

# **Determinantes en la elección de materias optativas de ciencias**

## **Determinants in the choice of non-compulsory science subjects**

*<https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2025-409-698>*

**Radu Bogdan Toma**

*<https://orcid.org/0000-0003-4846-7323>*

*Universidad de Burgos*

**Iraya Yáñez Pérez**

*<https://orcid.org/0000-0002-5260-2228>*

*Universidad de Burgos*

### **Resumen**

**Introducción:** La estructura curricular ofrece la opción de no cursar materias científicas en el último curso de la educación secundaria obligatoria. Esta decisión puede interrumpir prematuramente, alrededor de los 14-15 años, el contacto formal con estas disciplinas. Por tanto, resulta fundamental identificar a temprana edad los factores actitudinales que influyen en la elección de asignaturas optativas de ciencias. La presente investigación se enfoca en dos constructos clave: la percepción de dificultad y el coste asociado a las ciencias y a las matemáticas. **Metodología:** La muestra estuvo conformada por 214 estudiantes de 4º a 6º curso de educación primaria. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia para seleccionar a los participantes. Se aplicó un instrumento de tipo Likert, cuya validez y confiabilidad fueron evaluadas y resultaron adecuadas para la muestra actual. Los datos fueron analizados mediante estadística inferencial y un modelo de regresión logística jerárquica. **Resultados:** Un alto porcentaje de los estudiantes encuestados, que oscila entre el 60.2% y el 79.7% en función del curso escolar, muestra un bajo interés por elegir asignaturas de ciencias optativas durante la secundaria. La principal razón para esta baja intención es la percepción de dificultad asociada a estas disciplinas. De manera inesperada, el coste percibido de estudiar ciencias actúa como un factor que incrementa las intenciones de los estudiantes,

lo cual puede explicarse a través de diversas teorías, como la teoría de la expectativa-valor, la mentalidad de crecimiento o la teoría de la autodeterminación. En contraste, ni el coste ni la dificultad percibidos de las matemáticas influyen en las intenciones de los estudiantes de cursar esta área. Conclusiones: Estos hallazgos resultan desalentadores y ponen de manifiesto la urgencia de diseñar e implementar programas educativos focalizados en la etapa de educación primaria para abordar y revertir esta situación.

*Palabras clave:* actitud del alumno, dificultad de aprendizaje, ciencias de la naturaleza, matemáticas, escuela primaria, elección de estudios, educación científica

### **Abstract**

**Introduction:** The curricular structure provides the option to forego scientific subjects in the final year of compulsory secondary education. This decision can prematurely disrupt formal engagement with these disciplines, typically around the ages of 14-15. Therefore, it is crucial to identify attitudinal factors that influence the selection of elective science subjects at an early age. This research focuses on two key constructs: the perception of difficulty and the associated costs of studying sciences and mathematics. **Methodology:** The sample comprised 214 students from 4th to 6th grade of primary education. A non-probability convenience sampling method was used to select the participants. A Likert-type instrument was administered, and its validity and reliability were assessed, proving adequate for the current sample. Data were analyzed using inferential statistics and a hierarchical logistic regression model. **Results:** A high percentage of students, ranging from 60.2% to 79.7%, exhibited a low interest in choosing elective science subjects during secondary education. The primary reason for this lack of interest is the perceived difficulty associated with these disciplines. Unexpectedly, the perceived cost of studying sciences increases students' intentions, which can be explained by various theories, such as expectancy-value theory, growth mindset theory, or self-determination theory. In contrast, neither the perceived cost nor difficulty of mathematics influences students' intentions to pursue this field. **Conclusions:** These findings are discouraging and highlight the urgency of designing and implementing educational programs targeted at the primary education stage to address and reverse this trend.

