

## Diagnóstico estadístico del conocimiento previo y de la evolución del aprendizaje transdisciplinar de las Ciencias Naturales en los Grados en Educación de una universidad pública española

Arcadio Sotto Díaz <sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-7145-9543>

Pablo Melón Jiménez <sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-1242-0243>

Jesús María Arsuaga Ferreras <sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-7062-5688>

Sergio Román Aliste <sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-1225-0122>

<sup>1</sup> Universidad Rey Juan Carlos (URJC), España

**Resumen.** Este estudio consiste en un diagnóstico sobre el estado de los conocimientos previos (CP) de los estudiantes que acceden al grado en Educación Primaria (GEP) impartido en la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) a través de una serie de cuestionarios centrados en las principales disciplinas que tradicionalmente conforman las Ciencias Naturales: Biología, Geología, Física y Química. A partir de dichos datos, se establece una comparativa entre los mismos y los resultados académicos (RA) posteriores que obtienen los estudiantes tras haber cursado las asignaturas del ámbito de las Ciencias Naturales en el GEP. Los resultados muestran una correlación entre los resultados obtenidos por los estudiantes en los Cuestionarios de Conocimientos Previos (CP) y los resultados académicos (RA). La tasa de mejora es de un 67% para el conjunto de las disciplinas analizadas, lo que se traduce en una mejora de 4,5 puntos en los RA frente a los CP. Se aprecia una correlación para la Química, la Biología y el conjunto Global de las Ciencias por lo que se puede inferir, según el contraste de hipótesis, cuál será la tasa de mejora de los estudiantes en estas disciplinas a partir del análisis de sus resultados en los cuestionarios de CP.

**Palabras clave:** STEM; conocimientos previos; resultados de aprendizaje; multidisciplinariedad.

**Diagnóstico estatístico do conhecimento prévio e a evolução da aprendizagem transdisciplinar das Ciências Naturais nas Graduações em Educação de uma universidade particular espanhola**

**Resumo.** Este estudo consiste em um diagnóstico do estado do conhecimento prévio (CP) dos alunos que ingressam no curso de Educação Primária (GEP) ministrado na Universidad Rey Juan Carlos (URJC) por meio de uma série de questionários focados nas principais disciplinas que tradicionalmente compõem as Ciências Naturais: Biologia, Geologia, Física e Química. Com base nesses dados, é feita uma comparação entre eles e os resultados acadêmicos (RA) subsequentes obtidos pelos alunos após terem cursado as disciplinas da área de Ciências Naturais no GEP. Os resultados mostram uma correlação entre os resultados obtidos pelos alunos nos Questionários de Conhecimento Prévio (PC) e os resultados acadêmicos (AR). A taxa de melhoria é de 67% para todas as disciplinas analisadas, o que se traduz em uma melhoria de 4,5 pontos nos RAs em comparação com os PCs. Pode-se observar uma correlação para Química, Biologia e o conjunto geral de Ciências, de modo que se pode inferir, de acordo com o teste de hipótese, qual será a taxa de melhoria dos alunos nessas disciplinas com base na análise de seus resultados nos questionários de CP.

**Palavras chave:** STEM; conhecimento prévio; resultados de aprendizagem; multidisciplinaridade.

**Statistical diagnosis of prior knowledge and the evolution of transdisciplinary learning of Natural Sciences in the Education Degrees of a Spanish public university**

**Abstract.** This study shows a diagnosis of the state of the previous knowledge (CP) of students entering the degree in Primary Education (GEP) taught at the Universidad Rey Juan Carlos (URJC) through a series of questionnaires focused on the main disciplines that traditionally make up the Natural Sciences: Biology, Geology, Physics and Chemistry. Based on these data, a comparison between them is made and the subsequent academic results (RA) obtained by the students after having taken the subjects in the field of Didactics of Natural Sciences in the GEP. The improvement rate is 67% for all the disciplines analysed, which translates into an improvement of 4.5 points out of 10 in the RA with respect to the CP. The analysis shows that there is a significant correlation between the results obtained by the students in the CP questionnaires and the RA for the disciplines of Chemistry, Biology and the multidisciplinary group of experimental sciences. Consequently, it can be inferred, according to the hypothesis test, what the rate of improvement of the students in these disciplines will be from the analysis of their results in the CP questionnaires

**Keywords:** STEM; prior knowledge; learning outcomes; multidisciplinary; multidisciplinary.

## 1. Introducción

Gran parte de la comunidad académica reconoce la enorme influencia que tienen los CP en el contexto educativo y particularmente en relación con las Ciencias Naturales, que son parte nuclear del ámbito STEM, sobre el rendimiento académico de los estudiantes que cursan asignaturas afines en el GEP. La importancia que tiene la formación previa en el proceso de enseñanza-aprendizaje ha sido objeto de múltiples estudios desde hace décadas en muy diversos ámbitos educativos (Navarro-Medina, 2014; Cortés et al., 2015; García et al., 2017; Brígido et al. (2010)).

A partir de la teoría constructivista impulsada por Piaget, Vygotsky y Ausubel se puede afirmar que “el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano que se realiza con los esquemas que la persona ya posee (conocimientos previos), es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que lo rodea” (Esquivel, 2007). Por tanto, no solo podemos afirmar que la formación previa tiene una importante influencia en el proceso de aprendizaje, sino también las ideas y concepciones previas (sean o no correctas) que poseen los estudiantes al inicio de su proceso educativo.

