que la muestra para los estudiantes de estos cursos es menor que para los de primer curso.

Estas limitaciones se deben, principalmente, a que el estudio se ha llevado a cabo durante el periodo de prácticas externas que se contempla en el Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (Interuniversitario) de la Universidad de La Laguna, al cual pertenece este mismo trabajo en la asignatura de Trabajo Fin de Máster.

## 6.2. CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes. 1º Curso. Grupo 1

La competencia general de este título consiste en instalar, configurar y mantener sistemas microinformáticos, aislados o en red, así como redes locales en pequeños entornos, asegurando su funcionalidad y aplicando los protocolos de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente establecidos [56]. Por tanto, estos estudiantes tienen conocimientos relacionados con las Ciencias de la Computación, aunque, tal como describen sus objetivos generales, no se trabaja programación como tal en sus asignaturas.

Se trata de un Ciclo Formativo de Grado Medio, al que es posible acceder sin realizar Bachillerato. De hecho, el estudiante con menor edad tenía 17 años en el momento de la realización del cuestionario, y el mayor 20, siendo la edad media de este grupo de 18,33 años. Esto implica que, sus conocimientos relativos a la informática sean superiores a otros estudiantes de esta edad, como los de Bachillerato, ya que estos estudiantes han realizado el cuestionario cuando ya llevaban casi un curso completo del Ciclo Formativo.

La Figura 9 recoge las puntuaciones medias obtenidas en el CTT por los estudiantes del Grupo 1 del Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes. Se trata de una muestra pequeña, de únicamente 6 estudiantes, pero sobre la que es posible ver solo una persona suspendida, y con una puntuación media de 18,5 puntos sobre 28. 2 de estos estudiantes han conseguido una puntuación muy buena, con más de 21 respuestas correctas.

En la Figura 10 se puede ver la puntuación media obtenida para cada concepto estudiado. Se ha logrado una puntuación superior a 2 en cada uno, es decir, han aprobado en todos los conceptos, destacando positivamente en *Direcciones* y en *Bucles - Repetir veces*, y obteniendo las puntuaciones más bajas para los conceptos de sobre los condicionales, en concreto para los *Con-*

*dicionales - Condicional compuesto y para los Condicionales - Condicional mientras que.*

En la Figura 11 se recogen las puntuaciones correctas obtenidas para cada una de las 28 preguntas.

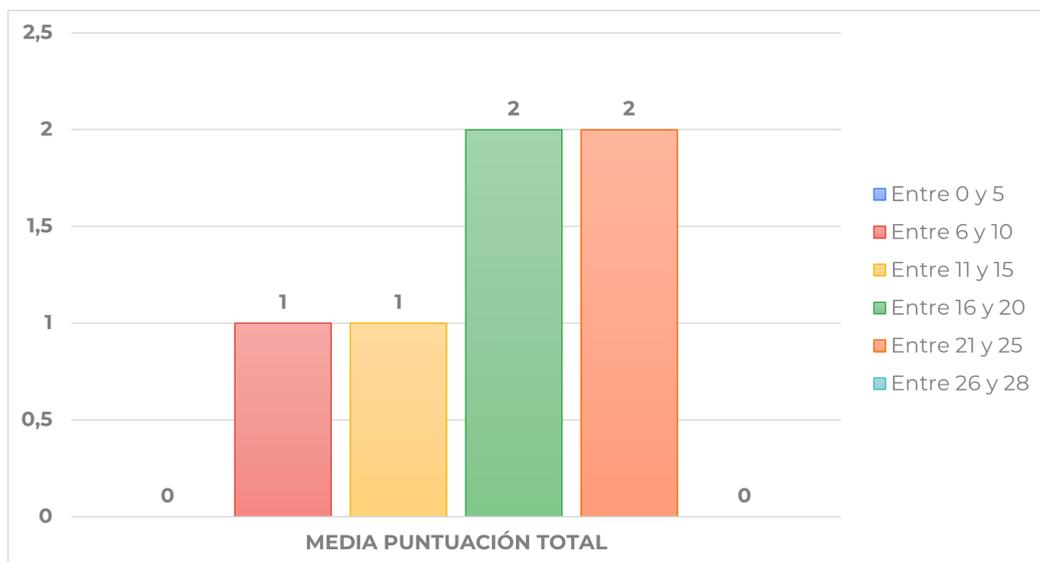


Figura 9: Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 1

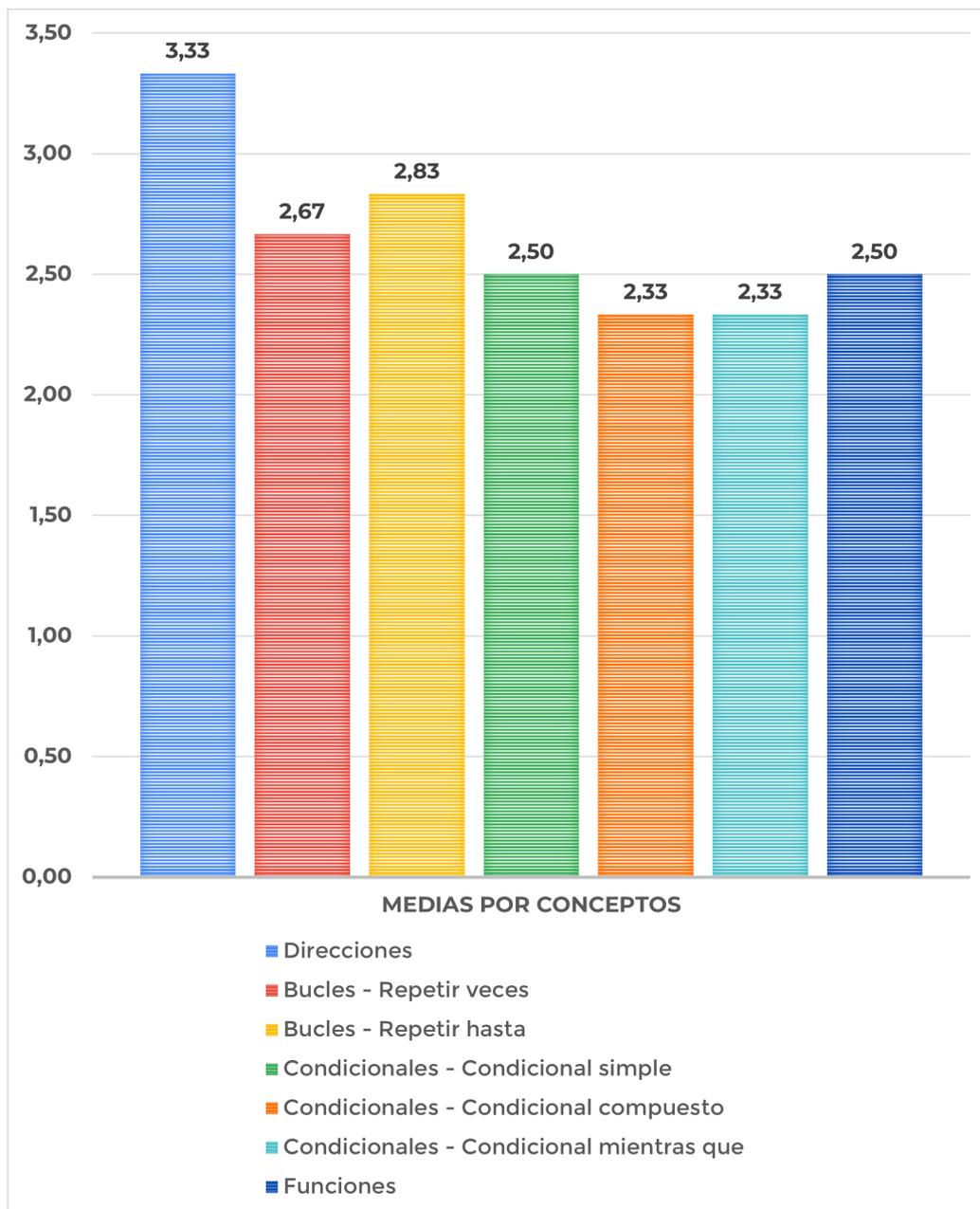


Figura 10: Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 1

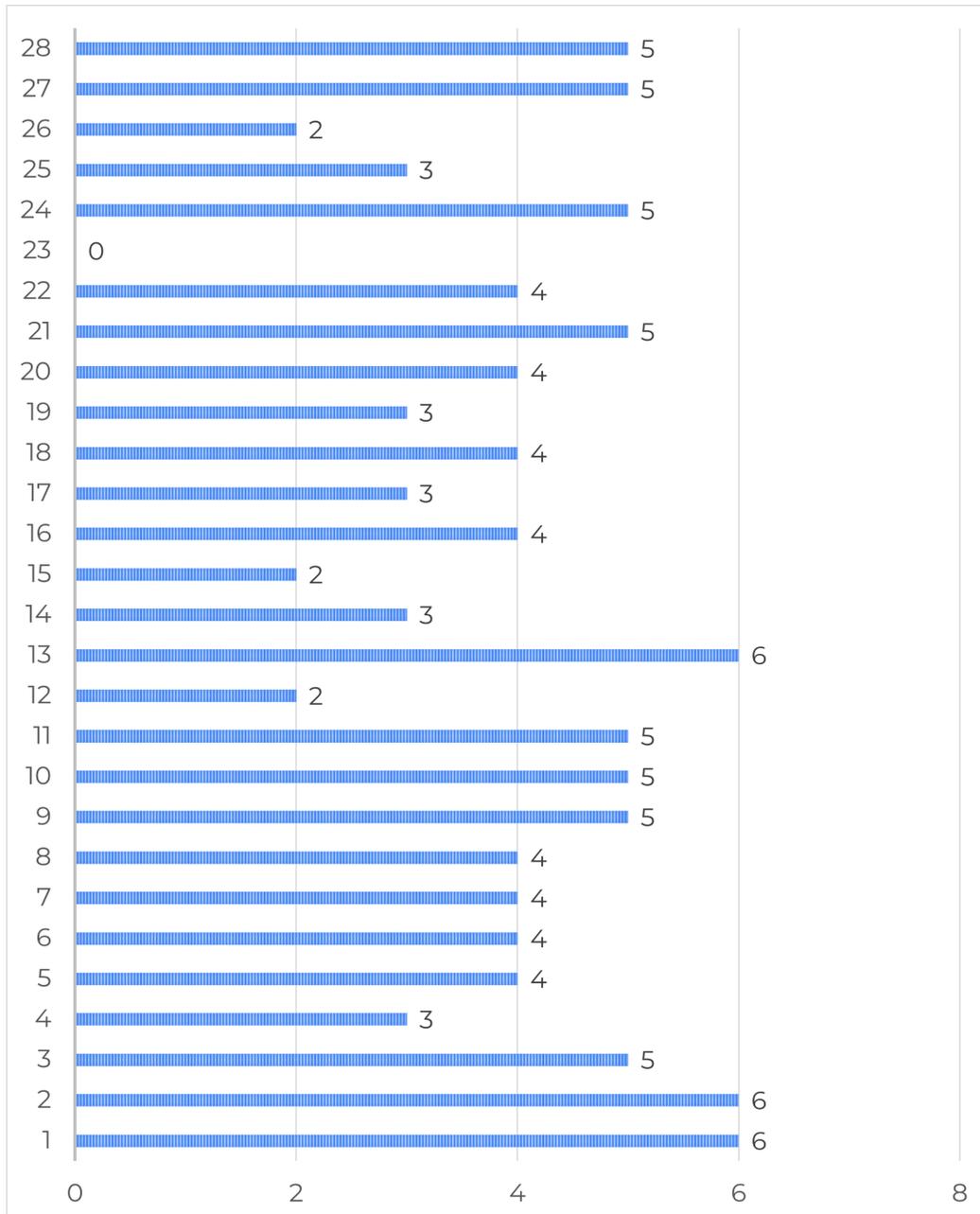


Figura 11: Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 1

### 6.3. CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes. 1º Curso. Grupo 2

En el IES Domingo Pérez Minik, durante el curso académico 2021/2022, por la crisis provocada por la pandemia de la COVID-19, se establecieron dos grupos de clase, en un desdoble de alumnos, aunque se evaluasen como un único grupo, para el Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes. Por ello, los resultados se analizan por separado, ya que han recibido la formación de diferentes docentes. Esto provoca que se trabaje con grupos pequeños. En concreto, el día que se pasó el cuestionario a esta clase, solo asistieron físicamente tres estudiantes, lo que hace que no se trate de una muestra significativa.

La muestra de este grupo se trata de todos chicos y cuyas edades van desde los 17 años hasta los 19 años, siendo la media de edad de 18 años.

Como se puede ver en la Figura 12, se recogen las puntuaciones medias obtenidas en el CTT por los estudiantes del Grupo 2 del Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes, en el que todos han aprobado, e incluso han obtenido una puntuación igual o superior a 19 puntos sobre 28. Uno de los estudiantes ha logrado una puntuación de 27 puntos sobre 28, cerca de tener correctamente todas las respuestas.

En la Figura 13 se puede ver la puntuación media obtenida para cada concepto estudiado. Los conceptos de *Direcciones*, *Bucles - Repetir veces* y *Condicionales - Condicional compuesto* son en los que mayor puntuación obtienen, resultando curioso la baja puntuación en los conceptos de *Condicionales - Condicional simple* y *Condicionales - Condicional mientras que*. Especialmente llamativo es el caso contrario, sobre *Funciones*, ya que resulta

el concepto más avanzado o de mayor dificultad, pero en el que el 100 % de los estudiantes ha obtenido la máxima puntuación, de 4 sobre 4.

En la Figura 14 se recogen las puntuaciones correctas obtenidas para cada una de las 28 preguntas.