*Keywords:* student attitude, learning difficulties, natural sciences, mathematics, elementary school, choice of studies, science education, science education

## **Introducción**

El interés y la participación del alumnado en las ciencias decrece a medida que avanza en sus estudios (Toma y Lederman, 2022; Tytler y Ferguson, 2023). Este fenómeno, global y persistente, conduce, en muchos casos, al abandono de su estudio tras la Educación Secundaria Obligatoria (ESO). En

España, la situación se agrava por la estructura del currículo. La posibilidad de elegir no cursar materias científicas en el último año de la ESO provoca un cese prematuro del contacto formal con estas disciplinas, alrededor de los 14-15 años (Toma, 2022a). Esta situación resulta preocupante, dada la relevancia de la alfabetización científica para la ciudadanía (Bybee y McCrae, 2011). En efecto, las actitudes influyen significativamente en el desempeño académico, la elección de una carrera o futuros estudios, o al apoyo a la investigación mediante financiamiento público (Besley, 2018; Bidegain y Lukas Mujika, 2020; Newell et al., 2015). Como resultado, han cobrado mucha relevancia en la investigación educativa. Estas actitudes refieren a las evaluaciones subjetivas de los estudiantes sobre la ciencia y su estudio, y abarcan sendos aspectos afectivos –sentimientos y emociones– y cognitivos –pensamientos y creencias– que afectan y modulan la conducta e intenciones de elección de estudios científicos (Tytler y Ferguson, 2023). A pesar de la proliferación de estudios, la mayoría se centran en la educación secundaria. Sin embargo, en esta etapa, las actitudes del alumnado hacia la ciencia suelen estar ya muy deterioradas, siendo muy complicado revertir la situación (Carrasquilla et al., 2022; Dapía et al., 2019; Robles et al., 2015). En efecto, el desinterés por la ciencia se manifiesta desde la educación primaria, con notables diferencias de género a favor de los niños (Dapía et al., 2019; Toma, 2022a). Por lo tanto, resulta fundamental identificar qué factores actitudinales influyen en las aspiraciones científicas de los estudiantes de educación primaria (Miller, 2021). La presente investigación aborda dicho propósito, con especial énfasis en dos constructos: el coste y la dificultad percibida. Esta investigación aborda las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuál es la percepción de dificultad y coste del aprendizaje de ciencias y matemáticas en alumnado de primaria de 4º a 6º curso? ¿Cuáles son sus intenciones de elegir asignaturas científicas optativas en secundaria?
- ¿Cómo afectan la percepción de dificultad y el coste del aprendizaje de ciencias y matemáticas a la intención del alumnado de primaria de elegir asignaturas científicas optativas en secundaria?

## Fundamentos teóricos y operativización de las hipótesis

El coste representa la evaluación subjetiva de los sacrificios asociados a una actividad (Eccles y Wigfield, 2023; Muenks et al., 2023). En el contexto de este estudio, el coste de estudiar ciencias puede implicar, entre otros, un es-

fuerzo mental considerable o la renuncia a otras actividades valoradas. Este constructo, inicialmente propuesto por la teoría Expectativa-Valor, ha sido revitalizado en investigaciones recientes (Barron y Hulleman, 2015; Flake et al., 2015). Estos estudios han refinado y ampliado su conceptualización y evaluación, demostrando su relevancia en el ámbito educativo. La investigación indica que altos niveles de coste se relacionan con una menor valoración de la actividad objeto de estudio, persistencia e intenciones de continuar con la misma (Eccles y Wigfield, 2023; Jiang y Rosenzweig, 2021). En el caso de las ciencias, este fenómeno podría explicar el desinterés y abandono de su estudio una vez que dejan de ser obligatorias, como se plantea en la Hipótesis #1. Por otro lado, la dificultad percibida refleja la evaluación subjetiva sobre la complejidad de una actividad, como el estudio de las ciencias (Pattal et al., 2018; Toma, 2022b). Según la teoría de la autodeterminación (Ryan y Deci, 2000), un desafío óptimo fomenta la autopercepción de competencia. Actividades demasiado fáciles o difíciles pueden generar aburrimiento, desánimo y abandono. Una alta dificultad percibida disminuye el interés del alumnado, influyendo negativamente en las elecciones profesionales y los logros académicos (Ong et al., 2022; Pattal et al., 2018). En este sentido, muchos estudiantes, a pesar de su interés inicial, abandonan las carreras científicas debido a la alta dificultad percibida de su estudio (Chi et al., 2017). Por lo tanto, percibir el aprendizaje de las ciencias en educación primaria como una actividad excesivamente difícil puede generar frustración y desvinculación de la misma en etapas posteriores, como se plantea en la Hipótesis #2.