Los principios que propone Ausubel en la teoría del aprendizaje significativo establecen que en el proceso de orientación del aprendizaje “es de vital importancia conocer la estructura cognitiva del alumno; no sólo se trata de saber la cantidad de información que posee, sino cuales son los conceptos y proposiciones que maneja, así como de su grado de estabilidad.” (Ausubel, 1983). Para poder alcanzar el denominado aprendizaje significativo, es fundamental que el estudiante disponga de los conocimientos necesarios que cimentan la base desde la que se construirá el nuevo conocimiento. En palabras de Sangucho y Aillón (2020) en ocasiones “el alumno carece de conocimientos previos relevantes y necesarios para hacer que la tarea de aprendizaje sea potencialmente significativa”. Esto queda bien ejemplificado por el autor con la expresión “una ley física puede ser aprendida significativamente sin necesidad de ser descubierta por el alumno, está puede ser oída, comprendida y usada significativamente, siempre que exista en su estructura cognitiva los conocimientos previos apropiados”. De esta forma, se pone de manifiesto que para que los estudiantes consigan un aprendizaje significativo, es fundamental analizar previamente cuáles son sus conocimientos respecto a la cuestión y, en consecuencia, elaborar un método que le permita construir el nuevo conocimiento a partir de sus experiencias previas.

Ausubel, 1983) también hace referencia a la necesidad de relacionar aquello que va a ser aprendido con lo que ya se conoce a través de la conexión con los conceptos e ideas relevantes y aprendidos por el discente con anterioridad. Así, el aprendizaje no se realiza de manera mecánica ya que los nuevos conceptos obtienen un significado y se integran dentro de la organización cognoscitiva del estudiante. De esta forma, Ausubel sostiene que la mejor enseñanza es la significativa dado que mejora y facilita la retención de los conceptos aprendidos, lo que hace necesario que existan materiales explicativos y que los alumnos estén predispuestos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por su parte, Sangucho y Aillón (2020) establecen la importancia de alcanzar un equilibrio entre los CP y los retos que se le plantean al alumno, puesto que si estos no están adecuadamente compensados podrían hacer que la actividad no fuese satisfactoria, generando frustración en lugar de aprendizaje.

Por otra parte, diversos autores hacen referencia a la denominada hipótesis de selección negativa (Guarino et al., 2006; Denzler y Wolter, 2009; Brand y Xie, 2010; Han, 2018). Esta controvertida hipótesis supone que aquellos estudiantes que eligen la profesión docente acostumburan a tener índices menos favorables en referencia a variables cognitivas que aquellos que estudian otras ramas de conocimiento (Henoch et al., 2014; Hanushek y Pace, 1995). Esta hipótesis podría tener reflejo en el perfil formativo de los estudiantes que acceden al GEP en España, donde sus competencias en el ámbito STEM son en promedio algo inferiores a las del conjunto de los estudiantes universitarios. En este sentido, destaca cómo en el caso del GEP de la URJC, más de un 75% de los estudiantes acceden desde un bachillerato especializado en Artes, Humanidades o Ciencias Sociales o a través de otros estudios alternativos como ciclos formativos de grado superior que se relacionan en menor medida con el mencionado ámbito (Melón et al., 2022). Así, para el conjunto de las universidades españolas, en promedio, un 25,34% de los estudiantes acceden al sistema universitario a través de un Bachillerato Científico-Tecnológico (Asensio et al., 2022). También en el estudio de Asensio et al. (2022) se ha detectado que la media ponderada en el nivel académico de entrada a la universidad en las cuatro promociones de maestros entre los años 2014 y 2017 es de 5,782 puntos. Esta nota media también proporciona una idea del bajo nivel formativo de muchos de los estudiantes que ingresan en los GEP en España.

El profesorado de Educación Primaria (EP) juega un decisivo papel a la hora tanto de transmitir conocimientos STEM al alumnado de dicha etapa como de estimular su interés por las disciplinas del ámbito. Diversos estudios muestran cómo la pérdida de vocaciones científicas, particularmente entre las niñas, ocurre en ocasiones en etapas educativas tempranas, o sea, Educación Infantil y Primaria (Chen et al., 2022; Martín-Gámez et al., 2018; Heaverlo, 2011; Zacharia et al., 2020). Esto podría estar relacionado, al menos en parte, con la insuficiente idoneidad de los docentes para transmitir los conocimientos adecuados y utilizar las herramientas disponibles para fomentar un aprendizaje significativo de estas disciplinas en los discentes. En este sentido, queda patente cómo la formación que reciben los estudiantes de los GEP resulta fundamental de cara a su futuro desarrollo (Estévez-Mauriz y Baelo, 2021; Arabit y Prendes, 2020). Así, el nivel de conocimientos previos de los estudiantes que acceden a los GEP es un indicador de su capacidad para desarrollar contenidos STEM en el aula. De hecho, Toma y Retana-Alvarado (2021) apuntan también a “la importancia de abordar durante su formación inicial sus modelos mentales de la educación STEM, estableciendo espacios de reflexión y de práctica educativa que permitan reconsiderar sus propias conceptualizaciones”.

Este estudio pretende, a la vista de todo lo anterior, realizar un diagnóstico estadístico de las relaciones existentes entre los resultados que obtienen los estudiantes en los cuestionarios de CP en comparación con los RA que alcanzan en las asignaturas del ámbito científico que se imparten en el GEP en la URJC.

## 2. Objetivos del estudio

El objetivo general que persigue este estudio es la caracterización del nivel formativo con que los estudiantes ingresan en el GEP a través de una serie de cuestionarios de conocimientos previos (CP) basados en las cuatro grandes disciplinas

que integran las denominadas ciencias experimentales. El grado de acierto en las respuestas a estos cuestionarios de CP se compara con los resultados académicos (RA) obtenidos por los estudiantes tras cursar las asignaturas vinculadas al ámbito de las ciencias experimentales, permitiendo interpretar la evolución de los estudiantes en su paso por el GEP.