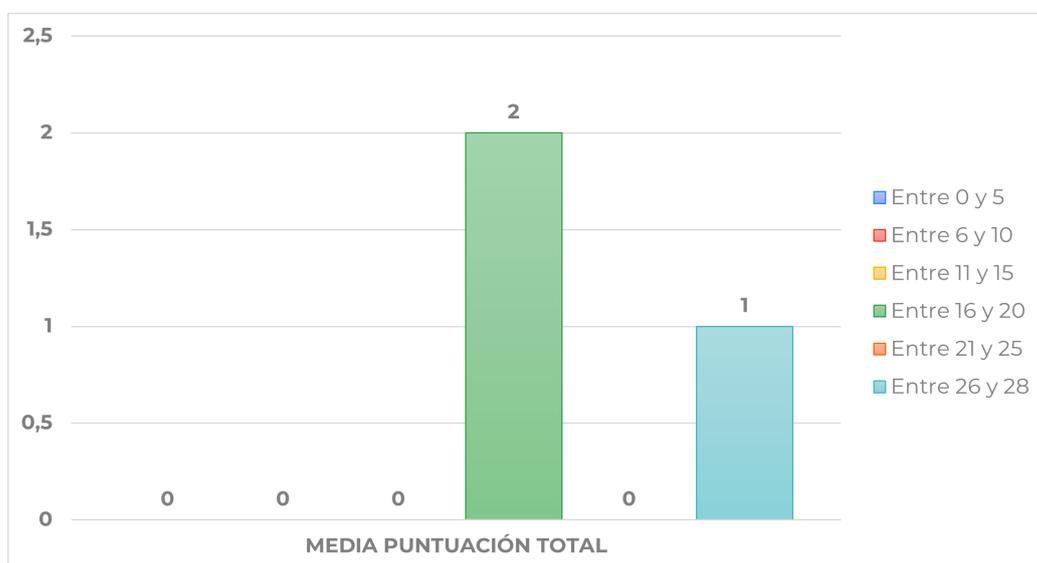


Figura 12: Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 2

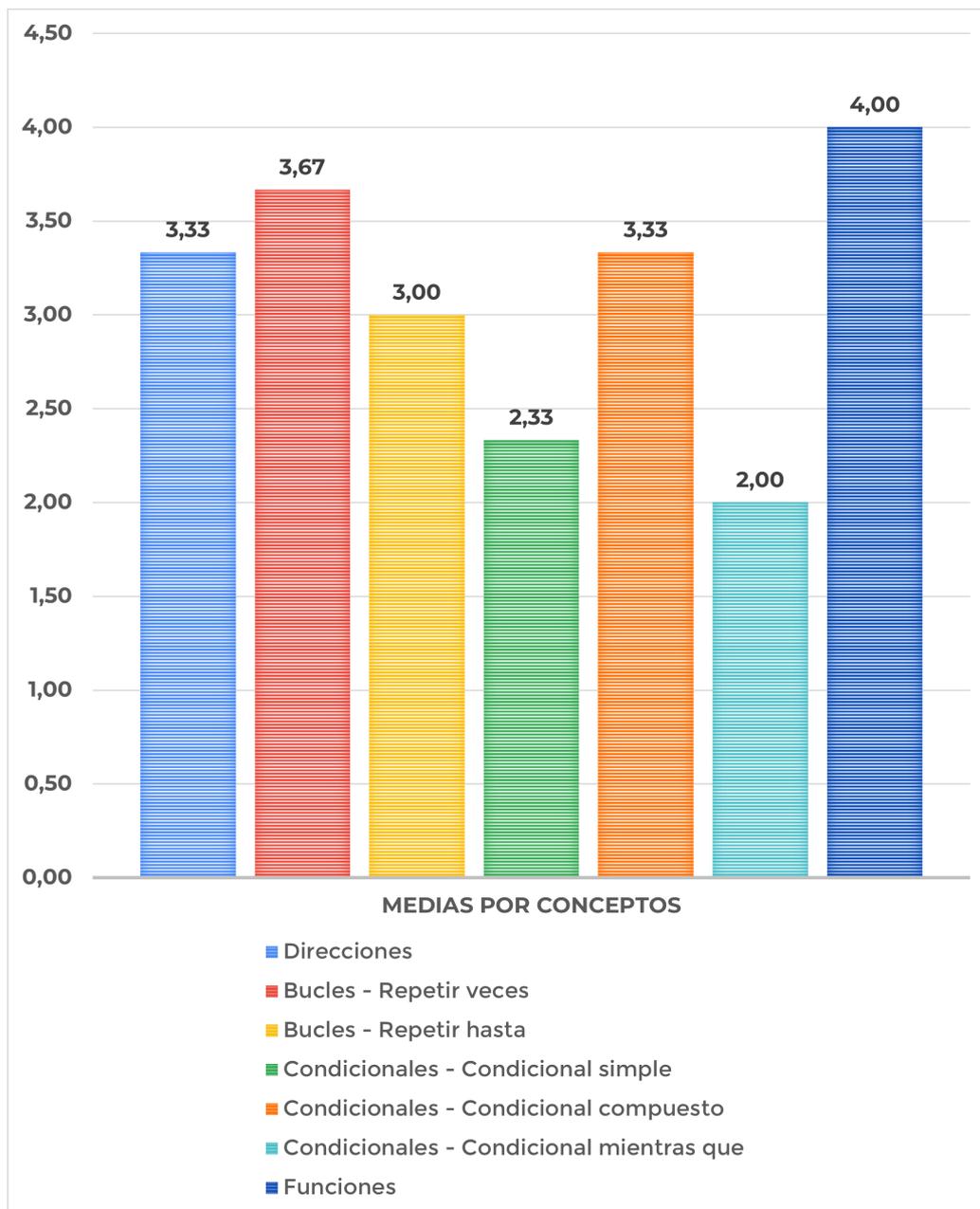


Figura 13: Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 2

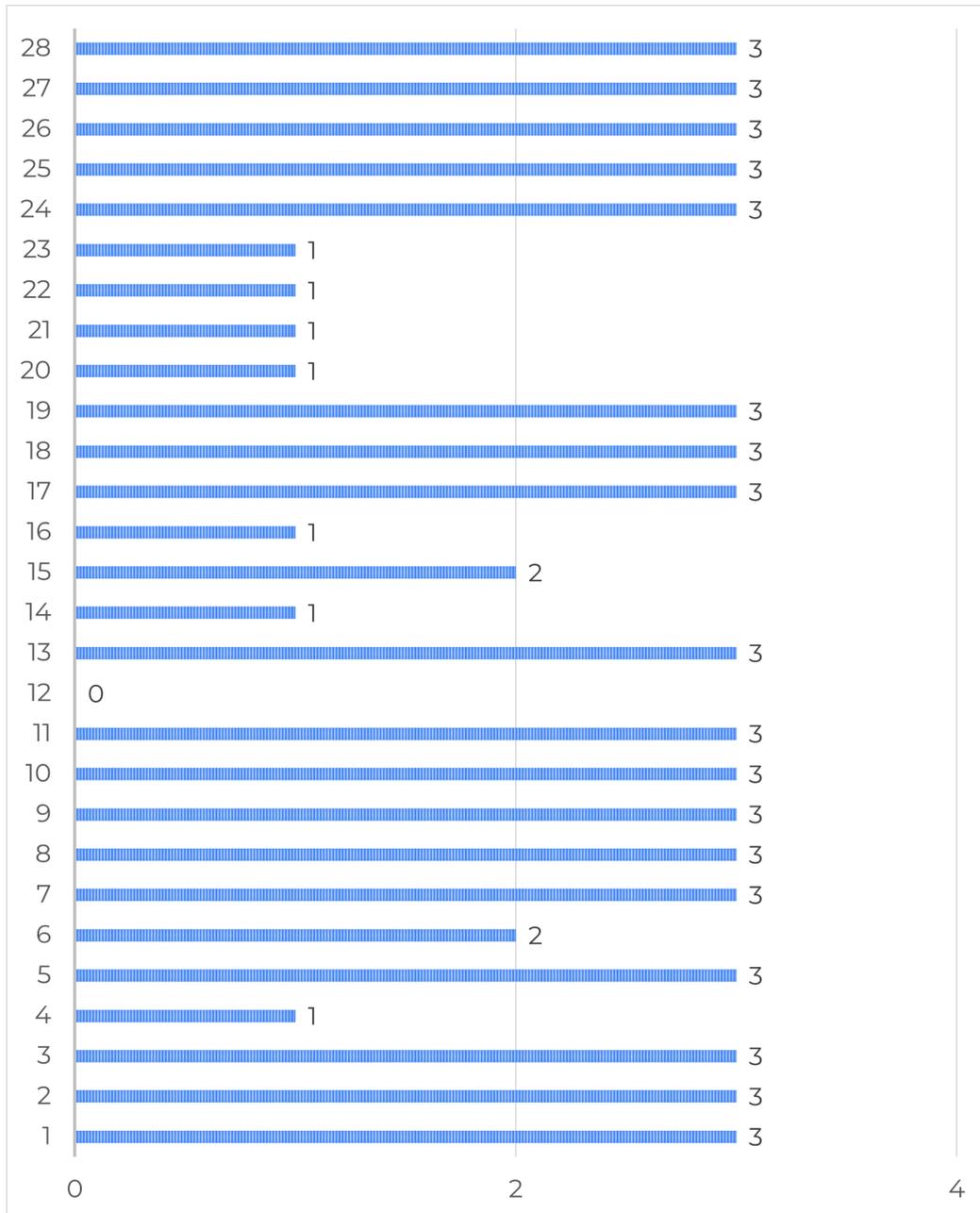


Figura 14: Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 1º Curso, Grupo 2

## 6.4. CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes. 2º Curso

La muestra para este grupo, grupo único en el segundo curso del Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes, resulta más pequeña que para los dos grupos del primer curso, ya que la realizaron únicamente dos estudiantes. Cabe mencionar que este grupo se encontraba realizando la Formación en Centros de Trabajo (FCT), por lo que no se desplazaban al instituto y realizaron el cuestionario de manera online y voluntaria fuera de su horario habitual de estudio.

Realizaron el cuestionario un total de 2 estudiantes, uno de 19 años y el otro de 20, siendo la edad media de 19,5 años. Todos ellos eran chicos

En la Figura 15 se recogen la cantidad de estudiantes que han obtenido una puntuación media determinada para el Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes, estando los dos estudiantes dentro del grupo de *Entre 21 y 25* respuestas correctas, ya que uno obtuvo 23 correctas y el otro 25, siendo la puntuación media de 24, lo que significa que no solamente hayan aprobado, si no que obtuvieron una nota global muy buena, cerca de la máxima nota.

La Figura 16 refleja la puntuación media para cada uno de los conceptos que se estudian, y en ella se puede observar como los *Condicionales - Condicional simple* y *Condicionales - Condicional compuesto* son los conceptos en los que demuestran un mayor dominio. Resulta llamativo que para el concepto de *Bucles - Repetir veces* la nota media sea de 2,50, cuando se trata de un concepto que no resulta tan complejo como el de los *Condicionales*. La nota también resulta muy buena, de 3,50 puntos sobre 4 para los demás conceptos de *Direcciones*, *Bucles - Repetir hasta* y *Funciones*.

En la Figura 17 se recogen las puntuaciones correctas obtenidas para cada una de las 28 preguntas.