Finalmente, resulta fundamental considerar también el coste y la dificultad percibidos de las matemáticas al analizar las intenciones del alumnado de estudiar ciencias. Aunque las matemáticas son obligatorias en la ESO, investigaciones previas sugieren que su coste y dificultad percibida influyen en la elección de estudios científicos, especialmente entre las mujeres (Ellis et al., 2016; Wang y Degol, 2013). Por ello, es probable que un alto coste, como se plantea en la Hipótesis #3, y una alta dificultad percibida, como se plantea en la Hipótesis #4, del estudio de las matemáticas también influyan negativamente en la intención del alumnado de elegir materias científicas optativas en la ESO.

## Metodología

Se trata de una investigación de corte cuantitativo. El diseño es transversal, predictivo y observacional, en tanto que busca predecir factores actitudinales que influyen en la intención de elección de asignaturas científicas optativas en secundaria.

## Muestra

Se empleó un muestreo no probabilístico y por conveniencia, a partir de dos colegios de la ciudad de Burgos, uno público y otro concertado. Se conformó una muestra de 214 estudiantes españoles de primaria matriculados en cuarto (22%), quinto (36.9%) y sexto curso (41.1%). Casi la mitad fueron niñas (48.6%) y la edad promedio fue de 10.34 años ( $DE = .91$ ). Se calculó el tamaño muestral mínimo basándose en los criterios Ogundimu et al. (2016), que sugiere un tamaño muestral mínimo de 10-20 eventos o respuestas por variable independiente o predictora. Dado un modelo de regresión logística con seis variables (véase los siguientes apartados), se estimó un mínimo de 60-120 eventos. El tamaño muestral final (214 sujetos) proporcionó una tasa de eventos por variable de 35.7, superando ampliamente el mínimo recomendado.

## Instrumentos

Se recolectaron los datos mediante el uso de cinco escalas basadas en instrumentos existentes con evidencias de validez y confiabilidad, empleándose una escala de Likert de 5 puntos (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo). Una de estas escalas mide la intención de elección de materias optativas de ciencias, mientras que las otras dos evalúan la dificultad percibida, una aplicada a las ciencias y otra a las matemáticas. Estas dos últimas escalas fueron replicadas, aplicándose primero a ciencias y luego a matemáticas, lo que da un total de cinco escalas distintas. Los datos anonimizados se encuentran disponibles en el siguiente enlace:

[https://osf.io/buzhv/?view\\_only=d8ecacf1997c448d951cd1abe1162fc2](https://osf.io/buzhv/?view_only=d8ecacf1997c448d951cd1abe1162fc2).

## Variable dependiente

Se utilizó una escala de ítem único desarrollada por Toma et al. (2019) there is a lack of reliable and valid instruments to measure Spanish-speaking elementary students' attitudes towards school science. In this study, the translation and validation of the Spanish School-Science Attitude Survey (S-SSAS para medir la intención de los estudiantes de elegir materias optativas de ciencias en secundaria. La pregunta específica era: "Es muy probable que me matricule en asignaturas optativas de ciencias en Educación Secundaria". Investigaciones previas han demostrado que es una medida válida y confiable para evaluar esta intención, mostrando una alta consistencia en las respuestas a lo largo del tiempo. Es relevante destacar que, en las etapas obligatorias del sistema educativo español, la introducción formal a las ciencias se inicia en Educación Primaria. En la ESO se produce un punto de inflexión: Biología y Geología son obligatorias en primero y tercero, Física y Química en segundo y tercero y, en el cuarto curso, ambas materias se vuelven optativas. Es por ello que el ítem refiere a la etapa de Educación Secundaria de forma explícita.