Como objetivos específicos se persiguen los siguientes:

- Estudiar las diferencias en cuanto al nivel formativo de los participantes en función de las diferentes materias analizadas.
- Establecer la evolución general que siguen los estudiantes de los GEP en la URJC y buscar modelos que permitan interpretar los resultados y tratar de comprender las causas que producen estos comportamientos.

### 3. Metodología

#### 3.1 Muestra

En este estudio se ha trabajado con 310 estudiantes, 165 mujeres y 145 hombres, analizándose los resultados obtenidos a lo largo de tres cursos académicos consecutivos, desde 2017-2018 a 2019-2020, correspondiendo a cada curso 107, 105 y 98 estudiantes, respectivamente. Como regla general, los participantes han completado los cuestionarios de CP al inicio del tercer curso académico del grado, con una edad comprendida entre los 20 y los 30 años, siendo la mediana de 21,8 años y la media de edad de 23,3 años.

#### 3.2 Instrumento

Los cuestionarios sobre conocimientos previos se han diseñado sobre la base de esquemas similares a los utilizados en los informes PISA, incluyendo cuestiones relativas a las principales disciplinas científicas (Física, Química, Biología y Geología). Todos los cuestionarios cuentan con entre 10 y 20 preguntas cortas relacionadas con los fundamentos de las diferentes asignaturas. Estas preguntas incluyen cuestiones básicas como “Indique dos tipos de fuentes de energía renovables y dos no renovables”, pero también preguntas más especializadas como “Escriba la ecuación ajustada de una reacción química que conozca”.

En el diseño de los cuestionarios, que han sido validados por expertos tanto en las disciplinas científicas como en la didáctica de las ciencias experimentales, se han tenido en cuenta los tres tipos principales de conocimiento científico, según lo habitualmente establecido para este tipo de pruebas de evaluación:

- *Conocimiento conceptual*. Conocimiento de los contenidos relacionados con las Ciencias Experimentales.
- *Conocimiento procedimental*. Conocimiento de la variedad de técnicas y prácticas que se utilizan para establecer el conocimiento científico, así como sus procedimientos modelo.
- *Conocimiento epistémico*. Conocimiento que se basa en cómo las creencias que tenemos en la Ciencia son el resultado de comprender las funciones de las prácticas científicas, sus justificaciones y el significado de términos como teoría, hipótesis y observación.

### 3.3 Procedimiento y análisis

En este trabajo de carácter cuantitativo, el tratamiento estadístico se ha realizado mediante un análisis de correlación entre los resultados de los cuestionarios de CP y los RA obtenidos en las asignaturas propias del área de conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales impartidas en los GEP en la URJC.

El análisis de los datos se ha llevado a cabo mediante las herramientas de software SPSS y Microsoft Excel. Se ha realizado un estudio comparativo entre los CP en ciencias naturales y los RA de evaluación en las disciplinas vinculadas, buscando posibles correlaciones entre ambas bases de datos.

Las variables analizadas se describen a continuación:

- Puntuaciones en los cuestionarios de CP.
- Puntuaciones obtenidas en los RA.
- p-valores asociados al análisis de cada disciplina.
- Coeficientes de correlación.
- Tipo de modelo (lineal o no lineal)

## 4. Resultados

La comparación de los datos que se extraen de las respuestas a los cuestionarios de CP y de los RA permite establecer un análisis comparado entre ellos en términos de dispersión y calidad de los resultados. De esta forma, se puede estimar el grado de desarrollo competencial entre los conocimientos previos y los resultados del aprendizaje en términos numéricos, para los estudiantes que cursan el GEP en el ámbito científico en el marco STEM.

En la Figura 1 se presentan dos diagramas de caja y bigotes con las puntuaciones obtenidas por los estudiantes para el conjunto de los cuestionarios de conocimientos previos y de los resultados de aprendizaje.

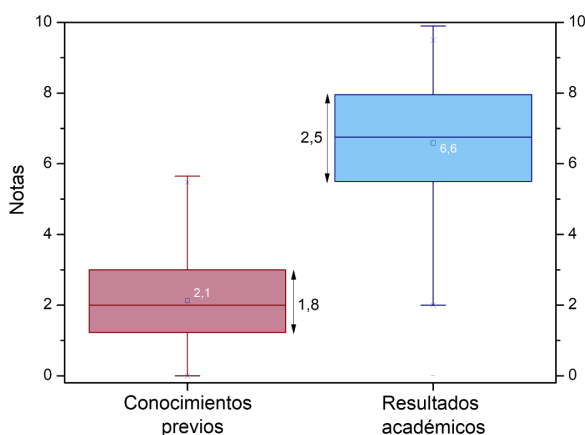
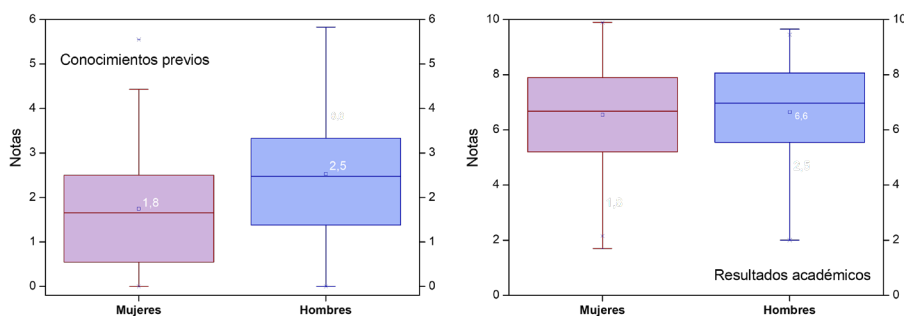


Figura 1. Diagramas de caja y bigotes de las puntuaciones obtenidas en los cuestionarios de conocimientos previos (CP) y las notas correspondientes a los resultados académicos (RA) para el conjunto de los estudiantes objeto de este estudio.

Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, se observa en la Figura 1 que, como regla general, las puntuaciones globales obtenidas por los estudiantes en los cuestionarios de CP para las asignaturas analizadas son muy bajas, quedando por debajo de 3 puntos sobre 10 posibles. Sin embargo, se aprecia un aumento significativo de la nota media obtenida al comparar ambas pruebas, de manera que la cifra se triplica, pasando su valor medio de 2,1 puntos a 6,6. La variabilidad o dispersión de las notas también aumenta (1,8 a 2,5). Inicialmente, el 50% de las notas estaba entre 1 y 3 puntos, sin embargo, en los resultados académicos se sitúan entre 5,5 y 8 puntos. El rango intercuartílico (RIC) se amplía en un 28% del valor inicial.

Atendiendo al sexo de los estudiantes, se aprecian algunas ligeras diferencias en los resultados de los cuestionarios de CP, tal como muestra la Figura 2. En cambio, los RA de ambos grupos se equiparan en las pruebas finales. El comportamiento de dispersión de las notas es también similar para ambos sexos. En todo caso, no existe una diferencia estadísticamente significativa ni en las calificaciones de los cuestionarios de CP ni, especialmente, en los resultados académicos finales que obtienen hombres y mujeres.



**Figura 2.** Diagramas de caja y bigotes para las notas obtenidas en la prueba de Conocimientos previos y en los Resultados académicos desagregadas por sexo. Fuente: elaboración propia.

La Figura 3 muestra a través de diagramas de barras la distribución de las calificaciones obtenidas tanto en los cuestionarios de CP y como extraídas de los RA. Se observa claramente que el comportamiento de los CP sigue una distribución normal donde la media y la mediana son cercanas a 2 puntos. En cambio, dicha distribución desaparece para los RA, mostrando una asimetría sesgada hacia valores superiores. Esta asimetría se traduce en que un mayor número de estudiantes (moda) obtienen resultados por encima de la mediana del grupo, que a su vez es mayor que la media.

Globalmente, el desplazamiento de la frecuencia de los datos hacia notas más elevadas indica una diferencia de más de 5 puntos entre los valores modales y promedio cuando se comparan ambas distribuciones.

Para analizar con más detalle la evolución académica de los estudiantes, en la Figura 4 se muestra la distribución de las notas finales que indican sus RA, subordinadas o agrupadas de acuerdo con la puntuación inicial que habían obtenido en los cuestionarios de CP.

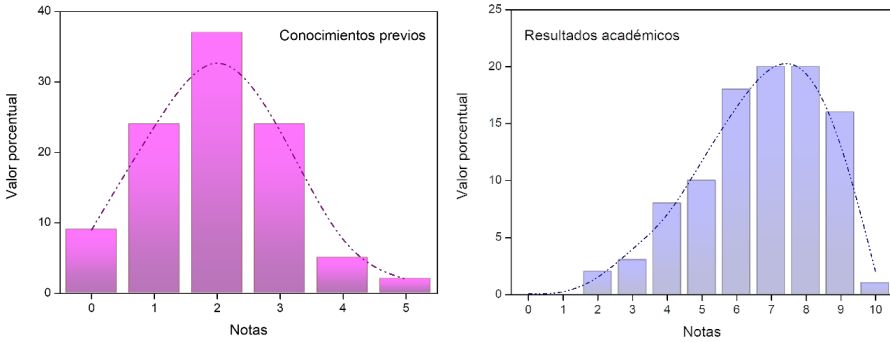


Figura 3. Diagramas de barras que muestran la distribución de las puntuaciones obtenidas en los cuestionarios de CP (izquierda) y los RA (derecha). Fuente: elaboración propia.

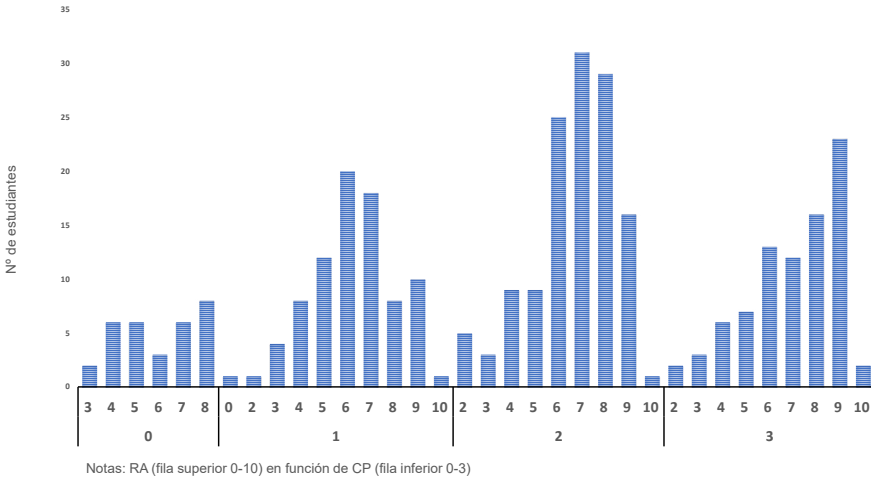


Figura 4. Calificaciones finales (RA) agrupadas según la puntuación inicial (CP). La altura de las barras verticales representa el número de estudiantes que han obtenido cada puntuación. Fuente: elaboración propia.

A medida que la puntuación inicial (CP) aumenta, el perfil de distribución de frecuencias de los RA experimenta una sensible modificación pasando de un comportamiento casi uniforme para la nota más baja (valor 0) hasta un crecimiento de tipo exponencial de las frecuencias para la nota más alta (valor 3). En concreto, para la serie de valores iniciales (0, 1, 2 y 3) se aprecia la siguiente sucesión en la distribución de frecuencias:

uniforme → gaussiana → con asimetría negativa → exponencial

El visible desplazamiento de las distribuciones de frecuencia, que se desplazan hacia la derecha de manera secuencial al aumento de las notas obtenidas en los cuestionarios de CP, evidencia el profundo condicionante que los conocimientos previos suponen en la evolución académica posterior de los estudiantes en cuanto a las asignaturas relacionadas con las Ciencias Naturales.

Con el fin de investigar la posible no-homogeneidad del comportamiento estadístico de las puntuaciones de cada una de las disciplinas científicas, en primer lugar la Figura 5 muestra en forma de diagrama de barras las notas medias desagregadas. Es patente el aumento significativo que se produce para todas las disciplinas analizadas al comparar los promedios de CP y RA.

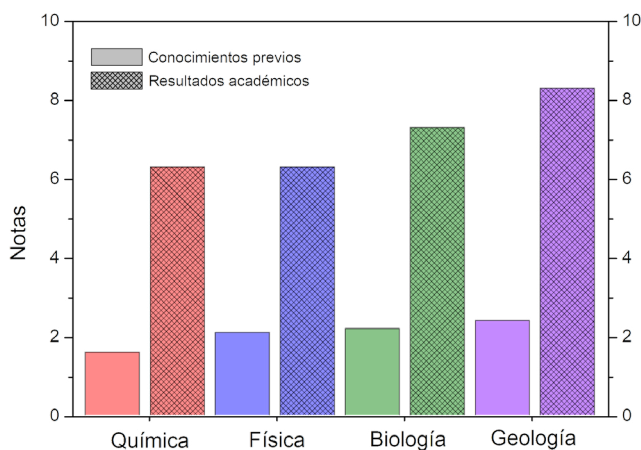


Figura 5. Diagramas de barras con las puntuaciones medias obtenidas por los estudiantes en los cuestionarios de CP y en los RA desagregadas por disciplinas científicas.

Fuente: elaboración propia.

Para profundizar en este análisis por disciplinas, resulta muy útil estudiar la tasa de aprobados que es una variable interesante para describir el nivel global de conocimientos previos de los estudiantes de los grados en EP. Esta tasa se determina como el porcentaje de estudiantes que obtienen en el cuestionario CP al menos 5 sobre 10. Para Física, la tasa de aprobados es del 4,14% y para Biología es del 1,75%. Para Química es de un 1,63% mientras que en el caso de la Geología no aprueba ningún estudiante. Estos resultados indican que los estudiantes poseen un muy bajo nivel de conocimientos relacionados con las Ciencias Experimentales y particularmente en Química y Geología. Sin embargo, en esta última disciplina se produce la mayor diferencia y, por tanto, la mayor tasa de mejora del aprendizaje de las asignaturas analizadas.

En cuanto al estudio del tipo de distribución de las puntuaciones desglosadas por disciplinas, en la Figura 6 se utilizan diagramas de caja y bigotes, tanto para CP como para RA. Se incluyen, además, los valores numéricos que corresponden a algunos de los parámetros estadísticos más habituales que caracterizan a cada una de las distribuciones estudiadas.



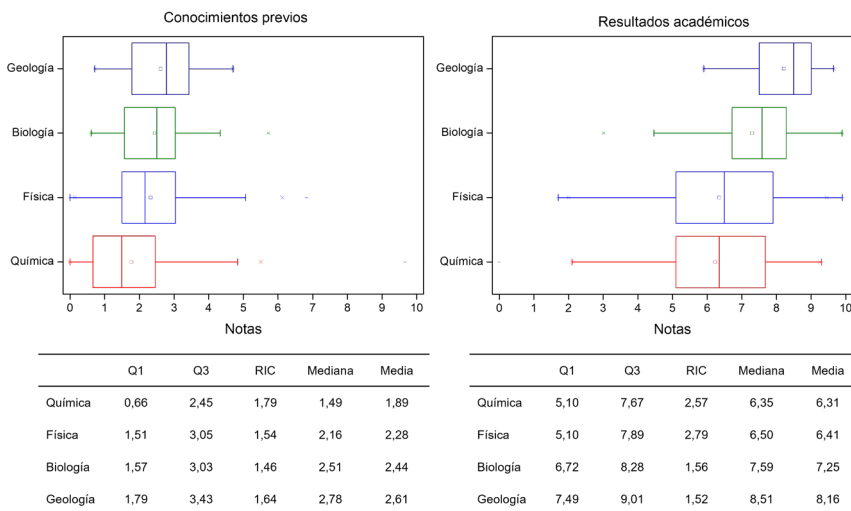
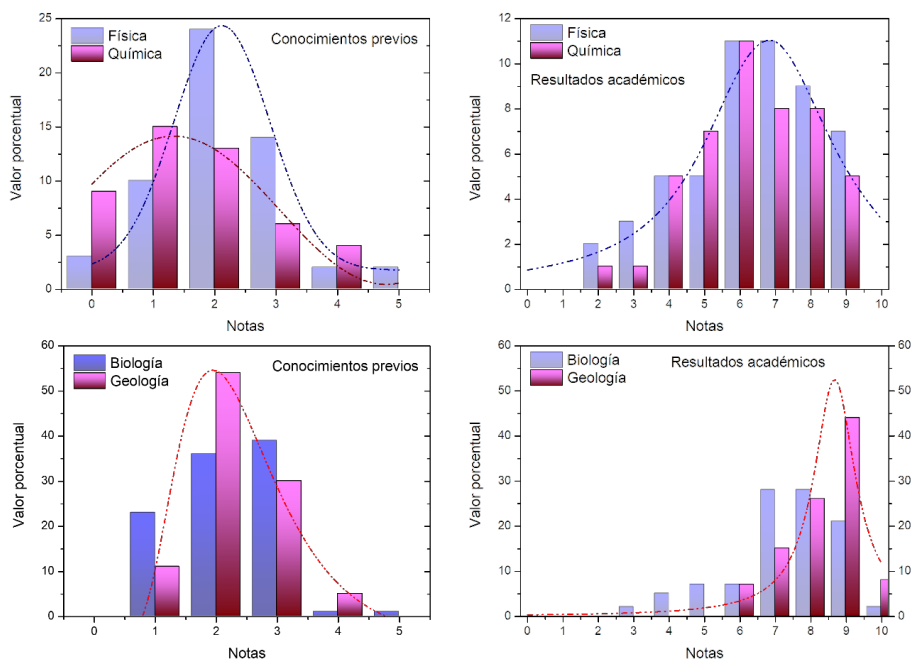


Figura 6. Diagramas de caja y bigotes que representan el comportamiento de las distribuciones de puntuaciones de CP y RA en cada una de las diferentes disciplinas analizadas. Los valores de los parámetros estadísticos asociados a las distribuciones se pueden observar en forma de tabla bajo la figura.  
Fuente: elaboración propia.

Cuando se aplica un test de rangos múltiples (MRT) a la variable (CP + asignatura) se comprueba que la disciplina o asignatura de Química posee un comportamiento diferente al de las otras tres, ya que la comparación múltiple identifica claramente dos grupos homogéneos. Las diferencias numéricas observadas para las medias de intervalos obtenidos se han combinado estadísticamente a través del procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Sin embargo, este mismo análisis aplicado a la variable (RA + asignatura) diferenció hasta tres grupos homogéneos: uno común para Física y Química y otros dos significativamente distintos para Biología y Geología.

Se puede afirmar, por tanto, que, a pesar del comportamiento desigual de las distribuciones de Química y Física en las puntuaciones CP, los RA finales muestran una conducta similar. Por el contrario, la similitud inicial obtenida para Biología y Geología desaparece finalmente en los RA. La Figura 7 ilustra esta situación mostrando el comportamiento no homogéneo de las distribuciones CP en Física y Química y su posterior homogeneidad en los RA. De la misma forma, el comportamiento homogéneo observado inicialmente en el grupo de Biología y Geología para CP desaparece finalmente en la distribución RA.

Las Figuras 6 y 7 muestran claramente que no hay una equivalencia entre el nivel de conocimientos previos de los estudiantes y sus calificaciones posteriores. De hecho, la media para los cuestionarios de conocimientos previos es globalmente de 2,1 (sobre 10) mientras que la media para los exámenes es del 6,6 (sobre 10), alcanzando una tasa media de mejora de unos 4,5 puntos.



**Figura 7.** Comparación de las distribuciones de puntuaciones obtenidas en los cuestionarios de conocimientos previos y los resultados académicos. Las cuatro disciplinas se han agrupado por parejas (Física/Química y Biología/Geología).

Fuente: elaboración propia.

El significativo incremento en las puntuaciones se aprecia individualmente en cada una de las disciplinas analizadas, aunque en el caso de Biología y especialmente Geología, la mejora es más acusada, siendo la distribución de puntuaciones RA leptocúrtica y con asimetría negativa. En comparación, para la Física y la Química se puede ver que la distribución es mesocúrtica para ambas disciplinas y con una asimetría menos marcada. Un aspecto que resulta especialmente llamativo de la Figura 7 es el cambio desde distribuciones con asimetría positiva en los cuestionarios de CP hasta distribuciones con asimetría claramente negativa para los RA.

Para completar el análisis estadístico, en la Tabla 1 aparecen representados los p-valores obtenidos para cada una de las disciplinas estudiadas en función de la correlación entre los CP y los RA. Esta variable estadística calculada a través del contraste de hipótesis permite discernir si la distribución tiene un comportamiento estadísticamente representativo o si por el contrario la distribución es únicamente fruto del azar. En el caso de las disciplinas analizadas a partir del p-valor obtenido, se puede afirmar que mientras en la Física y la Geología los resultados no son estadísticamente representativos, en el caso de la Química, la Biología y el conjunto Global para las Ciencias, los resultados sí son representativos, arrojando siempre valores menores de 0,05 que indican la existencia de una diferencia significativa.

**Tabla 1.** Análisis del p-valor asociado a la correlación entre los CP y los RA para cada una de las disciplinas analizadas en el estudio.

	Química	Física	Biología	Geología	Global Ciencias
p-valor	0,0160	0,1036	0,0093	0,1597	0,0056

Fuente: elaboración propia.

A partir del diagnóstico realizado para estas disciplinas y su conjunto, es posible predecir el comportamiento que tendrán los grupos en el futuro con rigor estadístico. Esto es aplicable a los resultados obtenidos para el Global de Ciencias y particularmente en el caso de la Biología y la Química.

## 5. Discusión

En primer lugar, resulta evidente que los insuficientes conocimientos previos y el bajo nivel formativo en el ámbito de las ciencias experimentales antes del acceder al GEP determina el progreso académico de los estudiantes en las disciplinas científicas. Por eso, es necesario implementar nuevas estrategias, herramientas y metodologías (cursos de iniciación a las ciencias y las matemáticas, nuevas menciones centradas en el ámbito STEM, etc.) para mejorar así el nivel de formación que en este ámbito reciben los estudiantes de los grados en EP en España y, particularmente, en la Comunidad de Madrid.

Aunque son múltiples las causas por las que las puntuaciones alcanzadas por los estudiantes en los cuestionarios de conocimientos previos son tan bajas, parece claro el problema fundamental está relacionado con el itinerario formativo previo con el que los estudiantes acceden a los grados en EP, que habitualmente muestran una deficiente preparación en ciencias y matemáticas. Sin duda, esto guarda relación tanto con la tradicional inclusión de los GEP dentro del ámbito de Ciencias Sociales como con la visión de que se trata de enseñanzas orientadas a estudiantes “de letras”.

Aunque estudios como el de [Marchesi et al. 2005](#) indican que los estudiantes de GEP se sienten capacitados para asumir la futura enseñanza de las ciencias en este nivel educativo, otros estudios ([Flores, 1999](#)) ya señalaban que esta autocomplacencia de los maestros en formación parte de un “optimismo no realista” que sobrestima sus capacidades docentes. Por otra parte, el trabajo de [Brígido et al. \(2010\)](#) también muestra que la mayoría de los estudiantes prefieren la enseñanza de contenidos de letras frente a los de las ciencias.

En este sentido, el análisis del perfil formativo en ciencias y matemáticas de los estudiantes que ingresan en los grados en EP puede ser muy útil en tres aspectos: para reafirmar la deficiente preparación con la que acceden los estudiantes, para ayudar a alcanzar una mejor comprensión de las causas que originan ese bajo nivel formativo que presentan en estos ámbitos y para concienciar a los propios estudiantes de sus carencias y de la necesidad que tienen de implicarse activamente en el proceso de aprendizaje.

Por otra parte, en este estudio se investiga si es posible establecer una predicción respecto a los RA que hipotéticamente podrían alcanzar los estudiantes de GEP partiendo de los resultados obtenidos en los cuestionarios de CP. La conclusión

es que esta hipótesis parece claramente aceptable en las disciplinas de Química y Biología y aproximadamente para el conjunto de las ciencias ( $p$ -valor  $\leq 0,05$ ). Esto resulta de especial interés, ya que proporciona una idea general del aumento en el rendimiento que pueden alcanzar los estudiantes antes de haber cursado alguna de las asignaturas relacionadas con las Ciencias Naturales. Sin embargo, en el caso de las Física y la Geología no es válido por ahora establecer una correlación estadística significativa ( $p$ -valor  $> 0,05$ ) por lo que no sería posible predecir su comportamiento en función de los resultados en los cuestionarios de CP. Como el estudio va a ser extendido temporalmente, estas predicciones serán validadas en cursos posteriores.

Dadas las carencias formativas previas de los estudiantes de GEP, la mejora de capacidades docentes en ciencias para por modificar la estructura de los grados a nivel nacional. La carga de trabajo relacionada con las ciencias y las matemáticas a lo largo del grado dista mucho de las futuras exigencias docentes que deben afrontar los profesores de primaria de acuerdo al currículo que prescribe la LOE en su versión actualizada por la LOMLOE (Melón et al., 2022). Sin una profunda adaptación del diseño actual del grado es casi imposible que se produzca una mejora considerable de la formación STEM de los futuros docentes. Otra solución que se propone para las carencias detectadas es la creación de nuevos “cursos cero” a nivel universitario que introduzcan conceptos clave en matemáticas y ciencias y que de este modo brinden los conocimientos necesarios para que los futuros maestros aborden el uso de las principales metodologías y herramientas disponibles en el ámbito STEM. En este sentido, las propuestas de Vidal et al., (2021) centradas en el marco de la formación continua del profesorado de Educación Primaria parecen consistentes a la hora de fomentar el intercambio de experiencias, el análisis y mejora de los recursos y metodologías empleadas en la enseñanza de las ciencias para conseguir así que el alumnado “aprenda ciencia haciendo ciencia”.

También existen otros problemas vinculados a la percepción de la esencia e importancia de los profesores de EP. Existe una idea común respecto a la percepción social de la Educación a nivel español y europeo. Mientras los profesores (en todos los niveles educativos) parecen percibir que la sociedad no los valora lo suficiente, múltiples estudios como el informe TALIS y el informe European Mindset revelan que la Educación es percibida por la sociedad como una de las más (o incluso la más) importante de las profesiones (Marcelo, 2011; Marchesi y Pérez, 2004; Marchesi et al. 2005). De cualquier forma, esta percepción no está acompañada de ningún incremento en la inversión que los estados y gobiernos proveen para el ámbito educativo, relegando la profesión docente a la mediocridad. No hay duda de la importancia que tiene el incremento de la inversión en educación para mejorar la calidad del proceso formativo y, en consecuencia, del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Como conclusión, resulta evidente que se debe mejorar notablemente la formación en ciencias naturales, y más genéricamente STEM, que se imparte en GEP para que en su futura actividad profesional en la etapa Primaria los egresados sean capaces de no solo de formar adecuadamente a sus estudiantes, sino también de estimular su interés por estas disciplinas, tal como reclama la sociedad. De esta manera se evitará, especialmente en el caso de las niñas, el desapego e incluso rechazo por las matemáticas y las ciencias que se detecta desde edades muy tempranas.

## Referencias

- Álvarez-Herrero, J. F. (2020). La competencia digital del alumnado universitario de educación ante el reto del cambio a modalidad de enseñanza online por la COVID-19. Estudio de caso sobre la efectividad de una formación previa. <http://hdl.handle.net/10553/76543>
- Arabit, J. y Prendes, M. P. (2020). Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación* 57, 107-128. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04>
- Asensio, I., Arroyo, D., Ruiz-Lázaro, J., Sánchez-Munilla, M., Ruiz de Miguel, C., Constante-Amores, A. y Navarro-Asencio, E. (2022). Perfil de acceso a la universidad de los maestros en España. *Educación XX1: revista de la Facultad de Educación*. <https://hdl.handle.net/11162/226284>
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10), 1-10.
- Brand, J. E. & Xie, Y. (2010). Who benefits most from college? Evidence for negative selection in heterogeneous economic returns to higher education. *American sociological review*, 75(2), 273-302. <https://doi.org/10.1177/0003122410363567>
- Brígido, M., Bermejo, M. L., Conde, M. D. C., Borrachero, A. B. y Mellado, V. (2010). *Estudio longitudinal de las emociones en Ciencias de estudiantes de Maestro*. <http://hdl.handle.net/2183/8418>
- Chen, J., Kolmos, A. & Clausen, N. R. (2022). Gender differences in engineering students' understanding of professional competences and career development in the transition from education to work. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09759-w>
- Cortés, A., Cano, J. y Orejudo, S. (2015). Competencias, valores laborales y formación previa antes y después del Practicum: un estudio con alumnado del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de la Universidad de Zaragoza. *Revista de Investigación en la Escuela*, 85, 19-32. <http://hdl.handle.net/11441/59715>
- Denzler, S. & Wolter, S. C. (2009). Sorting into teacher education: How the institutional setting matters. *Cambridge Journal of Education*, 39(4), 423-441. <https://doi.org/10.1080/03057640903352440>
- Esquivel, H. (2007). Ausubel, Piaget y Vygotsky. <https://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1H30Z7PXT-P3900-QS0/Piaget,%20Ausubel%20y%20Vygotsky.pdf>
- Estévez-Mauriz, L. & Baelo, R. (2021). How to Evaluate the STEM Curriculum in Spain?. *Mathematics*, 9(3), 236. <https://doi.org/10.3390/math9030236>
- Flores, P. (1999). Conocimiento profesional en el área de Didáctica de la Matemática, en el primer curso de la formación de maestros e educación primaria. En J. Carrillo y N. Climent (eds.), *Modelos de formación de maestros en Matemáticas* (pp. 91-110). Huelva: SP UHU
- García, A., Lías, A. I. y Martínez, M. (2017). Influencia de la Formación Previa en el Proceso de Integración en la Universidad. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (19), 41-49. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-99592017000100006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-99592017000100006&lng=es&nrm=iso)
- Guarino, C. M., Santibanez, L. & Daley, G. A. (2006). Teacher recruitment and retention: A review of the recent empirical literature. *Review of educational research*, 76(2), 173-208. <https://doi.org/10.3102/00346543076002173>
- Han, S. W. (2018). Who expects to become a teacher? The role of educational accountability policies in international perspective. *Teaching and Teacher Education*, 75, 141-152. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2018.06.012>
- Hanushek, E. A. & Pace, R. R. (1995). Who chooses to teach (and why)?. *Economics of education review*, 14(2), 101-117. [https://doi.org/10.1016/0272-7757\(95\)90392-L](https://doi.org/10.1016/0272-7757(95)90392-L)
- Heaverlo, C. (2011). *STEM development: A study of 6th-12th grade girls' interest and confidence in mathematics and science*. Iowa State University.

- Henoch, J. R., Klusmann, U. Lüdtkke, O. & Trautwein, U. (2015). Who becomes a teacher? Challenging the “negative selection” hypothesis. *Learning and Instruction*, 36, 46-56. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.11.005>
- Marcelo, C. (2011). La profesión docente en momentos de cambios: ¿qué nos dicen los estudios internacionales? *Participación educativa*, 16, 49-69. <http://hdl.handle.net/11441/31398>
- Marchesi, A. y Pérez, Eva M<sup>a</sup> (2004). *La situación profesional de los docentes*. Centro de Innovación Educativa CIE-FUHEM.
- Marchesi, A., Pérez, E. M. y Educativo, A. (2005). *Opinión de las familias sobre la calidad de la educación*. Centro de Innovación Educativa CIE-FUHEM.
- Martín-Gámez, C., Acebal, M. D. C. y Cansino-Herreros, C. E. (2018). ¿Utilizaría el profesorado de primaria en formación inicial la perspectiva STEM para trabajar cuestiones de género en el aula de ciencias? En *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: iluminando el cambio educativo*, Servizo de Publicacións, p. 1235-1240. <https://hdl.handle.net/10630/16459>
- Melón, P., Arsuaga, J. M. y Sotto, A. (2022). Influencia del perfil de acceso en el desarrollo académico de los estudiantes de los Grados en Educación Primaria de la URJC. In *Desarrollo y multidisciplinariedad para la formación de los futuros docentes* (pp. 189-210). La Muralla. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8659365>
- Navarro, E. (2014). Experiencia docente: trabajando objetivos y competencias en la formación previa del Grado de Educación Primaria. *Jornadas de Docencia Universitaria (2014)*, pp. 319-330. <https://hdl.handle.net/11441/131632>
- Sangucho, A. J. M. y Aillón, T. F. (2020). Gamificación como técnica didáctica en el aprendizaje de las Ciencias Naturales. *Innova research journal*, 5(3), 164-181. <https://doi.org/10.33890/innova.v5.n3.2020.1391>
- Toma, R. B. y Retana-Alvarado, D. A. (2021). Mejora de las concepciones de maestros en formación de la educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 15-33. <https://doi.org/10.35362/rie8714538>
- Vidal, M., Dapía, M. D. y Escudero, R. (2021). Usos y opiniones de los estudiantes de Educación Primaria sobre la metodología docente en la enseñanza de las ciencias. *Revista iberoamericana de Educación*. <https://doi.org/10.35362/rie8724469>
- Zacharia, Z. C., Hovardas, T., Xenofontos, N., Pavlou, I. & Irakleous, M. (2020). *Education and Employment of Women in Science, Technology and the Digital Economy, Including AI and Its Influence on Gender Equality*. European Parliament. <http://hdl.voced.edu.au/10707/561905>

#### Cómo citar en APA:

Sotto, A., Melón, P., Arsuaga, J. M. y Román, S. (2023). Diagnóstico estadístico del conocimiento previo y de la evolución del aprendizaje transdisciplinar de las Ciencias Naturales en los Grados en Educación de una universidad pública española. *Revista Iberoamericana de Educación*, 92(1), 47-60. <https://doi.org/10.35362/rie9215738>