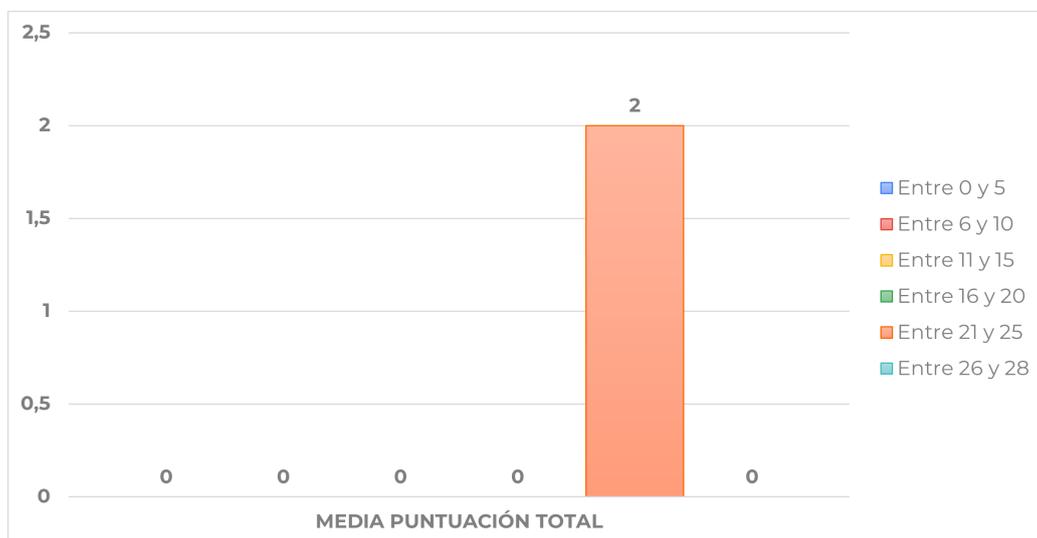


Figura 15: Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 2º Curso

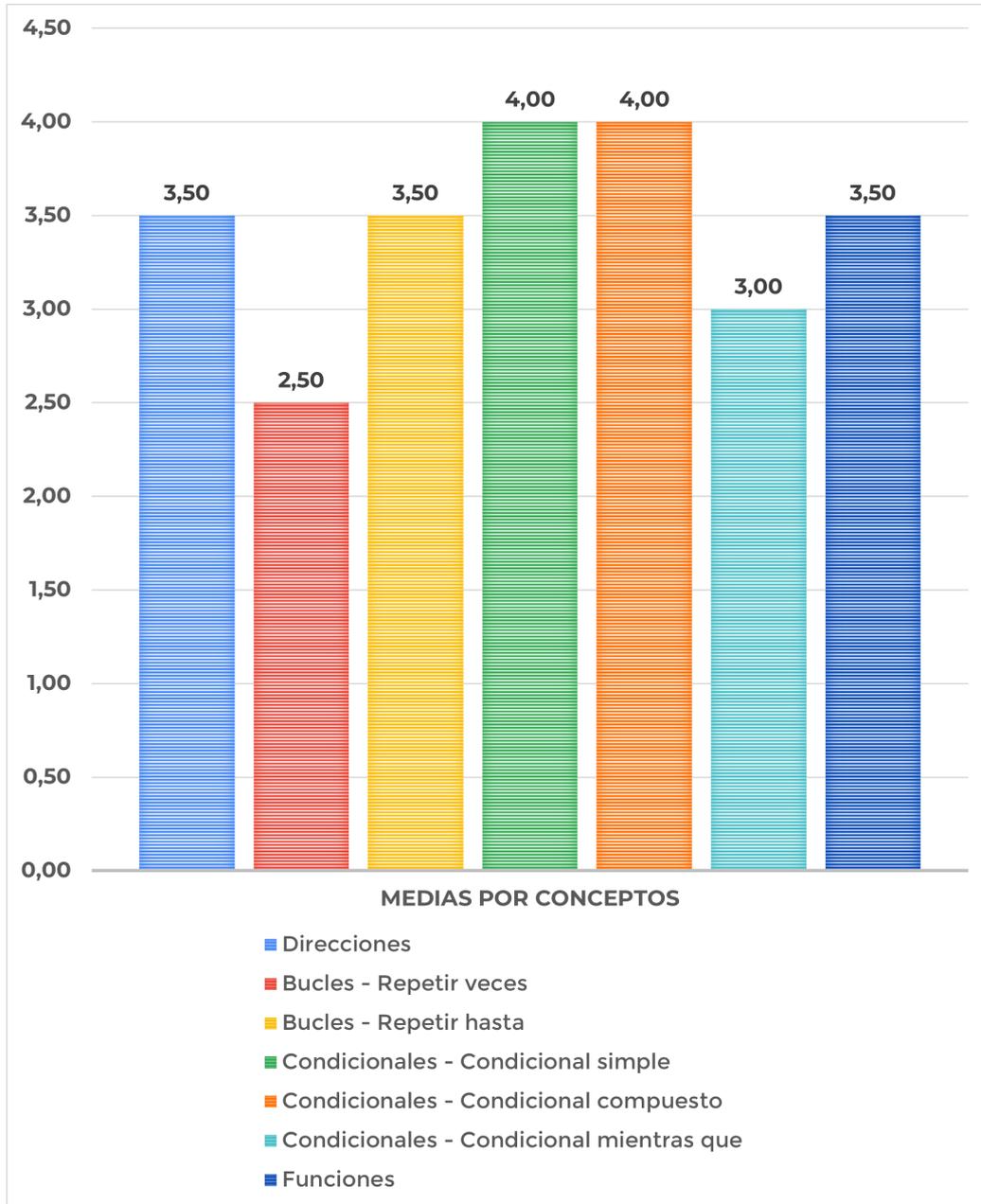


Figura 16: Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 2º Curso

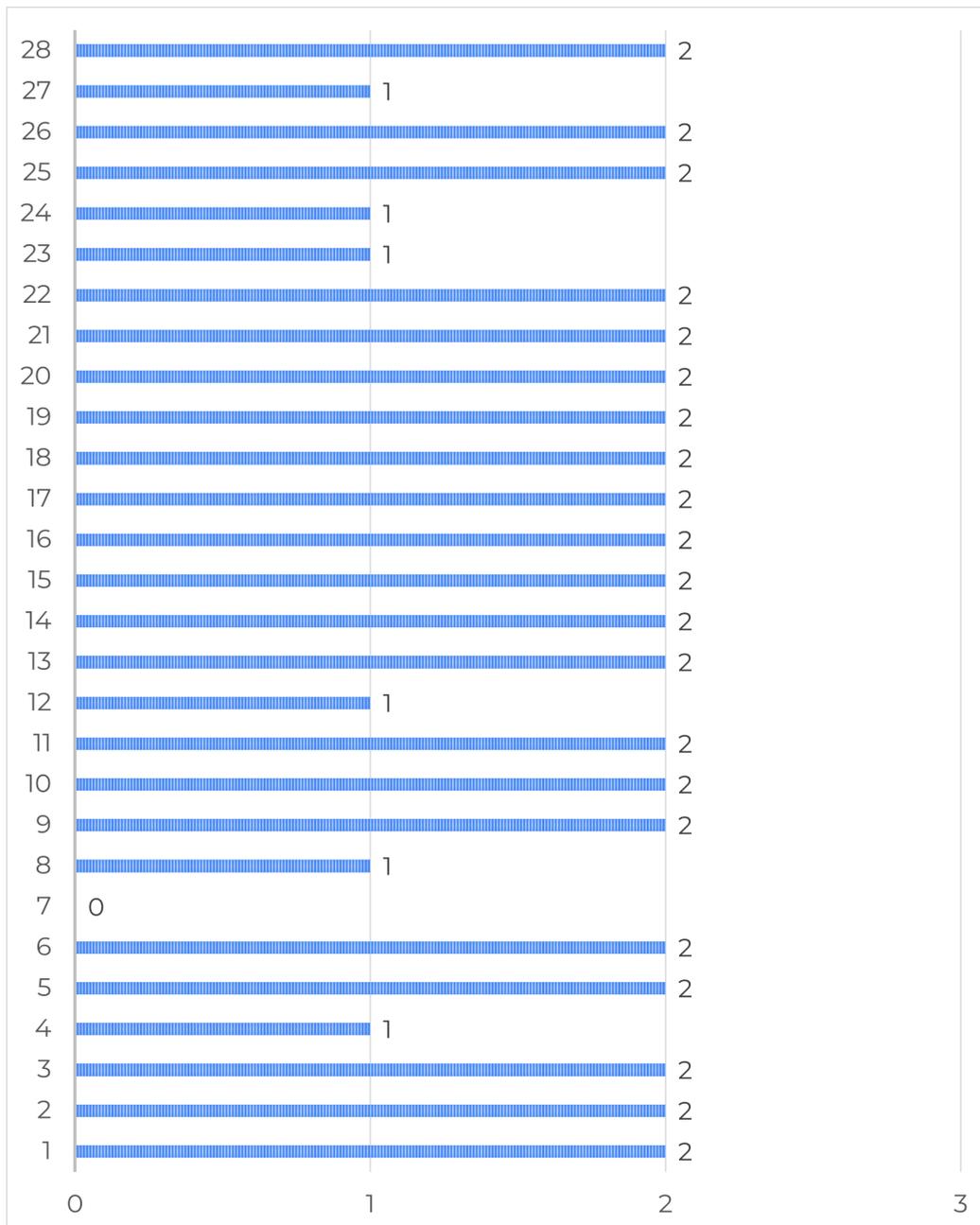


Figura 17: Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes, 2º Curso

## 6.5. CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red. 1º Curso

La competencia general de este título consiste en configurar, administrar y mantener sistemas informáticos, garantizando la funcionalidad, la integridad de los recursos y servicios del sistema, con la calidad exigida y cumpliendo la reglamentación vigente [57]. Por ello, estos estudiantes tienen conocimientos más avanzados sobre la informática y las Ciencias de la Computación, ya que pertenece a la rama de Informática y Comunicaciones, que podrían tener estudiantes de otras ramas profesionales. Sin embargo, cabe mencionar que en este Ciclo Formativo no se imparte ninguna asignatura específica de programación, ya que está más enfocada a la administración de sistemas.

De la muestra total de estudiantes, el mayor tenía 29 años y el más joven 18, siendo la edad media de 20,5 años. De los 18 participantes solo 1 era chica y el resto, 17, chicos, ya que ninguno se identificó como no binario.

La Figura 18 recoge las puntuaciones medias obtenidas por los estudiantes del primer curso del Ciclo Formativo de Grado Superior de Administración de Sistemas Informáticos en Red. Como se puede observar, la mayoría de ellos superan el aprobado, 14 respuestas. En concreto, 16 estudiantes tienen 14 respuestas correctas o más. Por lo tanto, teniendo en cuenta los datos del Cuadro 2, solamente han suspendido 2 estudiantes, y un 16,67% de ellos ha obtenido una puntuación muy buena, por encima de los 24 puntos. La puntuación media de este grupo de estudiantes ha sido de 19,33 puntos.

Respecto a la Figura 19, en ella se recogen las puntuaciones obtenidas divididas según los diferentes conceptos estudiantes y los resultados muestran que los dos primeros conceptos sobre *Direcciones* y *Bucles - Repetir veces* los tienen bien asentados, ya que la nota media obtenida es de 3,39 sobre 4,

mientras que para los *Condicionales - Condicional simple* y los *Condicionales - Condicional mientras que* difícilmente llegan al aprobado, que sería de 2 puntos sobre 4, y han obtenido de media 2,17 y 2,22 respectivamente. En el caso de los *Condicionales - Condicional compuesto*, la nota media obtenida es de 2,78. Esto resulta curioso, pues este concepto se considera más complejo que el de *Condicionales - Condicional simple*, pero la nota obtenida ha sido superior.

En la Figura 20 se recogen las puntuaciones correctas obtenidas para cada una de las 28 preguntas.

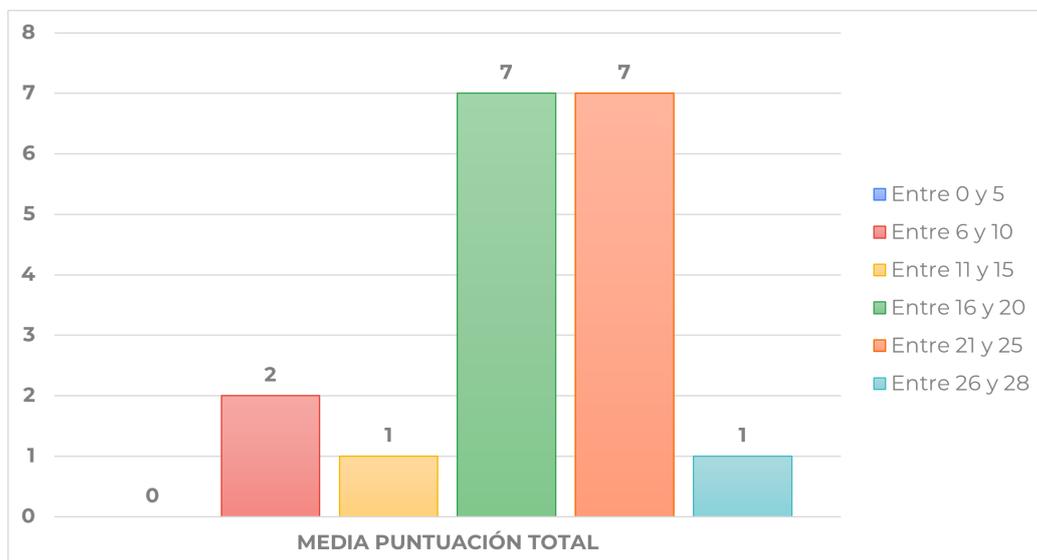


Figura 18: Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 1º Curso

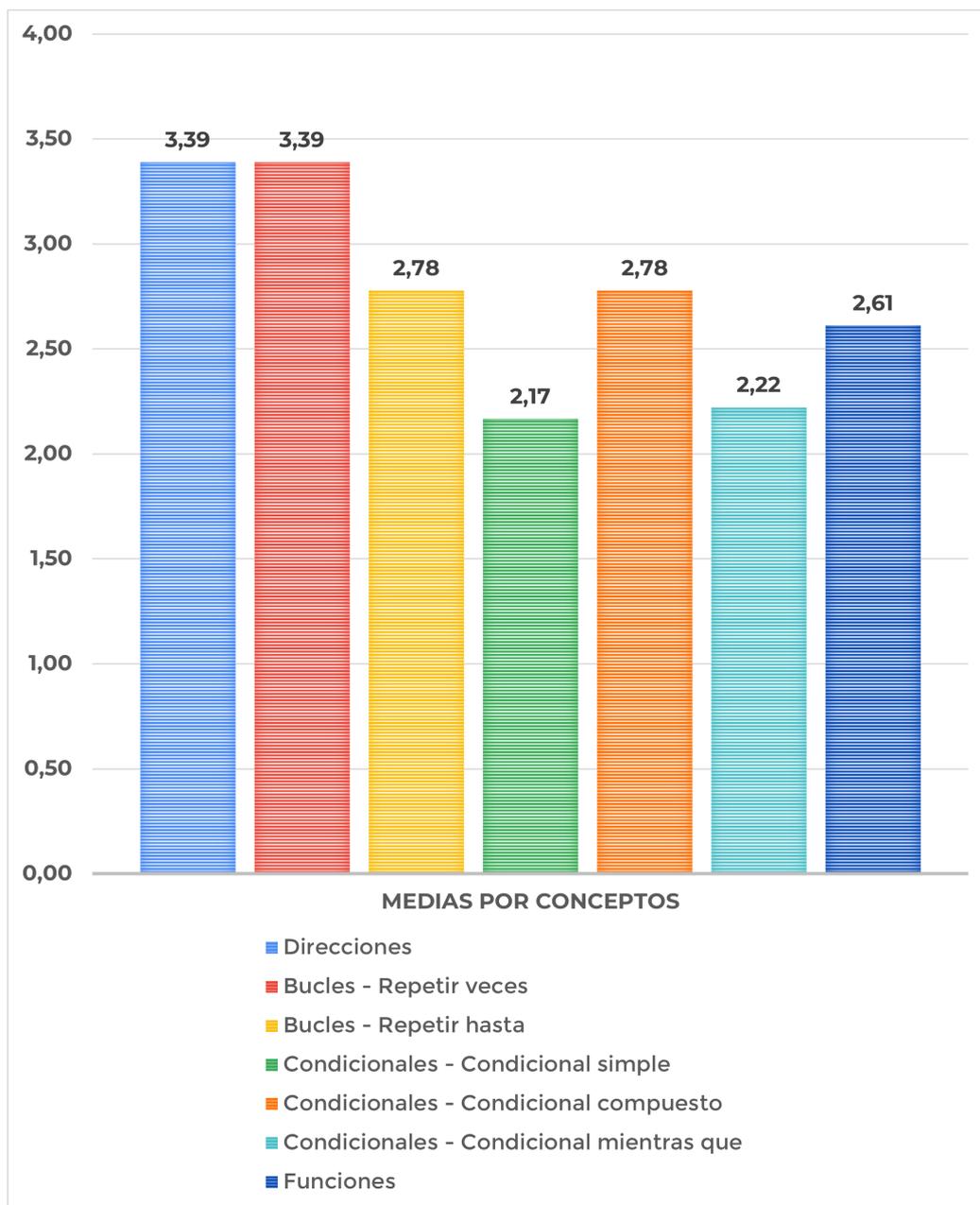


Figura 19: Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 1º Curso

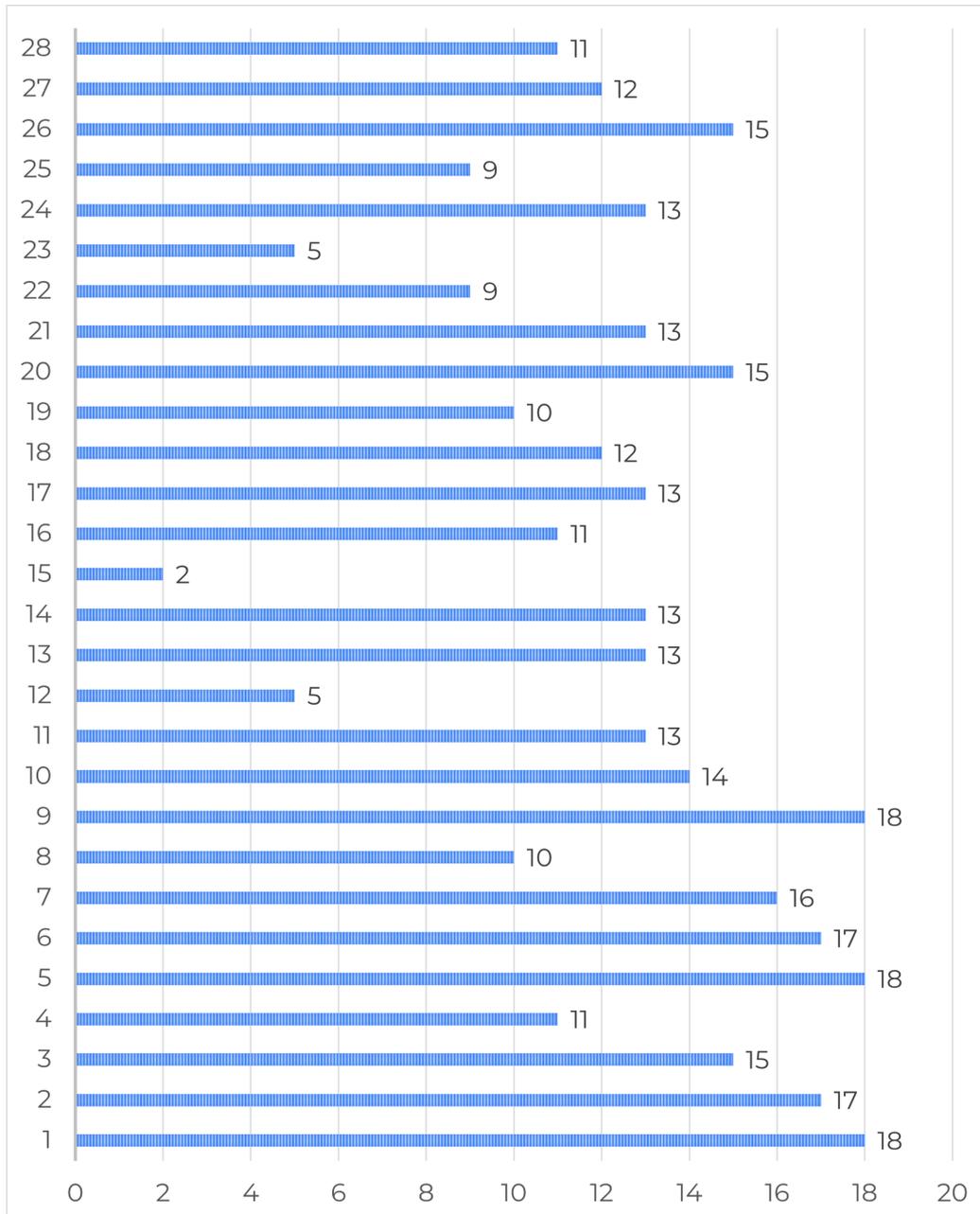


Figura 20: Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 1º Curso

## 6.6. CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red. 2º Curso

En el segundo curso de este ciclo los estudiantes se encontraban en el desarrollo de la Formación en Centros de Trabajo (FCT), por lo que no se desplazaban hasta el instituto en ningún momento y realizaron el cuestionario de manera online y voluntaria, por lo que la muestra se limita únicamente a siete personas, donde el mayor de ellos tenía 22 años y el menor 19, siendo la edad media de 20,86 años. Del total de siete personas, tres eran chicas, tres chicos y un no binario.

En la Figura 21 se recogen las puntuaciones medias obtenidas por los estudiantes del segundo curso del Ciclo Formativo de Grado Superior de Administración de Sistemas Informáticos en Red. Todos los estudiantes han aprobado, es decir, que han obtenido un total de 14 o más respuestas correctas. La mayoría, cuatro de esos siete estudiantes, obtuvieron una puntuación de 23 respuestas correctas o superior. Uno de estos estudiantes obtuvo una puntuación perfecta, de 28 puntos sobre 28, mientras que la media de todas las respuestas se situó en los 25 puntos.

La Figura 22 recoge las puntuaciones medias para cada uno de los conceptos que se estudian con el CTT. Como se puede apreciar, los dos primeros conceptos sobre *Direcciones* y *Bucles - Repetir veces* son los que resultan más claros para estudiantes, mientras que para *Bucles - Repetir hasta*, *Condicionales - Condicional simple* y *Condicionales - Condicional mientras que* la puntuación permanece invariable, de 2,86 puntos sobre 4. Resulta llamativa la baja nota que han obtenido respecto al concepto de *Condicionales - Condicional compuesto*, mientras que para el de *Funciones*, la nota media aumenta hasta los 3,29 puntos, el cual se considera el concepto más complejo de los estudiados.

En la Figura 23 se recogen las puntuaciones correctas obtenidas para cada una de las 28 preguntas.

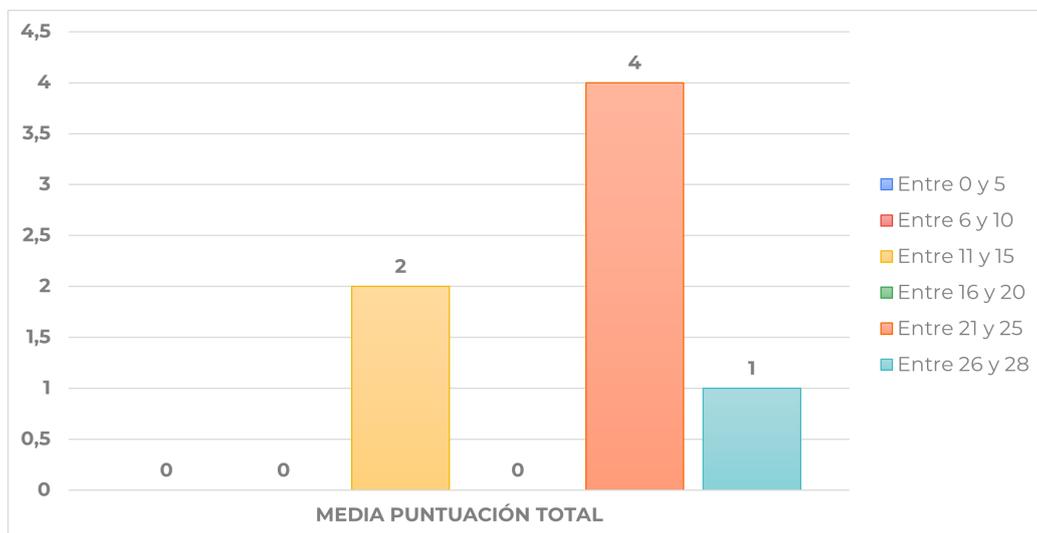


Figura 21: Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 2º Curso

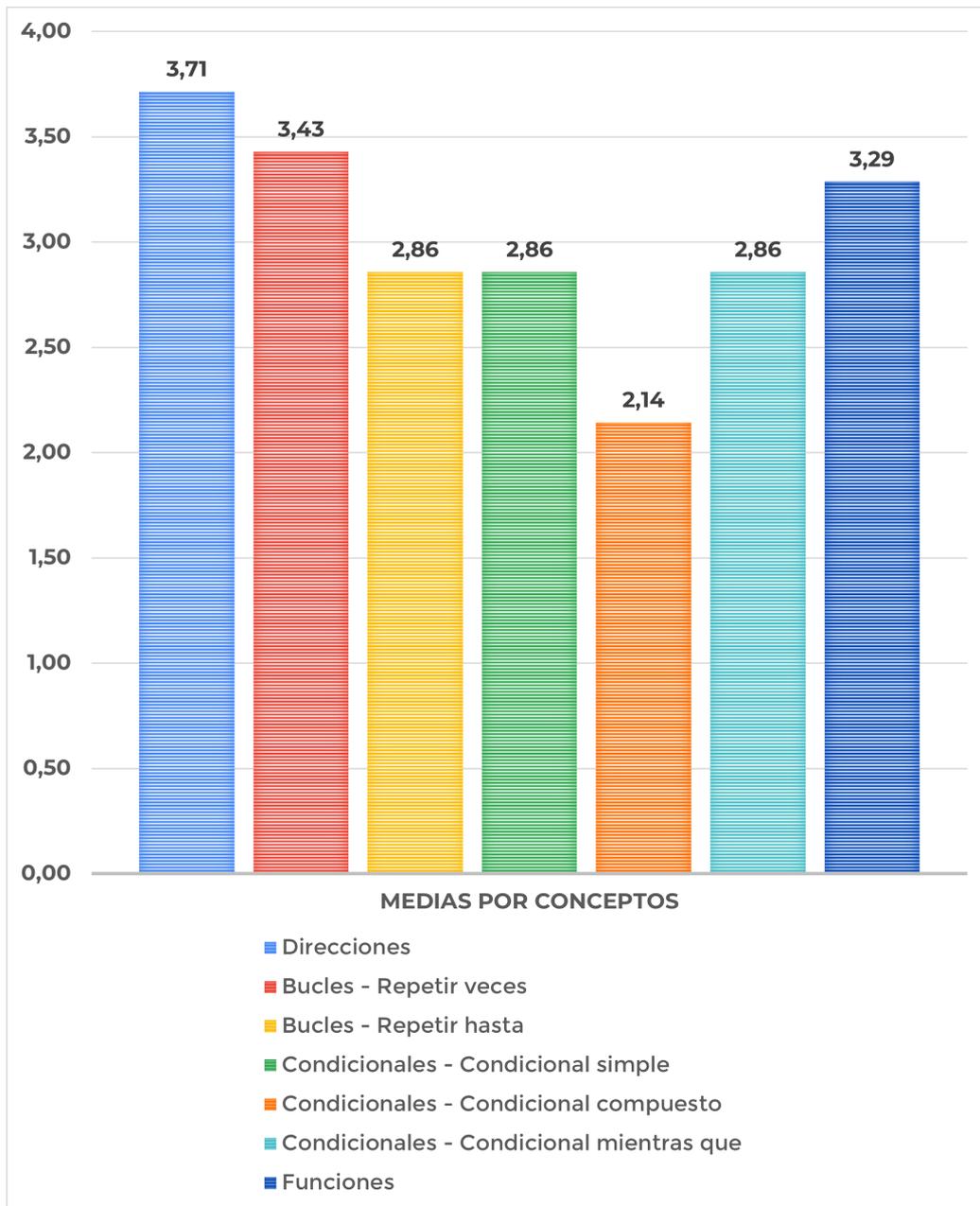


Figura 22: Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 2º Curso

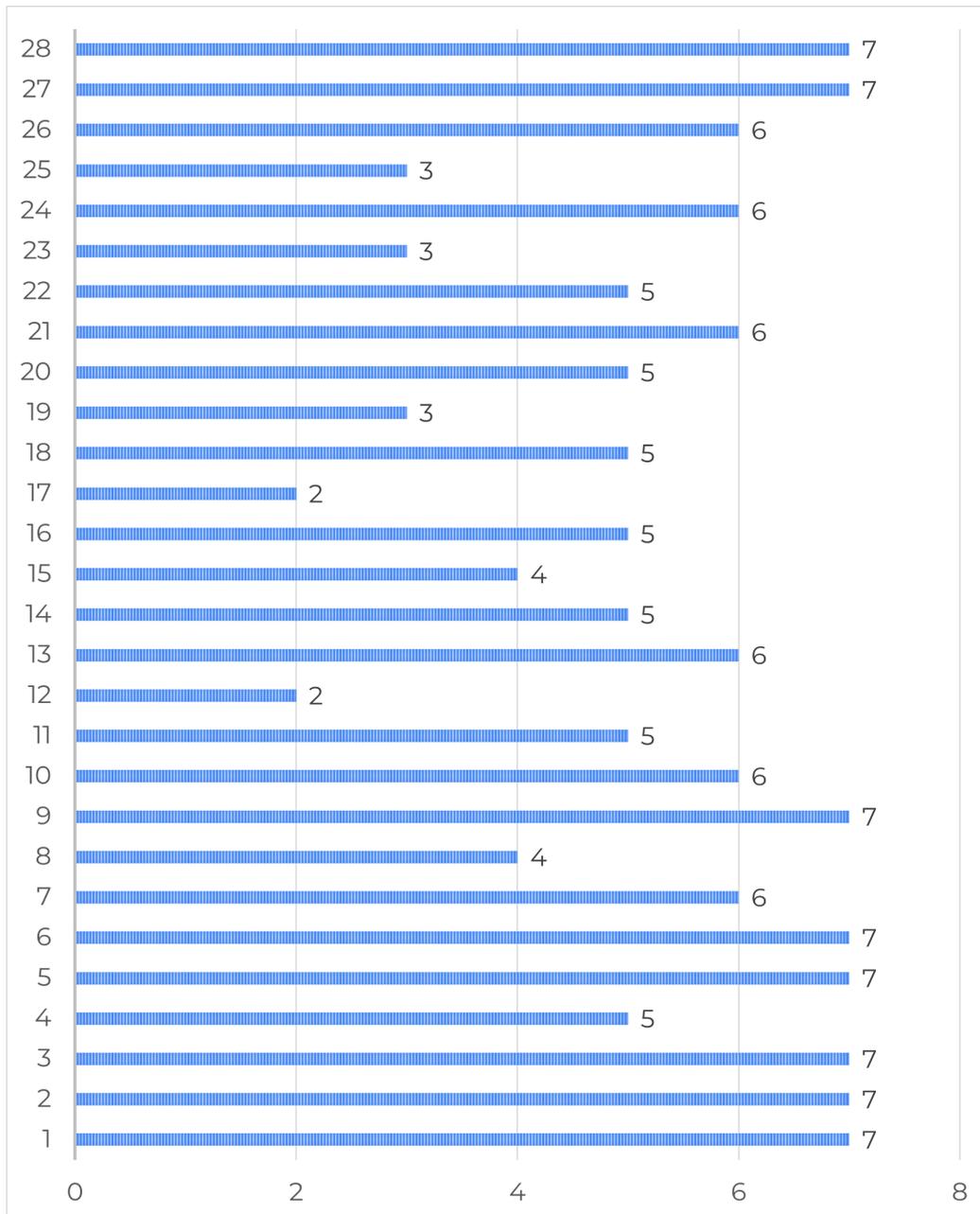


Figura 23: Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGS - Administración de Sistemas Informáticos en Red, 2º Curso

## **6.7. CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. 1º Curso. Grupo 1**

La competencia general de este Ciclo Formativo consiste en desarrollar, implantar, documentar y mantener aplicaciones informáticas multiplataforma, utilizando tecnologías y entornos de desarrollo específicos, garantizando el acceso a los datos de forma segura y cumpliendo los criterios de «usabilidad» y calidad exigidas en los estándares establecidos [58]. En este ciclo ya se menciona el desarrollo de aplicaciones, por lo que sí se trabaja programación en diferentes asignaturas, lo que acerca más a estos estudiantes a las Ciencias de la Computación respecto a otros Ciclos Formativos.

Para este grupo contamos con 8 estudiantes, de los cuales 7 eran chicos y 1 era chica. La edad de los estudiantes varía entre los 18 y los 27, con una edad media de 21,88 años. La cantidad de matriculados hace que este ciclo cuente con dos grupos en sus dos cursos. En este apartado se analizan los resultados para el primer curso y el primer grupo.

La Figura 24 recoge las puntuaciones medias obtenidas por los estudiantes del Ciclo Formativo de Grado Superior de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, concretamente del primer curso, grupo 1. Como se puede observar, las puntuaciones obtenidas son elevadas, y únicamente con una persona que no ha logrado obtener la puntuación de 14 sobre 28, que es el punto donde se considera haber superado el cuestionario, ya que obtuvo 13 respuestas correctas. La media general ha sido de 23,25 puntos, donde la mayoría, 4 de 8 estudiantes, han obtenido entre 26 y 28 puntos, y uno de estos estudiantes ha logrado una calificación perfecta, con todas las respuestas correctas.

La Figura 25 recoge las puntuaciones medias para los diferentes conceptos analizados. Salvo para los *Condicionales - Condicional simple* y *Condicionales - Condicional compuesto*, todas las puntuaciones superan los 3 puntos sobre 4. El concepto con peor puntuación es el de *Condicionales - Condicional compuesto*, con un 2,75, mientras que en el que mayor puntuación han obtenido es en el de *Direcciones*, con un 3,50.

En la Figura 26 se recogen las puntuaciones correctas obtenidas para cada una de las 28 preguntas.

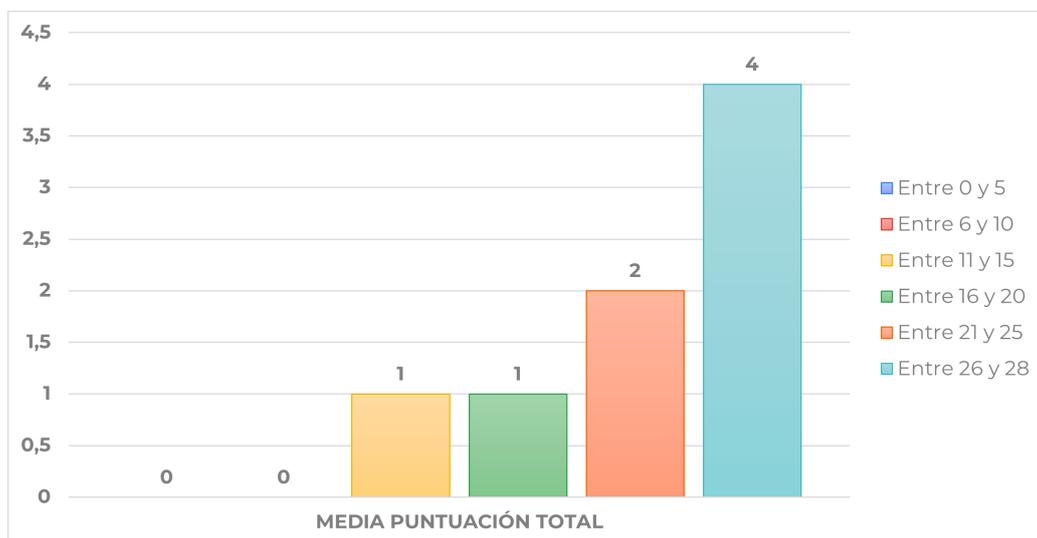


Figura 24: Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 1

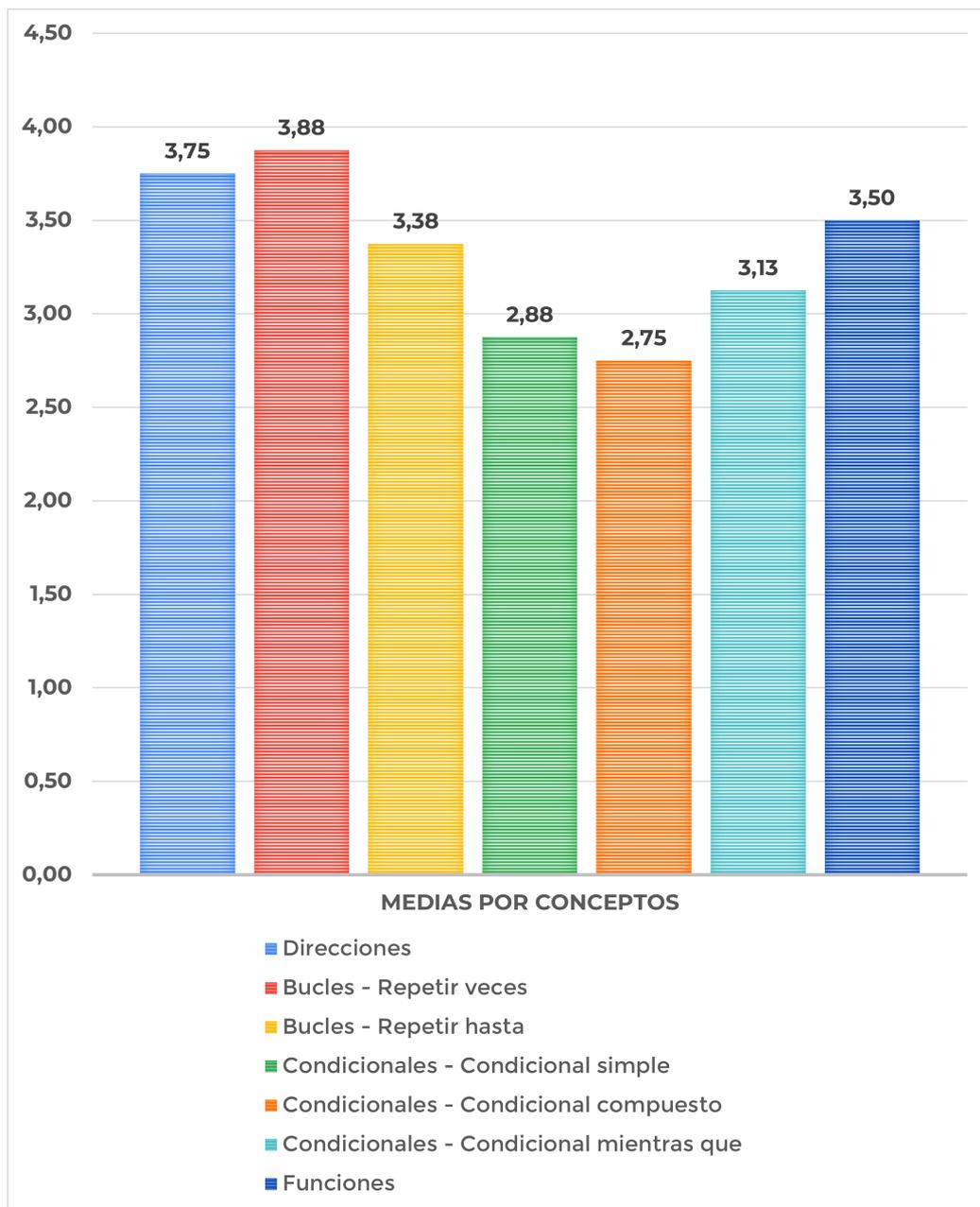


Figura 25: Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 1

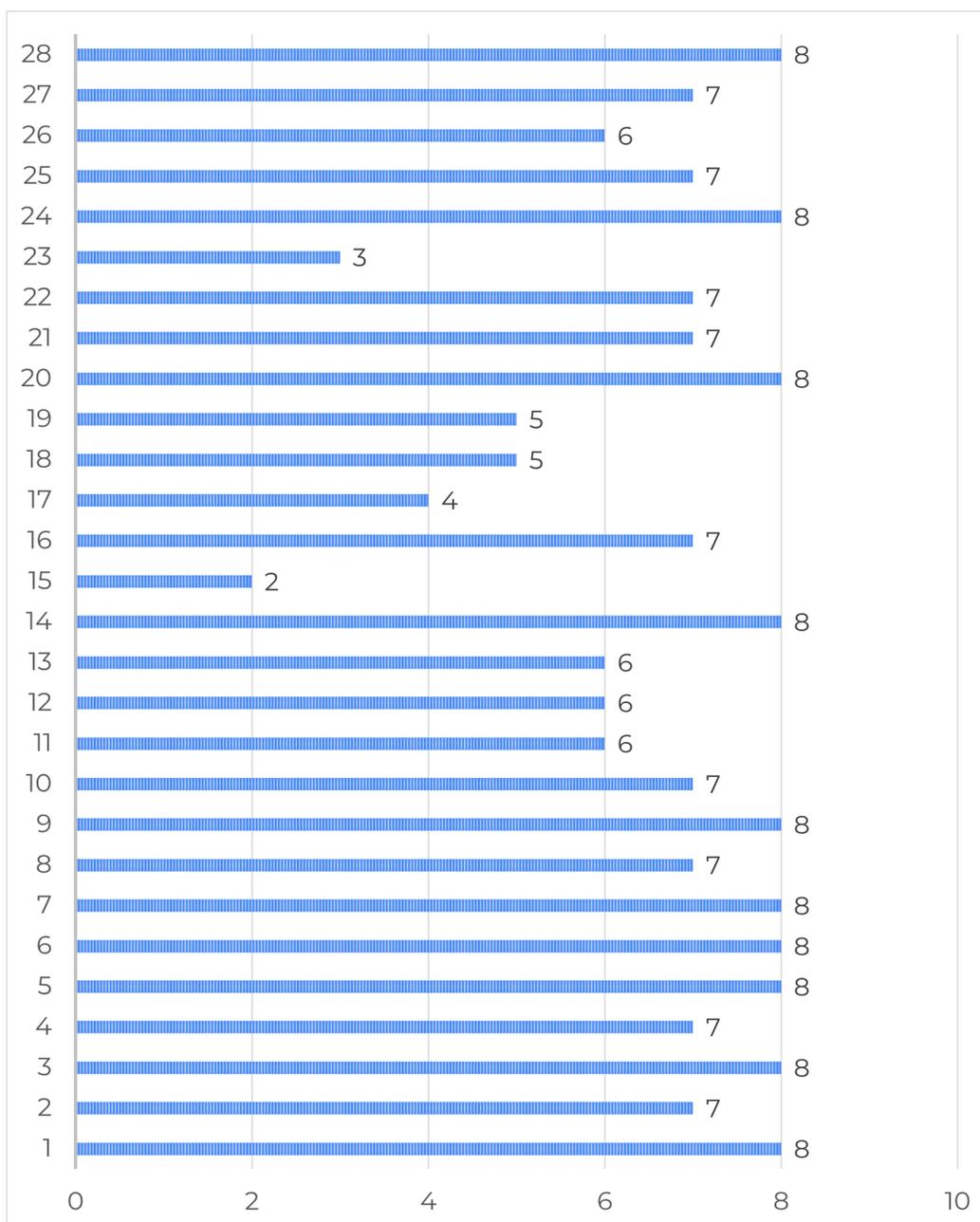


Figura 26: Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 1

## 6.8. CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. 1º Curso. Grupo 2

En este apartado se recogen los resultados para el Grupo 2 del Ciclo Formativo de Grado Superior de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, que como ya se comentó en el apartado anterior, la cantidad de matriculados hizo que se contase con dos grupos en el centro. Cabe mencionar que para acceder a este ciclo los estudiantes tienen que haber superado Bachillerato, poseer un título de Técnico de Grado Medio y hayan superado un curso de formación específico para el acceso a estos ciclos, o haber superado la prueba de acceso a ciclos formativos de grado superior o la prueba de acceso a la universidad para mayores de 25 años [37]

Los datos para este grupo reflejan la muestra más grande de cualquier otro grupo, siendo de 14 estudiantes, y todos ellos chicos. La edad varía entre los 18 y los 23 años, estando la media en 20,43.

En la Figura 27 se recogen las puntuaciones medias obtenidas. Es posible observar el buen resultado general del grupo, ya que solo hay una persona que no ha superado el cuestionario, con una puntuación de 12 sobre 28 puntos posibles, pero 11 de los 14 estudiantes han obtenido una puntuación igual o superior a los 25 puntos. En concreto, 3 de ellos han logrado la máxima puntuación posible, de 28 sobre 28. La nota media general, para el cuestionario completo y para todo el grupo, es de 25,36 puntos.

En la Figura 28 se recogen las puntuaciones medias, pero esta vez para cada concepto por separado. Nuevamente, es posible observar una muy buena puntuación en general para todo el grupo, ya que todas las puntuaciones son superiores a los 3,40 puntos sobre 4. En concreto, *Condicionales - Condicional simple* y *Condicionales - Condicional mientras que* son los conceptos en los que se obtiene la puntuación más baja, de 3,43 sobre 4, mientras

que *Direcciones y Condicionales - Condicional compuesto* son en los que la puntuación obtenida es mayor, de 3,86 y 3,71 puntos respectivamente.

En la Figura 29 se recogen las puntuaciones correctas obtenidas para cada una de las 28 preguntas.

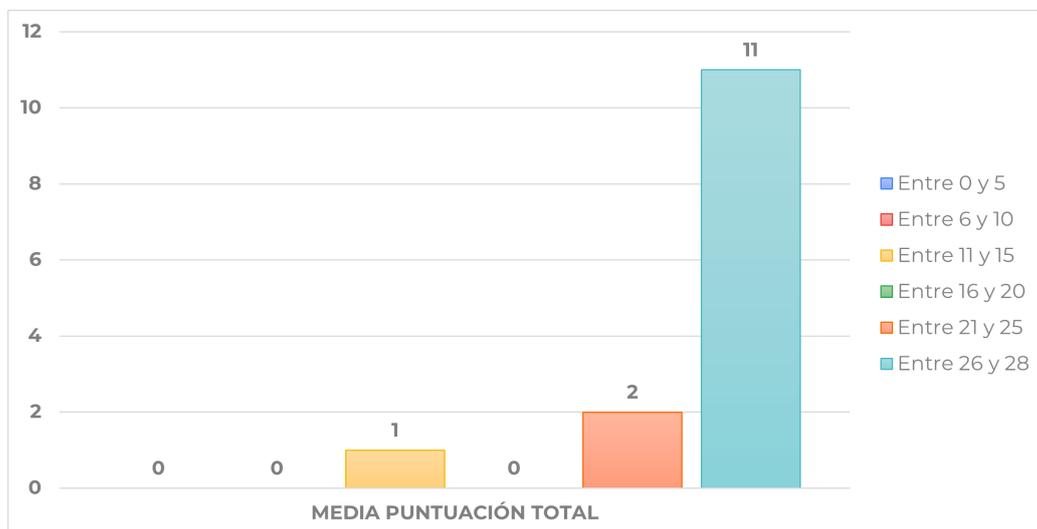


Figura 27: Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 2

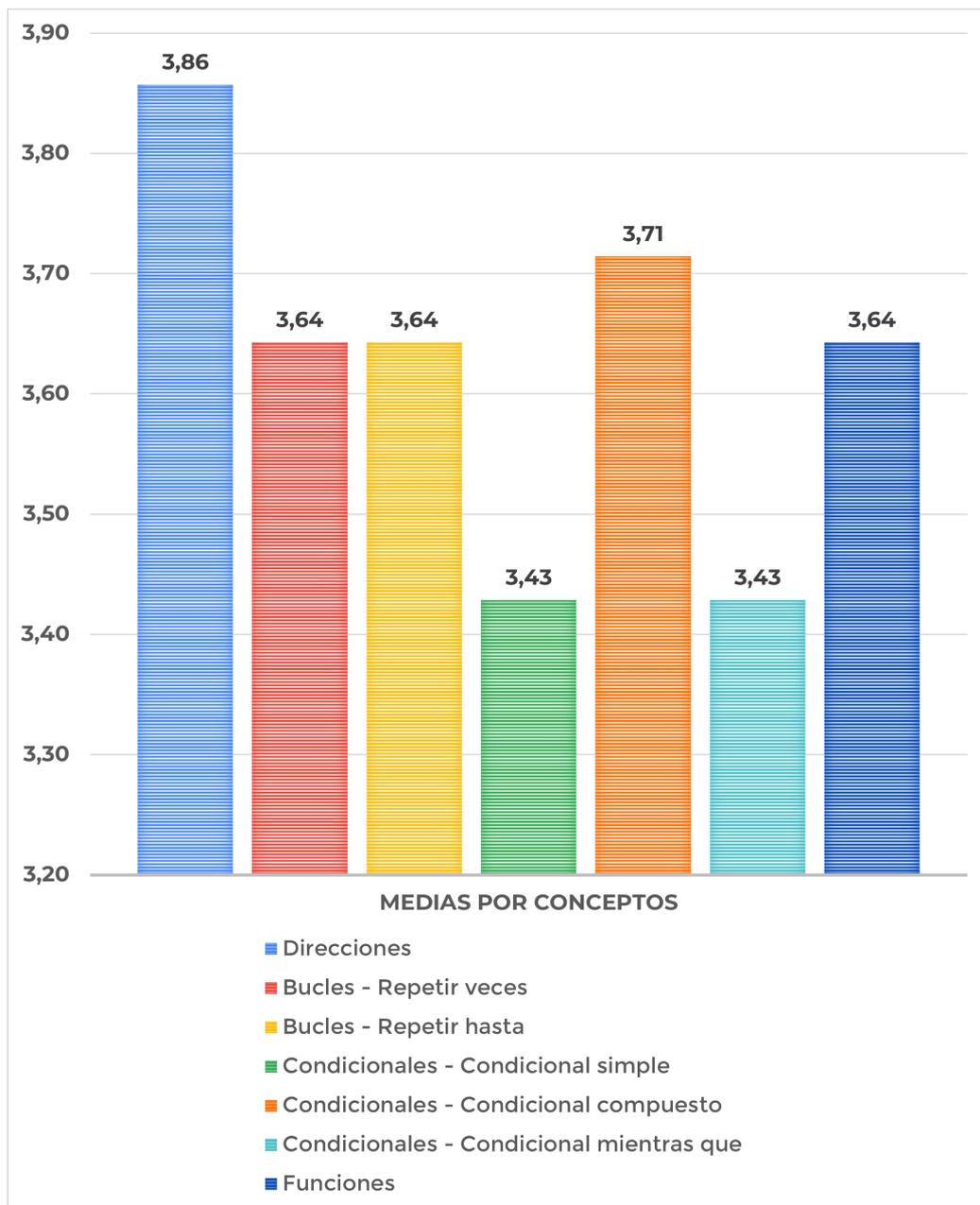


Figura 28: Puntuaciones medias obtenidas para cada concepto, sobre 4 puntos, en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 2

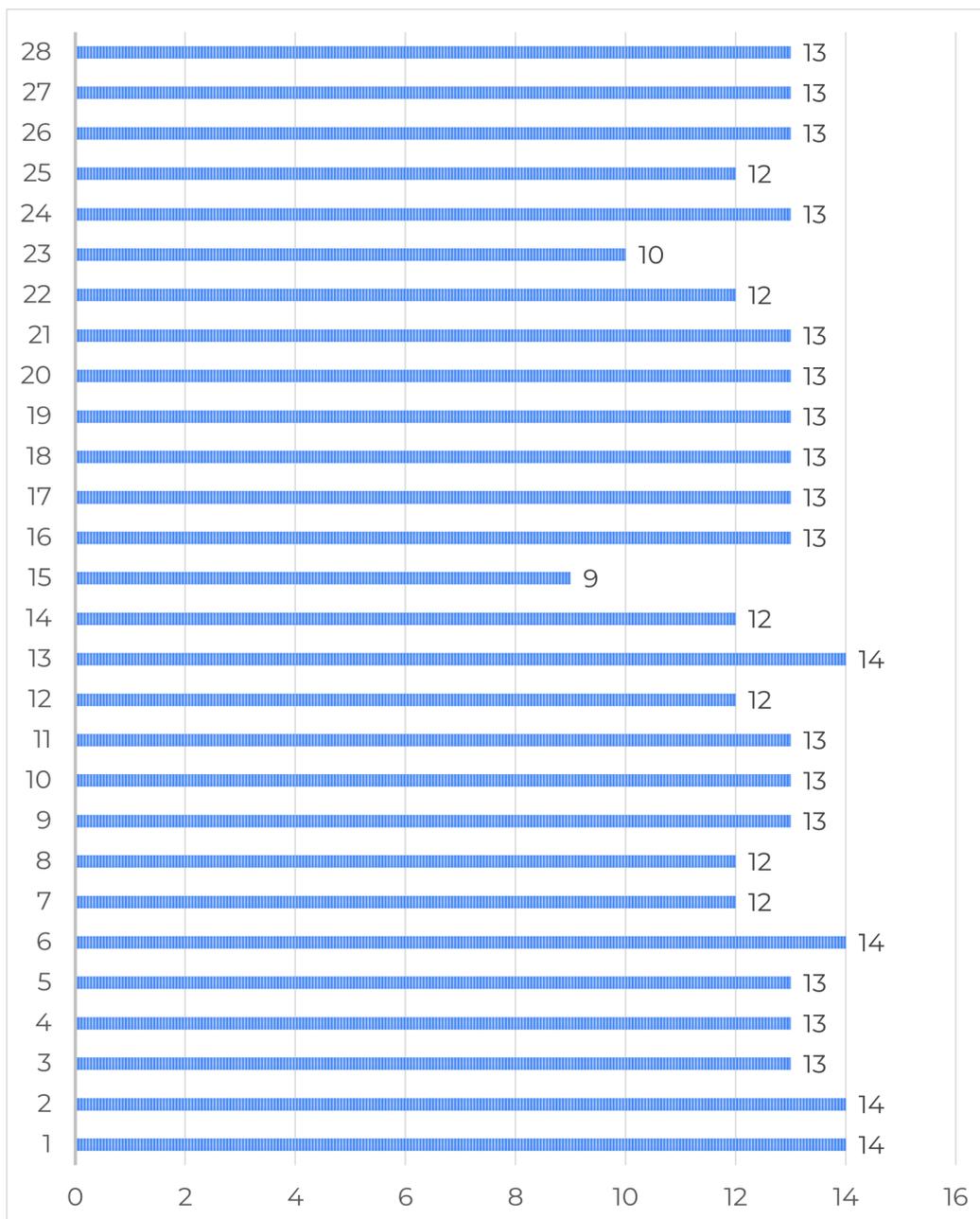


Figura 29: Puntuaciones obtenidas para cada una de las preguntas en el CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, 1º Curso, Grupo 2

### **6.9. CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. 2º Curso. Grupo 1**

Ningún estudiante del grupo de este Ciclo formativo contestó al cuestionario.

### **6.10. CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas. 2º Curso. Grupo 2**

Ningún estudiante del grupo de este Ciclo formativo contestó al cuestionario.

## 6.11. Resultados según nivel de estudios

En la Figura 30 se recogen las puntuaciones medias, sobre 28 puntos, obtenidas por los estudiantes según el Ciclo Formativo en el que se encuentran. Se puede observar que en el *CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas*, concretamente en el segundo curso, es donde mayor puntuación se obtiene. Este ciclo consiste en desarrollar, implantar, documentar y mantener aplicaciones informáticas multiplataforma, por lo que se trabaja más las habilidades de Pensamiento Computacional que en los demás ciclos. Igualmente, resulta curioso la diferencia que existe, de más de dos puntos, entre los dos grupos del 1º Curso.

Existe un cambio notable en las puntuaciones de todos los ciclos respecto al primer curso con el segundo, siempre aumentando según se cambia de curso, pero esta diferencia es especialmente notoria en el *CFGM - Sistemas Microinformáticos y Redes*, ya que resulta de casi tres puntos más de un curso a otro.

En todos los ciclos formativos los estudiantes han obtenido buenas puntuaciones, siempre por encima del aprobado, fijado en 14 respuestas correctas del 28 total. Sin embargo, las puntuaciones más altas se han obtenido en el ciclo de *CFGS - Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas*, debido, seguramente, por la existencia de asignaturas en las que se enseña a programar, como *Entornos de desarrollo*, *Desarrollo de interfaces*, *Programación multimedia y dispositivos móviles* o *Programación de servicios y procesos*.

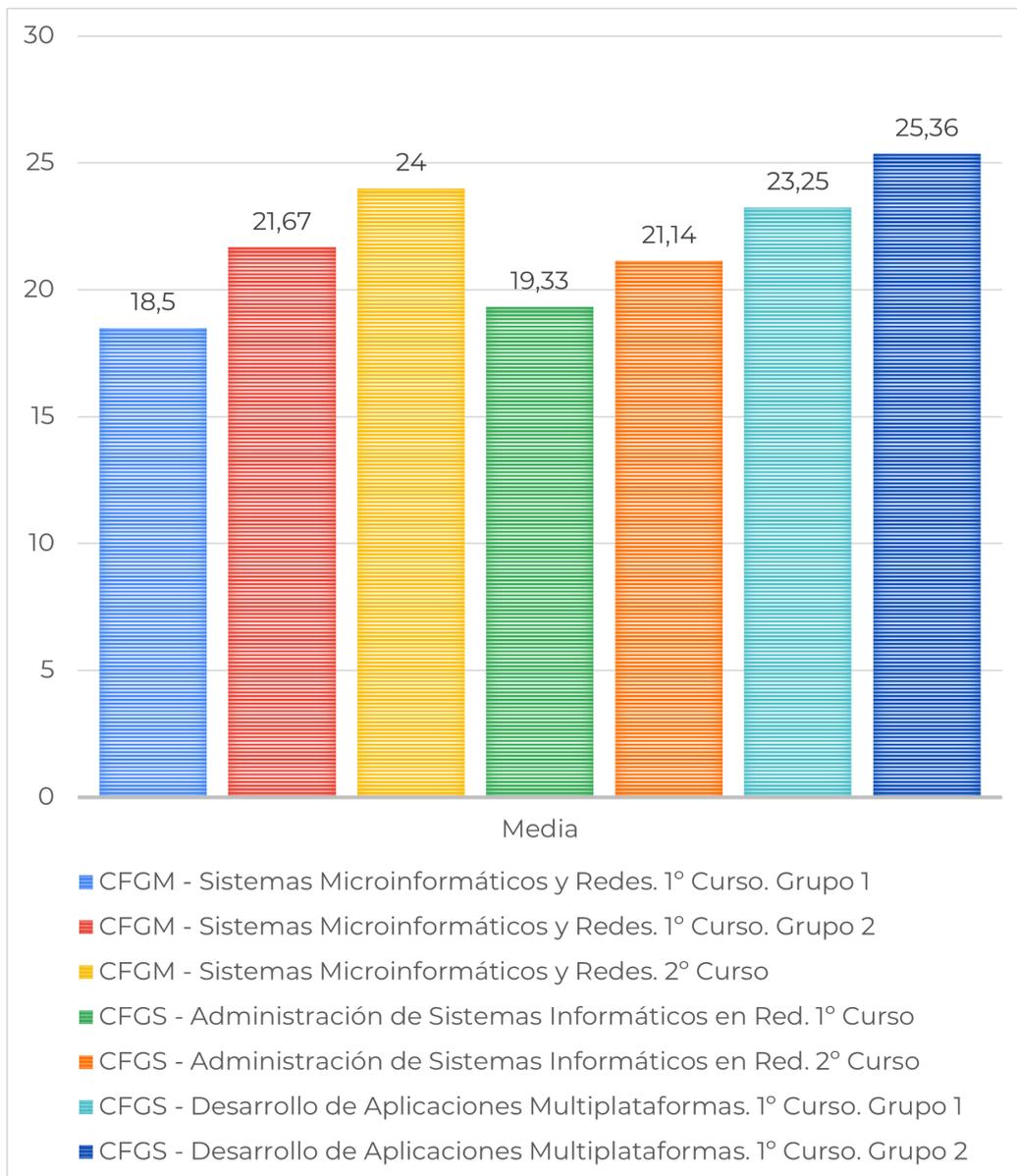


Figura 30: Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, según el Ciclo Formativo de los estudiantes

## 6.12. Resultados según género

En la Figura 31 se recogen las puntuaciones medias agrupadas de todos los estudiantes según su género. Este cuestionario lo han realizado 5 chicas, 52 chicos y 1 no binario, de un total de 58 estudiantes, lo cual supone que un 8,62% son chicas, un 89,66% son chicos y un 1,72% son no binarios.

La edad media de los chicos es de 20,21 años, mientras que el de las chicas es de 21,4. En el caso de los no binarios, la edad media es de 21 años.

Como se puede comprobar en la Figura 31, en el caso de los no binario, el estudiante obtiene en el cuestionario la máxima puntuación posible, de 28 sobre 28 puntos. Respecto a las chicas, esta es de 19,8 sobre 28 y de 21,81 en el caso de los chicos.

Las diferencias entre chicas y chicos resultan significativas, ya que es superior a dos puntos, en concreto es de 2,01, siendo mayor en el caso de los chicos. Respecto a los no binarios, solamente un estudiante se ha identificado como tal y ha sido el que mayor puntuación ha obtenido.

Al realizar un estudio según la puntuación media obtenida por cada uno de los conceptos estudiados, tal y como se muestra en la Figura 32, se puede apreciar como las puntuaciones de los chicos son superiores a las de las chicas en todos los conceptos, salvo en el de *Funciones*, donde las chicas demuestran un mayor dominio, aunque ambos géneros obtienen una puntuación superior a los 3 puntos sobre 4. Para los conceptos de *Direcciones*, *Bucles - Repetir veces* y *Bucles - Repetir hasta* las puntuaciones para ambos géneros es de 3 puntos o superior, mientras que en los conceptos de *Condicionales - Condicional simple*, *Condicionales - Condicional compuesto* y *Condicionales - Condicional mientras* que las puntuaciones son inferiores, de 3 puntos o menos. En el caso de los *Condicionales - Condicional compuesto* es donde

se aprecia una mayor diferencia entre chicas y chicos, casi de 1 punto, en concreto de 0,8, demostrando los chicos un mayor dominio del concepto.

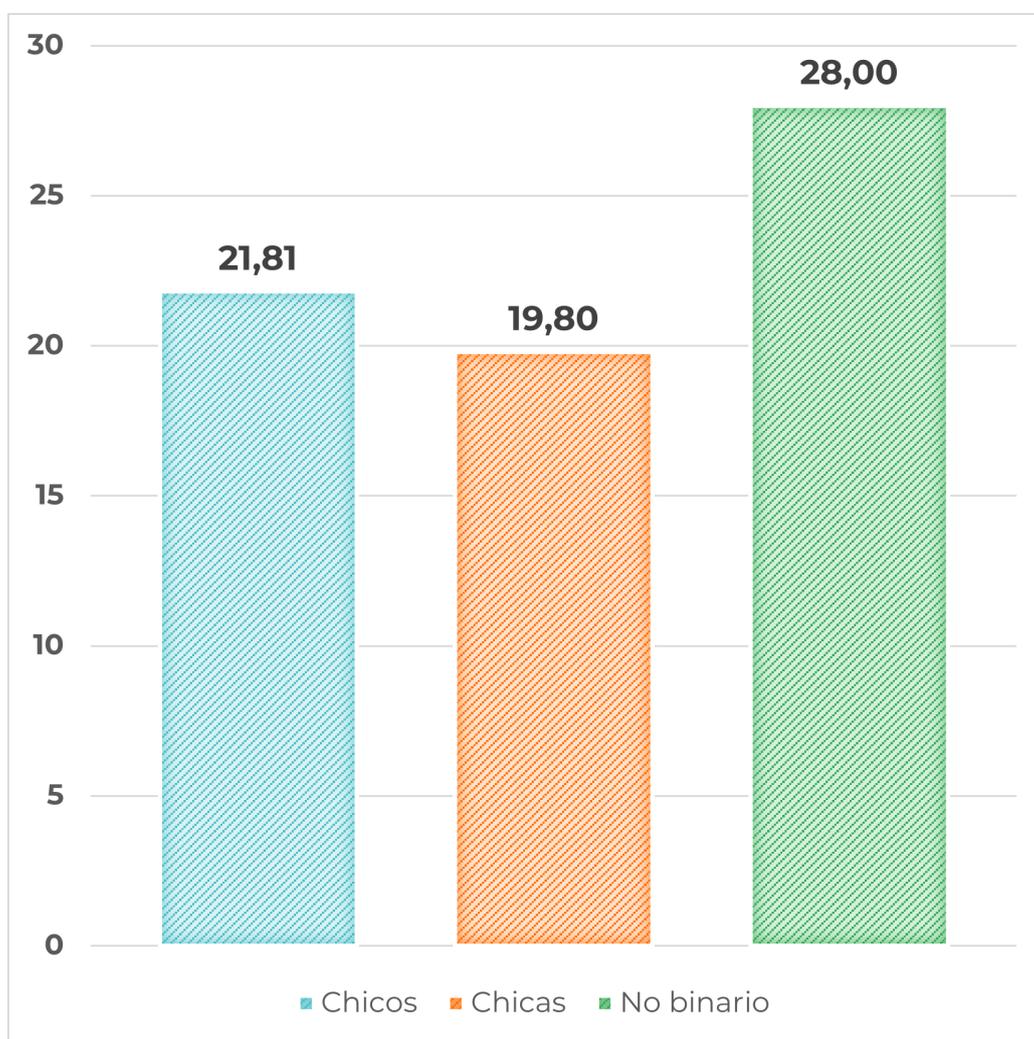


Figura 31: Puntuaciones medias obtenidas, sobre 28 puntos, según el género de los estudiantes

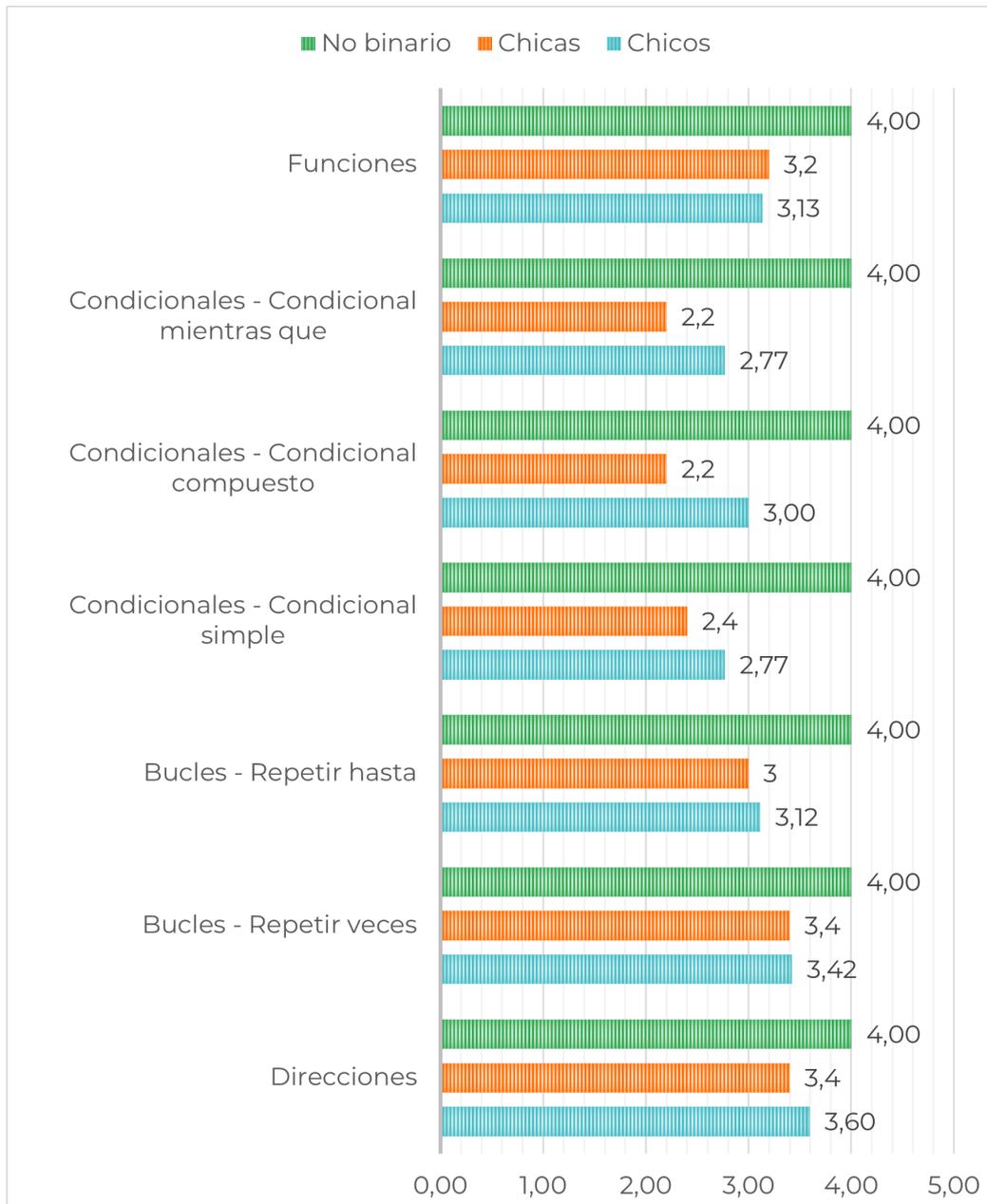


Figura 32: Puntuaciones medias obtenidas para cada uno de los conceptos estudiados, sobre 4 puntos, según el género de los estudiantes

### **6.13. Discusión**

Este trabajo ha analizado las habilidades de Pensamiento Computacional en estudiantes de diferentes Ciclos Formativos. Sin embargo, todos ellos son de la rama de Informática y Comunicaciones, por lo que se esperaba que las puntuaciones resultasen altas, tal y como se ha demostrado, siendo las medias en todos los casos superiores a los 18 puntos. Para generar una visión más amplia sobre el estado del Pensamiento Computacional en los estudios de Formación Profesional sería necesario estudiar todos los ciclos, de todas las familias, incluidos los de Formación Profesional Básica.

Existen diferencias significativas entre los diferentes ciclos, resultando especialmente llamativo el caso del Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes, ya que los estudiantes han obtenido, tanto un grupo del primer curso como todos los del segundo, una puntuación media mayor que la del Ciclo Formativo de Grado Superior de Administración de Sistemas Informáticos. Si bien es cierto que en ambos ciclos no se imparten asignaturas de programación, resulta llamativo que el nivel de estudios necesarios para entrar en un Ciclo Formativo de Grado Superior es mayor que en el caso del Grado Medio, ya que tienen que contar con Bachillerato o haber realizado un Ciclo Formativo de Grado Medio previamente. La puntuación en el segundo curso del ciclo de Sistemas Microinformáticos y Redes también resulta mayor que la de un grupo del Ciclo Formativo de Grado Superior de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, donde si se imparte programación como tal.

El hecho de contar con asignaturas de programación en el Ciclo Formativo de Grado Superior de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataformas, y al haber realizado este cuestionario en las últimas semanas del curso, concretamente en mayo de 2022, hace que los resultados generales sean muy positivos. Sin

embargo, es posible apreciar como en los primeros cursos de los ciclos donde no se imparte programación la nota media es de 19,83 puntos, lo que indica una carencia de estas habilidades en niveles previos. Es muy probablemente que en otras familias de estudios como Administración y Gestión, Agraria o Imagen Personal las puntuaciones fuesen inferiores.

Tal y como se comentó en apartados anteriores, los resultados no pueden interpretarse como significativos desde un punto de vista estadístico, ya que la muestra con la que se contaba es muy pequeña. Sin embargo, si que supone un buen punto de inicio para explorar soluciones que se puedan aplicar sobre la introducción de actividades relacionadas con el entrenamiento de las habilidades de Pensamiento Computacional en los estudios de Formación Profesional.

Cabe mencionar también que los alumnos de 2º Curso, concretamente del Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes y del Ciclo Formativo de Grado Superior de Administración de Sistemas Informáticos realizaron el cuestionario de manera telemática, por lo que no se pudo comprobar si realizaron algún tipo de consulta en Internet durante la realización de este, contaron con ayuda externa de algún tipo, o necesitaron más de los 45 minutos dispuestos a los demás estudiantes de manera presencial.

## 7. Conclusiones

Este trabajo ha servido para realizar un estudio inicial en el estado de las habilidades de Pensamiento Computacional en estudiantes de Formación Profesional en España. Sin embargo, el planteamiento inicial incluía otros dos ciclos, el Ciclo Formativo de Formación Profesional Básica en Peluquería y Estética, de la familia de Imagen Personal, y el Ciclo Formativo de Formación Profesional Básica en Servicios Comerciales, de la familia de Comercio y Marketing. Esto hubiese permitido realizar un estudio más detallado, ya que se tendría en cuenta a estudiantes de Formación Profesional no relacionados con la Informática y las Ciencias de la Computación. Además, se encontraron obstáculos a la hora de realizar los cuestionarios en el centro, por lo que al final, el trabajo se acabó adaptando y se realizaron los cuestionarios en los Ciclos Formativos relacionados con la informática que se impartían en el centro. También hubo problemas con la realización de los cuestionarios por parte de los estudiantes de manera telemática, ya que no contaban con supervisión.

Los resultados muestran que, si bien las puntuaciones obtenidas son en general buenas, es necesario realizar acciones que permitan aumentarlas e incluirlas en el currículum educativo. Tras varias reformas educativas, ya es posible encontrar menciones al Pensamiento Computacional en los contenidos que se deben impartir, pero únicamente para los estudios de Infantil, Primaria y Secundaria, pero tal y como se ha analizado en este trabajo, también es necesario implantar actividades relacionadas con el Pensamiento Computacional en los estudios de Formación Profesional.

Los resultados van en consonancia con otros trabajos en los que también se han medido habilidades del Pensamiento Computacional, pero en los niveles educativos pre-universitarios de Primaria y Secundaria, donde se ha

demostrado que los chicos han obtenido una mayor puntuación media que las chicas en la Educación Secundaria en este mismo cuestionario, el CTT [7]. También podría ser extrapolable de este trabajo que un entrenamiento en actividades relacionadas con el Pensamiento Computacional aumenta sus capacidades, con el paso del primer al segundo curso en los Ciclos Formativos de la familia de Informática y Comunicaciones.

Como trabajo futuro, resultaría positivo que se estableciese una propuesta de actividades que se pudiesen incluir en los diferentes Ciclos Formativos relacionadas con el Pensamiento Computacional, en todas las familias profesionales, ya que resulta de una habilidad necesaria de la que deben disponer las personas en el siglo XXI.

## Referencias

- [1] J. M. Wing, “Computational thinking,” *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, pp. 33–35, 2006.
- [2] S. Papert, *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. Sussex: The Harvester Press, 1980.
- [3] S. Papert, “An exploration in the space of mathematics educations,” *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, vol. 1, no. 1, 1996.
- [4] V. Barr and C. Stephenson, “Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community?” *ACM Inroads*, vol. 2, no. 1, pp. 48–54, Feb. 2011.
- [5] K. Brennan and M. Resnick, “New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking,” in *Annual American Educational Research Association meeting*, Vancouver, BC, Canada, 2012, pp. 1–25.
- [6] S. Grover and R. Pea, “Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field,” *Educational Researcher*, vol. 42, no. 1, pp. 38–43, 2013.
- [7] R. Herrero-Alvarez, G. Miranda, C. Leon, and E. Segredo, “Engaging primary and secondary school students in computer science through computational thinking training,” *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, pp. 1–14, 05 April 2022.

- [8] Joint Research Centre, “Reviewing computational thinking in compulsory education,” Publications Office of the European Union, Luxembourg (Luxembourg), Scientific analysis or review KJ-06-22-069-EN-N (online), 2022, Accessed: Mar. 15, 2022. [Online]. Available: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128347>
- [9] Ministerio de Educación y Formación Profesional, “Real decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la educación primaria,” Mar 02, 2022.
- [10] —, “Real decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la educación secundaria obligatoria,” Mar 30, 2022.
- [11] Jefatura del Estado, “Ley orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la formación profesional,” Abr 01, 2022.
- [12] M. Resnick, J. Maloney, A. Monroy-Hernández, N. Rusk, E. Eastmond, K. Brennan, A. Millner, E. Rosenbaum, J. Silver, B. Silverman, and Y. Kafai, “Scratch: Programming for all,” *Communications of the ACM*, vol. 52, no. 11, pp. 60–67, 2016. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1592779>
- [13] Code.org, “Hour of code,” <https://hourofcode.com/es>, 2021.
- [14] Microsoft, “Microsoft makecode arcade,” <https://arcade.makecode.com>, 2021.
- [15] R. Herrero-Álvarez and C. León, “Comilona: the game of balanced diet menus approaching nutrition and computational thinking,” in *Actas del V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación (CIVE’17)*. Universidad de La Laguna, Jun 2017.

- [16] Computer Science Education Research Group, University of Canterbury, “Cs unplugged,” <https://csunplugged.org>, 2021.
- [17] R. Herrero-Álvarez, C. León, G. Miranda, and E. Segredo, “Propuesta de actividades para el desarrollo del pensamiento computacional en estudios pre-universitarios,” in *Actas del XI Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria (CIDU 2020)*. Universidad de La Laguna, Jan 2021, pp. 306–3019.
- [18] R. Herrero-Álvarez, C. León, G. Miranda, E. Segredo, Óscar Socas, L. García, and Y. Díaz, “Metodología para el desarrollo del pensamiento computacional en tiempos de covid-19,” in *Actas del VI Congreso Internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación (CINAIC 2021)*, Oct 2021.
- [19] Scratch Foundation, “Scratchjr,” May 2022. [Online]. Available: <https://www.scratchjr.org/>
- [20] A. Balanskat and K. Engelhardt, “Computing our future: Computer programming and coding - priorities, school curricula and initiatives across europe,” 2015.
- [21] M. R. Albizu, M. Fondón, D. Álvarez, B. López, A. Cernuda, and A. Juan, “La informática como materia fundamental en un sistema educativo del siglo xxi,” Jul 9, 2014.
- [22] X. Tang, Y. Yin, Q. Lin, R. Hadad, and X. Zhai, “Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies,” *Computers and education*, vol. 148, p. 103798, Apr 2020. [Online]. Available: <https://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798>

- [23] M. Zapata-Ros, *La evaluación del Pensamiento Computacional*, ser. El pensamiento computacional, la competencia clave de una nueva alfabetización. CreateSpace Independent Publishing Platform, May, 2022, pp. 1–15.
- [24] C.-C. Lin, M. Zhang, B. Beck, and G. Olsen, “Embedding computer science concepts in k-12 science curricula,” *Proceedings of the 40th ACM technical symposium on computer science education*, pp. 539–543, Mar 4, 2009.
- [25] F. J. García-Peñalvo and A. J. Mendes, “Exploring the computational thinking effects in pre-university education,” *Computers in human behavior*, vol. 80, pp. 407–411, Mar 2018.
- [26] R. Herrero, E. Segredo, G. Miranda, and C. León, “El proyecto Piens@ Computacion@LLmente,” in *Actas del V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación*, October 2019, pp. 573–578, Accessed: Mar. 15, 2022. [Online]. Available: <https://zaguan.unizar.es/record/84633>
- [27] S. Sentance and A. Csizmadia, “Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher’s perspective,” *Education and information technologies*, vol. 22, no. 2, pp. 469–495, 2016.
- [28] P. Micheuz, S. Pasterk, and A. Bollin, “Basic digital education in austria – one step further,” in *Advances in Information and Communication Technology*, ser. Tomorrow’s Learning: Involving Everyone. Learning with and about Technologies and Computing, vol. 515. Springer International Publishing, 2017, pp. 432–442.

- [29] A. Lamprou and A. Repenning, “Teaching how to teach computational thinking,” in *Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*. ACM, 2018, pp. 69–74.
- [30] B. Weiner, “Attributional theory of motivation and emotion,” *Psychological Review*, 1984.
- [31] A. Elizondo Moreno, J. V. R. Rodríguez, and I. R. Rodríguez, “La importancia de la emoción en el aprendizaje: Propuestas para mejorar la motivación de los estudiantes,” *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, pp. 3–11, 2018.
- [32] R. Herrero-Álvarez, C. León, G. Miranda, E. Segredo, Óscar Socas, M. Cuellar-Moreno, D. Caballero-Julia, L. García, and Y. Díaz, “How do young students get enthusiastic about computational thinking activities?” in *13th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 21)*. IATED, Jul 2021.
- [33] —, “Promoción del pensamiento computacional en estudiantes pre-universitarios: ¿cómo se emocionan?” in *Actas de las XXVII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUUI 2021)*. Universitat de les Illes Balears, Jul 2021, pp. 227–234.
- [34] Ministerio de Educación y Formación Profesional, “Real decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la educación infantil,” Feb 03, 2022.
- [35] —, “Real decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del bachillerato,” Abr 07, 2022.
- [36] Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, “Real decreto 127/2014, de 28 de febrero, por el que se regulan aspectos específicos de la forma-

ción profesional básica de las enseñanzas de formación profesional del sistema educativo, se aprueban catorce títulos profesionales básicos, se fijan sus currículos básicos y se modifica el real decreto 1850/2009, de 4 de diciembre, sobre expedición de títulos académicos y profesionales correspondientes a las enseñanzas establecidas en la ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación,” Mar 05, 2014.

- [37] Ministerio de Educación, “Real decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo,” Jul 30, 2011.
- [38] Gobierno de España, “Ley orgánica de ordenación e integración de la formación profesional,” Gobierno de España, Tech. Rep., 2022. [Online]. Available: <https://www.todofp.es/dam/jcr:99d1f05d-2db7-4898-89f8-faec6f3e76af/dossier-informativo-nueva-ley-fp-2022.pdf>
- [39] Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes, “Resolución de 8 de abril de 2022, por la que se dictan instrucciones para la planificación, realización y gestión, en el ámbito de la comunidad autónoma de canarias, de la prueba de la evaluación de bachillerato para el acceso a la universidad, aplicables al alumnado que haya cursado bachillerato, así como ciclos formativos de grado superior de formación profesional, de enseñanzas profesionales de artes plásticas y diseño, y de enseñanzas deportivas, en el curso escolar 2021/2022,” Abr 25, 2022.
- [40] —, “Resolución de 1 de julio de 2021, por la que se dictan instrucciones para regular los programas de formación profesional adaptada y se establece la distribución modular y horaria en el ámbito de la comunidad autónoma de canarias,” Jul 14, 2021.

- [41] Ministerio de Educación y Ciencia, “Real decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la educación primaria,” 08/12/ 2006.
- [42] Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, “Real decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la educación primaria,” May 01, 2014.
- [43] Ministerio de Educación y Formación Profesional, “Real decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la educación primaria,” 02/03/ 2022.
- [44] S. Bocconi, A. Chiocciariello, G. Dettori, A. Ferrari, K. Engelhardt, P. Kamylyis, and Y. Punie, “Developing computational thinking in compulsory education,” European Commission, Joint Research Centre, Tech. Rep., 2016.
- [45] Ministerio de Educación y Formación Profesional, “Escuela de pensamiento computacional e inteligencia artificial,” 2022. [Online]. Available: <https://intef.es/tecnologia-educativa/pensamiento-computacional/>
- [46] B. Goodson and M. Sarna, “Measuring computational thinking and computer science outcomes,” in *2020 Education Innovation and Research (EIR) Project Directors and Evaluators Technical Assistance Meeting*, Oct 2020.
- [47] E. Relkin, L. de Ruiter, and M. U. Bers, “Techcheck: Development and validation of an unplugged assessment of computational thinking in early childhood education,” *Journal of science education and technology*, vol. 29, no. 4, pp. 482–498, May 26, 2020. [Online].

Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-020-09831-x>

- [48] M. Román-González, “Computational thinking test: Design guidelines and content validation,” in *EDULEARN15*, Barcelona, Jul 2015, pp. 2436–2444.
- [49] M. Román-González, J.-C. Pérez-González, and C. Jiménez-Fernández, “Which cognitive abilities underlie computational thinking? criterion validity of the computational thinking test,” *Computers in human behavior*, vol. 72, pp. 678–691, 2017.
- [50] E. Wiebe, J. London, O. Aksit, B. Mott, K. Boyer, and J. Lester, “Development of a lean computational thinking abilities assessment for middle grades students,” in *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, ser. SIGCSE ’19. ACM, Feb 22, 2019, pp. 456–461. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=3287390>
- [51] D. Blokhuis, P. Millican, C. Roffey, E. Schrijvers, and S. Sentance, “Uk bebras computational thinking challenge 2016,” 2016. [Online]. Available: <https://www.curriculumonline.ie/getmedia/da0c349c-d205-47ff-9b43-6c820a62807c/uk-bebras-2016-answers.pdf>
- [52] Y. Mindetbay, C. Bokhove, and J. Woollard, “What is the relationship between students’ computational thinking performance and school achievement?” *International Journal of Computer Science Education in Schools*, pp. 3–19, May 4, 2019.
- [53] M. Yagci, “A valid and reliable tool for examining computational thinking skills,” *Education and information technologies*,

- vol. 24, no. 1, pp. 929–951, Sep 17, 2018. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-018-9801-8>
- [54] J. L. Weese and R. Feldhausen, “Stem outreach: Assessing computational thinking and problem solving,” in *Association for Engineering Education - Engineering Library Division Papers*. Atlanta: American Society for Engineering Education-ASEE, Jun 24, 2017. [Online]. Available: <https://search.proquest.com/docview/2317828929>
- [55] O. Korkmaz, R. Cakir, and M. Y. Ozden, “A validity and reliability study of the computational thinking scales (cts),” *Computers in human behavior*, vol. 72, pp. 558–569, Jul 2017. [Online]. Available: <https://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>
- [56] Ministerio de Educación y Ciencia, “Real decreto 1691/2007, de 14 de diciembre, por el que se establece el título de técnico en sistemas microinformáticos y redes y se fijan sus enseñanzas mínimas,” Enero 2008.
- [57] Ministerio de Educación, “Real decreto 1629/2009, de 30 de octubre, por el que se establece el título de técnico superior en administración de sistemas informáticos en red y se fijan sus enseñanzas mínimas,” Noviembre 2019.
- [58] —, “Real decreto 450/2010, de 16 de abril, por el que se establece el título de técnico superior en desarrollo de aplicaciones multiplataforma y se fijan sus enseñanzas mínimas,” Mayo 2010.