## Variables independientes

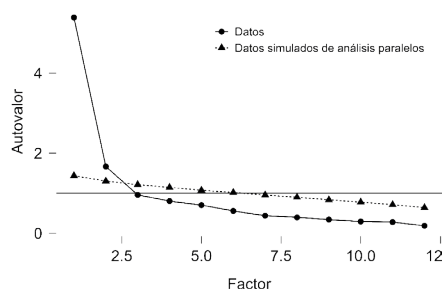
Para medir el coste percibido de las ciencias y las matemáticas, se utilizó una escala de seis ítems por materia. Para medir la dificultad que los estudiantes percibían en estas materias, se empleó una escala de seis ítems por materia (Pattal et al., 2018; Toma, 2022b). Se comprobó la validez y la confiabilidad de los instrumentos para la presente muestra. Ambas escalas fueron sometidas a un análisis factorial exploratorio conforme a las recomendaciones de Ferrando et al. (2022). En concreto, (i) se utilizó una matriz de correlaciones policóricas y se extrajeron los factores mediante el método de máxima verosimilitud con rotación oblicua Oblimin; (ii) el criterio de análisis paralelo se empleó para determinar el número óptimo de factores; y (iii) solo se retuvieron aquellos ítems con cargas factoriales superiores a 0.40 y sin cargas cruzadas entre factores.

Se obtuvieron índices de adecuación muestral óptimos: el KMO fue de 0.851 para los ítems de ciencias y 0.867 para los ítems de matemáticas, y la prueba de esfericidad de Bartlett fue significativa en ambos casos ( $p < 0.001$ ). El análisis paralelo confirmó la presencia de los dos factores latentes propuestos (Gráfico I). Para el cuestionario relacionado con la ciencia, los ítems se agruparon de la manera esperada, formando dos factores que explicaban el

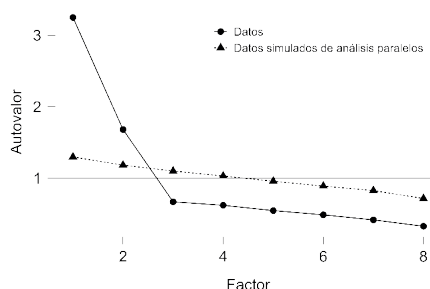
50.4% de la variabilidad en las respuestas relacionadas con las ciencias (Tabla I). Sin embargo, para el cuestionario relacionado con las matemáticas, los ítems 4, 5 y 6 de coste saturaron en la dimensión de dificultad percibida y el ítem 5 de dificultad percibida saturó por debajo del criterio mínimo. Tras su eliminación, se obtuvieron los dos factores esperados, que explican un 49.6% de la variabilidad en las respuestas de matemáticas. Los análisis factoriales revelaron cargas factoriales superiores a 0.40 en todos los ítems, indicando una alta saturación factorial y una estructura factorial clara. No se observaron cargas cruzadas significativas entre los factores, lo que confirma la unidimensionalidad de cada constructo.

## GRÁFICO I. Resultados del análisis paralelo

a) Ítems relacionados con las ciencias



b) Ítems relacionados con las matemáticas



Fuente: elaboración propia

**TABLA I.** Resultados del análisis factorial exploratorio

| Ítems y factores  | Ciencias     |              | Matemáticas  |              |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
|   | I            | II           | I            | II           |
| <b>I. Coste</b>   |              |              |              |              |
| 1. Debo sacrificar mucho de mi tiempo libre para ser bueno en ciencias/matemáticas          | <b>0.724</b> | -0.179       | <b>0.747</b> | -0.154       |
| 2. Tengo que renunciar a muchas cosas para sacar buenas notas en ciencias/matemáticas       | <b>0.756</b> | -0.026       | <b>0.562</b> | 0.156        |
| 3. Necesito dedicar mucho tiempo al estudio para sacar buenas notas en ciencias/matemáticas | <b>0.722</b> | -0.112       | <b>0.832</b> | 0.079        |
| 4. No puedo dedicar el tiempo suficiente para sacar buenas notas en ciencias/matemáticas    | <b>0.630</b> | 0.041        | -            | -            |
| 5. Las ciencias/matemáticas me exigen demasiado esfuerzo                                    | <b>0.728</b> | 0.230        | -            | -            |
| 6. Hacer los deberes de ciencias/matemáticas me lleva demasiado tiempo                      | <b>0.712</b> | 0.176        | -            | -            |
| <b>II. Dificultad percibida</b>   |              |              |              |              |
| 1. Las ciencias/matemáticas no se me dan bien   | -0.079       | <b>0.737</b> | -0.036       | <b>0.667</b> |
| 2. Las ciencias/matemáticas me cuestan  | 0.150        | <b>0.645</b> | 0.019        | <b>0.684</b> |
| 3. Saco malas notas en ciencias/matemáticas   | -0.039       | <b>0.703</b> | -0.039       | <b>0.709</b> |
| 4. Las ciencias/matemáticas me parecen difíciles  | 0.318        | <b>0.469</b> | 0.195        | <b>0.624</b> |
| 5. Me cuesta entender las clases de ciencias/matemáticas                                    | 0.048        | <b>0.560</b> | -            | -            |
| 6. No consigo hacer bien los deberes de ciencias/matemáticas                                | 0.056        | <b>0.633</b> | 0.195        | <b>0.667</b> |

Fuente: elaboración propia

La confiabilidad de las escalas se evaluó mediante el coeficiente Omega de McDonald, en tanto que es más adecuado que el Alfa de Cronbach para ítems de tipo ordinal (Hayes y Coutts, 2020) McDonald's omega ( $\omega$ ). Los resultados indicaron una adecuada fiabilidad tanto para las escalas de coste (ciencias = 0.83, matemáticas = 0.74) como para las escalas de dificultad percibida (ciencias = 0.78, matemáticas = 0.74). En resumen, los instrumentos utilizados demostraron ser válidos y confiables para la presente muestra,



lo que permite obtener información precisa sobre las percepciones de los estudiantes respecto a estas materias.

## **Variables de control**

El género y la edad de los estudiantes se emplearon como variables de control.

## **Análisis de los datos**

Se utilizó un análisis descriptivo para examinar la percepción de dificultad y coste asociados a las ciencias y las matemáticas. La prueba de Kolmogorov-Smirnov resultó estadísticamente significativa para todas las variables independientes, no satisfaciéndose el criterio de normalidad necesario para pruebas inferenciales paramétricas. Por lo tanto, se emplearon las pruebas no paramétricas de  $U$  de Mann-Whitney y  $H$  de Kruskal-Wallis para comparaciones según el género y el curso escolar, respectivamente. Se empleó el coeficiente  $r$  para el tamaño del efecto, siendo 0.1 pequeño, 0.3 moderado y 0.5 grande. Asimismo, se empleó un análisis de frecuencia para identificar las intenciones de elegir asignaturas científicas optativas en secundaria. La variable dependiente, al tratarse de una escala de ítem único, se dicotomizó mediante la mediana (Iacobucci et al., 2015). Valores por debajo de la mediana indicaron bajas intenciones; por encima, altas. Se realizaron comparaciones según el género y el curso escolar empleando la prueba de ji cuadrado. Se empleó la  $V$  de Cramér para el tamaño del efecto, siendo 0.1 pequeño, 0.3 moderado y 0.5 grande. