

# Estudiando el nivel en matemáticas de alumnos de nuevo ingreso en ingeniería informática: percepción y realidad

Maximo Cobos, Miguel Arevalillo, Paloma Moreno, Ricardo Olanda  
Departament de Informàtica  
Universitat de València  
46100, Burjassot, Valencia  
maximo.cobos@uv.es

## Resumen

Son muchos los cambios experimentados en la docencia universitaria desde la implantación de los nuevos grados impulsados por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). No obstante, el nivel de los alumnos de nuevo ingreso en materias como matemáticas o física sigue siendo uno de los problemas que más preocupan a muchos docentes universitarios, especialmente a aquellos que imparten asignaturas de formación básica en los primeros cursos de Ingenierías. Si bien estas asignaturas requieren unos conocimientos mínimos que se presuponen adquiridos durante la formación pre-universitaria, la experiencia demuestra que existe un gran desajuste entre la realidad y lo que el profesor asume como ya conocido por el alumno. Es más, la percepción propia del alumno sobre su propio nivel parece resultar distorsionada en muchas ocasiones, lo que puede llevar a problemas en su rendimiento académico desde el mismo inicio de su etapa universitaria. En este artículo se describe una experiencia llevada a cabo en la Universitat de València con el fin de evaluar el nivel de matemáticas de los alumnos de nuevo ingreso en el Grado en ingeniería Informática, las diferencias existentes dependiendo de su etapa educativa anterior, y su influencia en el rendimiento universitario posterior. Para ello, se ha realizado una prueba técnica consistente en una serie de ejercicios matemáticos de nivel básico y un cuestionario sobre la percepción que los alumnos tienen de su propio nivel. Los resultados revelan el desajuste entre la percepción del alumnado y la realidad, y una correlación importante entre el nivel de matemáticas de los estudiantes de nuevo ingreso y los resultados académicos conseguidos en el primer año de universidad.

## Abstract

The European Higher Education Area (EHEA) has motivated important changes in academic teaching.

However, the entry level of students in modules such as Physics or Maths is still a problem in Engineering courses. These subjects require a basic knowledge that should have been acquired at secondary education, but experience shows a large gap between what students are supposed to know and what they actually know. Moreover, the student's own perception on its own level seems to be frequently distorted, which can lead to performance problems from the very beginning of his/her academic life. In this paper, we describe the experience carried out to evaluate some of the above aspects on fresher computer science students. Two types of tests were conducted: a technical test consisting of a series of basic math exercises; and a questionnaire for assessing the students' perception on their own math level. The results are analyzed and discussed, identifying the interrelationship between the above aspects. In particular, results reveal a significant gap between the students' perception of their own academic level and the reality. In addition, an important correlation has been observed between the maths level on enrolment and the academic scores achieved during the first year.

## Palabras clave

Nivel de matemáticas, alumnos de nuevo ingreso, ingeniería informática.

## 1. Introducción

La asignatura de Matemáticas es, sin duda, una de las asignaturas más importantes para el estudio de cualquier rama de la ingeniería. Su carácter de materia instrumental permite al alumnado seguir avanzando en su formación, dotando a los futuros ingenieros de pensamiento analítico, rigor y objetividad numérica en el desarrollo de su profesión. Sin embargo, los últimos informes y estadísticas generales sobre el estado de la educación en España arrojan resultados decepcionantes. En el estudio PISA 2003 (*Programme for Inter-*

*national Student Assessment*), que está principalmente orientado a evaluar las competencias matemáticas en chicos/as de 15 años, España está en el puesto 26 de 41 países evaluados y en la posición 23 dentro de los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), sólo por delante de Italia, Portugal y Grecia entre los países de la Unión Europea [3]. El informe PISA 2012 (que se publicará en diciembre de 2013) volverá a estar centrado en la evaluación de las matemáticas, por lo que se conocerá de forma más precisa cuál ha sido la evolución de los jóvenes españoles en esta competencia desde PISA 2003.

Las causas de estos malos resultados son variadas. En este contexto, la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, cita graves problemas en la formación matemática en España, especialmente en primaria y secundaria [2]. Por un lado, los profesores de primaria reciben una preparación inadecuada durante sus años de formación, provocando un rechazo de esta disciplina que termina propagándose a los alumnos. En secundaria, si bien la formación matemática de los profesores es sólida, los problemas suelen tener más bien un carácter organizativo y de ausencia de autoridad frente al alumnado. Así, los problemas mayoritarios a nivel universitario se derivan principalmente de los problemas en primaria y secundaria, implantando sesiones de “*nivel cero*” al inicio del curso académico.

Algunos estudios llevados a cabo en España demuestran claramente los problemas anteriores [4, 5]. Un amplio porcentaje de estudiantes se enfrentan a las matemáticas sin los conocimientos mínimos adquiridos. Esto, sumado a un marcado déficit motivacional y a una negativa actitud, termina en una percepción de incapacidad por parte del alumnado que desemboca fácilmente en el fracaso. De hecho, la percepción del alumno puede ser en ocasiones muy distinta a la de su rendimiento real, ya sea sobrevalorando o infravalorando sus propias capacidades. Esta percepción suele estar muy relacionada con la planificación del estudio del propio alumno, por lo que el impacto en su rendimiento académico puede ser especialmente significativo.

A este respecto, cabe también destacar la diferencia de nivel existente entre alumnos que acceden desde Bachillerato y los que lo hacen desde Ciclos Formativos. En este artículo, analizamos varios factores relacionados con el nivel de matemáticas que tiene el alumno de nuevo ingreso, incluyendo:

- El nivel de matemáticas que tienen los alumnos de nuevo ingreso en el grado de Ingeniería Informática, y las diferencias con respecto a su propia percepción acerca del mismo.
- Las diferencias de nivel entre alumnos procedentes de Bachillerato y de Ciclos Formativos/FP.
- La influencia del nivel inicial de matemáticas en el rendimiento académico universitario, y si el

conocimiento que posee el alumno cuando accede a la universidad es determinante en cuanto a los resultados finales obtenidos.

La estructura del resto del artículo es la siguiente. En primer lugar, en la sección 2, describimos la metodología de análisis utilizada, exponiendo las pruebas realizadas. Seguidamente, en la sección 3, se presentan y discuten los resultados obtenidos. Finalmente, en la sección 4, se exponen las conclusiones principales de la investigación.

## 2. Metodología

El estudio se ha llevado a cabo en la Universitat de València, y está basado en una prueba técnica de matemáticas y un cuestionario de opinión. Ambas pruebas se realizaron durante la primera semana del curso académico (concretamente, el segundo día de clase). Antes de su realización, se les explicó detalladamente a los alumnos la motivación de la misma y la importancia de que fueran sinceros en sus respuestas. Respecto a la prueba técnica, se les explicó que ésta no tenía validez académica y no conllevaba ningún tipo de penalización en caso de fallo.

La prueba técnica realizada consiste en un total de 8 ejercicios matemáticos, organizados en nivel creciente de dificultad. Las respuestas a esta prueba permiten evaluar las carencias en una serie de competencias matemáticas de los alumnos de nuevo ingreso. La prueba técnica se complementa con un cuestionario con el fin de conocer la vía de ingreso del alumno a la universidad y cuál es su percepción subjetiva respecto a su nivel de matemáticas. De esta forma, se pretenderá establecer una relación entre tales competencias y la percepción que el alumno tiene de su preparación para afrontar los contenidos de la titulación. Finalmente, los resultados obtenidos al final del primer cuatrimestre en dos asignaturas de características bien distintas (Matemáticas I e Ingeniería, Sociedad y Universidad) nos permitirán determinar si el nivel inicial del alumno determina de alguna forma su rendimiento académico como alumno universitario. Además, los datos de acceso a la universidad se utilizarán para relacionar los aspectos anteriores con la procedencia del alumnado, observando las diferencias entre alumnos de bachillerato y ciclos formativos/FP.

A continuación describimos en detalle cada una de las dos pruebas.

### 2.1. Prueba Técnica

El diseño de esta prueba ha contemplado los siguientes requisitos con el fin de cumplir los objetivos del estudio:

- debe poder realizarse en un tiempo reducido,
- debe evaluar distintos niveles de conocimiento,
- debe evaluar competencias de nivel de primaria y secundaria, y
- debe alcanzar aquellas competencias cercanas al nivel universitario que los alumnos deberán utilizar desde el comienzo del curso.

Teniendo en cuenta lo anterior, la prueba se compone de los siguientes ejercicios:

1. *Sumar dos fracciones y simplificar:*

**Enunciado:** Suma y simplifica:  $\frac{15}{4} + \frac{9}{8}$ .

Es la competencia evaluada de nivel más básico (primaria). Requiere poco tiempo para su resolución y puede aportar información sobre el origen de las carencias observadas.

2. *Obtener el límite de un quebrado de polinomios del mismo grado:*

**Enunciado:** Calcula el siguiente límite:

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{3x^2 + 2x + 3}{4x^2 + 7x}$$

Además de poder ser resuelto inmediatamente, implica conocer el concepto de límite de una expresión matemática, formando la base de otras competencias evaluadas como son el cálculo diferencial e integral.

3. *Resolver un sistema de ecuaciones lineales (compatible determinado):*

**Enunciado:** Resuelve el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} x + 3y - 2z &= 5 \\ 3x + 5y + 6z &= 7 \\ 2x + 4y + 3z &= 8 \end{aligned}$$

Implica un conocimiento básico de álgebra lineal y de gran importancia en ingeniería informática. Aunque de todos los ejercicios es el que puede resultar más laborioso, implica la aplicación de una metodología y una buena capacidad de cálculo (nivel de secundaria).

4. *Multiplicar dos números complejos:*

**Enunciado:** Realiza la multiplicación de números complejos:  $(3 + 2i)(5 + i)$ .

Implica conocer propiedades básicas (propiedad distributiva) y aplicarla al conjunto de los

números complejos, los cuales son muy necesarios en el estudio de la física y la ingeniería.

5. *Describir el concepto de derivada:*

**Enunciado:** ¿Qué es la derivada de una función?

Sin ser un ejercicio de cálculo, pretende evaluar el aprendizaje a un nivel superior de comprensión. Permitirá relacionar el conocimiento del alumno a nivel de comprensión de concepto con su nivel a la hora de aplicar las reglas de cálculo asociadas al mismo (nivel avanzado).

6. *Calcular una derivada de una expresión sencilla:*

**Enunciado:** Calcula la siguiente derivada:  $\frac{d}{dx}(\ln x^2)$

Permite evaluar el conocimiento de las reglas de derivación y compararlo con el conocimiento que se tiene del concepto (nivel avanzado).

7. *Describir el concepto de integral:*

**Enunciado:** ¿Qué es una integral?

De forma similar al punto 5, se pretende que el alumno describa brevemente el concepto de integral (nivel avanzado).

8. *Calcular una integral indefinida sencilla:*

**Enunciado:** Calcula la integral:  $\int x \cos(x^2) dx$

Se trata de que el alumno aplique las reglas básicas de integración (nivel avanzado).

## 2.2. Cuestionario

El cuestionario de opinión consiste en una serie de preguntas acerca de la vía de acceso del alumno a la universidad y de la percepción subjetiva que tiene sobre su nivel de preparación para afrontar los estudios universitarios. Las preguntas que lo conforman son:

1. **Procedencia.** *Provengo de:*

- Bachiller
- Ciclos Formativos de Grado Superior, Formación Profesional de 2º grado o Módulos III.

2. **Preparación subjetiva.** *¿Cómo de preparado te sientes con respecto a tu nivel de matemáticas para afrontar tus estudios universitarios?*

- Muy poco preparado.
- Poco preparado.
- Suficientemente preparado.
- Bastante preparado.
- Muy preparado.

3. **Nivel subjetivo.** ¿Cómo calificarías tu nivel en matemáticas?

- Muy bajo.
- Bajo.
- Normal.
- Alto.
- Muy alto.

4. **Atribución de la responsabilidad.** ¿Con cuál de las siguientes afirmaciones estás más de acuerdo?

- Que los alumnos adquirieran un nivel suficiente para afrontar los estudios universitarios es responsabilidad de la Universidad.
- Que los alumnos adquirieran un nivel suficiente para afrontar los estudios universitarios es responsabilidad de los centros de educación secundaria.
- Que los alumnos adquirieran un nivel suficiente para afrontar los estudios universitarios es responsabilidad de los propios alumnos.
- El nivel necesario para afrontar los estudios universitarios se puede adquirir durante la marcha a lo largo de la carrera.

### 3. Resultados

El número total de alumnos participantes en la prueba fue de 39, de los cuales 21 provenían de Bachiller y 18 de FP2/Ciclos Formativos. La prueba técnica se evaluó asumiendo que los ejercicios eran de una dificultad muy pequeña si realmente el alumno poseía la competencia a evaluar mediante el ejercicio. Según esta asunción, se decidió evaluar cada ejercicio de forma binaria (correcto/no correcto). En la corrección de las pruebas no numéricas se ha adoptado como correcta cualquier explicación que demostrara que alumno conocía el concepto y lo entendía suficientemente, aunque la explicación fuera muy sencilla y sin formalidad matemática.

#### 3.1. Conocimiento del alumno de nuevo ingreso

El porcentaje de alumnos que superó cada uno de los ejercicios propuestos se muestra en la Figura 1(a). Las barras de error indican los intervalos de confianza al 95 % obtenidos mediante el método "adjusted Wald", siendo este método el recomendado para el cálculo de los intervalos de confianza asociados a porcentajes de éxito en pruebas de resultado binario [1]. En general, se puede apreciar cómo existe un cambio muy significativo entre el ejercicio de suma de fracciones (94,9 %) y el resto de ejercicios, con una tasa de superación mucho menor. Si observamos estos datos por vías de acceso, encontramos las primeras diferencias significativas en cuanto al perfil del alumno de nuevo ingreso. Estas diferencias pueden observarse comparando las gráficas de las Figuras 1(b) y 1(c), que se corresponden con

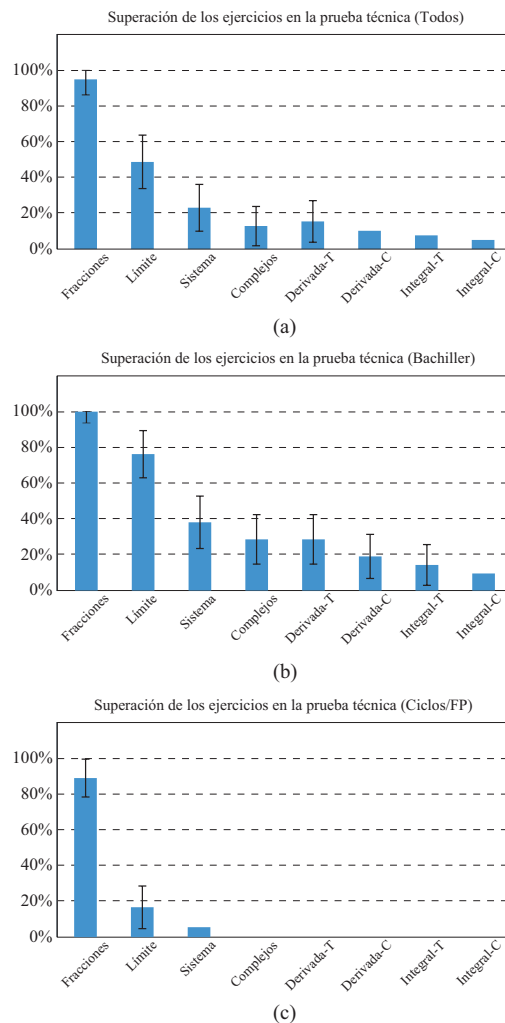


Figura 1: Tasa de superación de los ejercicios de la prueba técnica. (a) Todos los alumnos. (b) Alumnos de Bachiller. (c) Alumnos de Ciclos Formativos/FP.

los resultados obtenidos por alumnos provenientes de Bachiller y Ciclos Formativos, respectivamente. Solamente un alumno procedente de Ciclos Formativos fué capaz de resolver el sistema de ecuaciones, y ninguno de ellos resolvió la multiplicación de complejos ni respondió a ninguna de las cuestiones relacionadas con la derivación y la integración. En el caso del límite, mientras en Bachiller el porcentaje de alumnos que consiguieron resolver el ejercicio ronda el 75 %, la proporción de alumnos de Ciclos Formativos que lo superó no alcanza el 15 %. En términos globales, los alumnos procedentes de Bachiller fueron capaces de resolver una media de 3.1 problemas. Esta cifra contrasta con la media de 1.1 problemas por parte de los alumnos de Ciclos Formativos. Aunque los resultados sugieren importantes deficiencias de conocimiento en los alumnos procedentes tanto de Bachiller como de Ciclos Formativos, éstas son más acusadas en este último caso.

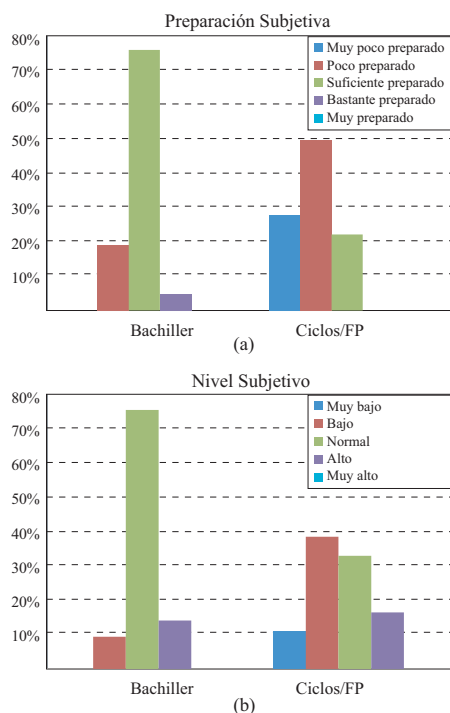


Figura 2: Percepción del alumno sobre su conocimiento según su procedencia. (a) Preparación subjetiva para afrontar los estudios universitarios. (b) Calificación subjetiva de su propio nivel.

### 3.2. Percepción del alumno de su propio conocimiento

Si nos referimos a la percepción del alumno de su propia preparación en matemáticas, observamos que, en general, el alumno se siente poco preparado para afrontar sus estudios universitarios. De entre todas las respuestas, solamente un alumno calificó su nivel de preparación como “bastante preparado”, y ninguno lo calificó de “muy preparado”. De forma similar, cuando se les pregunta sobre su nivel de matemáticas, ninguno de los alumnos ha seleccionado la respuesta “muy alto”, y solamente 6 alumnos lo califican de alto. Las gráficas de la Figura 2(a) y 2(b) muestran los porcentajes correspondientes a cada respuesta, agrupados por procedencia.

Si contrastamos el número de ejercicios que han resuelto correctamente con su percepción de preparación y nivel en matemáticas, advertimos una sobrevaloración de su conocimiento. En las gráficas de la Figura 3(a) y 3(b), se observa que los alumnos que juzgan que tiene una preparación bastante buena, han obtenido una media de 3 ejercicios resueltos, y que aquellos que juzgan que su nivel de matemáticas es alto, han resuelto correctamente una media de 2.5 ejercicios de los 8 propuestos.

De forma adicional a los resultados anteriores, re-

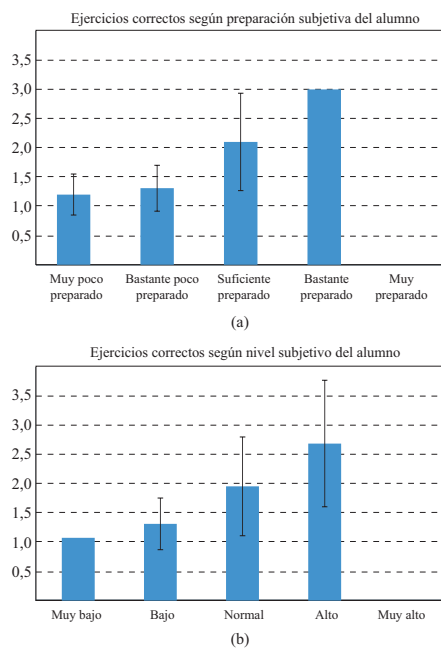


Figura 3: Ejercicios correctos según (a) Preparación subjetiva del alumno y (b) Nivel subjetivo del alumno.

sulta interesante saber cuál es la opinión que tiene el alumno respecto a la responsabilidad personal y de las entidades educativas en la adquisición de nivel. La pregunta 4 del cuestionario está dedicada al estudio de este aspecto específico. La Figura 4 muestra los resultados a esta pregunta según la procedencia de los alumnos. Puede observarse que, para los alumnos de Bachiller, la mayor responsabilidad la tienen los centros de educación Secundaria (43%), seguidos de los propios alumnos (33%) y de la Universidad (18%). Este resultado contrasta con el caso de los alumnos de Ciclos Formativos/FP, ya que la gran mayoría opina que la mayor responsabilidad la tiene el propio alumno (45%), seguido de la Universidad (27%) y de los centros de Secundaria (16%). Tanto en el caso de

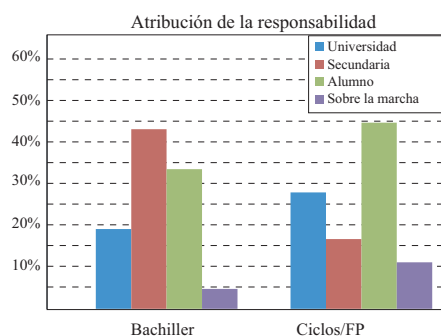


Figura 4: Atribución de la responsabilidad de adquisición de nivel por parte del alumno según su procedencia.

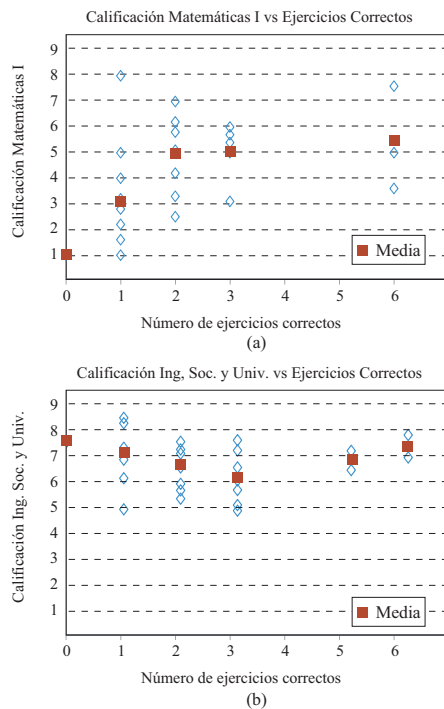


Figura 5: Percepción del alumno sobre su conocimiento según su procedencia. (a) Preparación subjetiva para afrontar los estudios universitarios. (b) Calificación subjetiva de su propio nivel.

Bachiller como en el de Ciclos, es un número reducido de alumnos los que opinan que el nivel en matemáticas puede adquirirse sobre la marcha a lo largo de los estudios universitarios, por encima de la posible responsabilidad que puedan tener los centros o el propio alumno en el nivel con el que comienzan los estudios universitarios.

### 3.3. Influencia del conocimiento de partida sobre su rendimiento universitario

Otro resultado interesante es la influencia del resultado del test en sus calificaciones universitarias. Para ello, hemos contemplado dos asignaturas de características dispares: Matemáticas I e Informática, Sociedad y Universidad. La asignatura Matemáticas I es la primera asignatura de formación básica dedicada al estudio de las matemáticas que han de afrontar los estudiantes de primer curso. Con una carga de 6 ECTS, la asignatura está diseñada para suplir carencias en el conocimiento matemático de muchos alumnos que han accedido a la universidad sin estudiar Matemáticas en segundo de Bachiller. Además, sirve de base para estudiar conceptos más avanzados en las asignaturas Matemáticas II y Matemáticas III, ambas en el segundo cuatrimestre

del primer curso. Los contenidos de la asignatura son álgebra lineal, cálculo diferencial e integral de una variable y estadística. Por otro lado, la asignatura Ingeniería, Sociedad y Universidad, es una asignatura obligatoria de primer curso enfocada a facilitar la incorporación de los estudiantes a la universidad, dotándolos de conocimientos y herramientas que les faciliten la transición desde los estudios secundarios a los universitarios. Además de ofrecer una visión general de la universidad y de la ingeniería, es una asignatura que comprende varias actividades de mentorización dirigidas al desarrollo de competencias transversales, como la planificación del tiempo y técnicas de estudio, el trabajo en equipo, y el manejo de tecnologías para el desarrollo de sus estudios.

En cuanto a Matemáticas I, la Figura 5(a) muestra un gráfico de dispersión que relaciona el número de ejercicios correctamente resueltos en la prueba de nivel realizada a principio de curso con las calificaciones que figuran en el acta de primera convocatoria de la asignatura Matemáticas I. Los cuadros rojos muestran la media de calificaciones obtenidas en la asignatura en función del número de ejercicios resueltos correctamente en la prueba inicial. En este caso, puede observarse claramente una relación logarítmica, que sugiere que el conocimiento inicial constituye un indicador aceptable del rendimiento académico en esta asignatura. Estos datos son especialmente relevantes, ya que interpretándolos conjuntamente con los datos anteriores, indican una mejora sustancial y casi lineal del rendimiento académico conforme mejora la base matemática inicial. Esta relación lineal se mantiene hasta alcanzar un mínimo de, aproximadamente, 2 ejercicios correctos. A partir de este punto, los resultados únicamente mejoran ligeramente.

Sin embargo, la misma observación en la asignatura Informática, Sociedad y Universidad conduce a resultados muy diferentes. Dichos resultados se expresan en el mismo formato en la Figura 5(b). En este caso, no se observa ninguna relación relevante entre las calificaciones obtenidas en la prueba inicial y las calificaciones que figuran en el acta de la asignatura.

## 4. Conclusiones

En este artículo, hemos descrito un estudio realizado con el fin de evaluar el nivel de matemáticas de los alumnos de nuevo ingreso en el Grado en ingeniería Informática. Además, se han estudiado las diferencias existentes entre alumnos procedentes de Bachillerato y de Ciclos Formativos, contrastando datos objetivos con su propia percepción de nivel. Finalmente, se ha estudiado la influencia de su nivel inicial en su rendimiento académico.

Como primer resultado de importancia, se ha obser-

vado un nivel insuficiente en el nivel de matemáticas de los alumnos de nuevo ingreso. Además, este nivel es sustancialmente inferior entre los alumnos procedentes de Ciclos Formativos. Como dato relevante, ninguno de estos alumnos ha sido capaz de resolver la multiplicación de dos números complejos expresados en forma cartesiana, y solo uno de los 18 que han formado parte del estudio ha sido capaz de resolver un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas. Además, ninguno de los alumnos de Ciclos Formativos ha sido capaz de resolver alguno de los cuatro ejercicios relacionados con la derivación y la integración. Como segundo resultado a destacar, se observa una sobrestimación del alumnado sobre su propio nivel de matemáticas y preparación para afrontar la universidad. En concreto, los alumnos que consideran que tienen un nivel alto de matemáticas han conseguido resolver correctamente una media de 2,5 ejercicios, de los 8 que comprendían la prueba. Por último, el análisis realizado revela que el nivel de matemáticas de entrada tiene una influencia sustancial sobre las calificaciones obtenidas en la asignatura Matemáticas I, pero no sobre los obtenidos en Ingeniería, Sociedad y Universidad. Sin duda, sería interesante estudiar si los resultados son extensibles a otras asignaturas de naturaleza diferente a las estudiadas. En particular, sería especialmente interesante el estudio del impacto del nivel inicial de matemáticas en asignaturas de programación.

## Referencias

- [1] Alan Agresti and Brent A. Coull. Approximate is better than exact for interval estimation of binomial proportions. *The American Statistician*, 52:119–126, 1998.
- [2] Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. La actividad matemática en España: un presente brillante y un futuro sombrío. Disponible en web<sup>1</sup>, 2003. Consultado en febrero de 2013.
- [3] Ministerio de Educación Política Social y Deporte. Informe PISA 2003: matemáticas (informe español). Disponible en web<sup>2</sup>, 2008.
- [4] Julio Antonio González-Pienda, José Carlos Núñez, Luis Alvarez, Paloma González, Soledad González-Pumariega, and Cristina Rocés. ¿cómo explicar tanto fracaso en el aprendizaje de las matemáticas? *Revista Galego-Portuguesa de Psicología e Educación*, 10(8):349–358, 2003.
- [5] Natalia Ruiz López and José Bosch Betancor. La educación matemática en España. *Práxis Educativa*, 2(2):151–160, 2007.

---

<sup>1</sup><http://www.rac.es/ficheros/doc/00188.pdf>

<sup>2</sup><http://www.mecd.gob.es/>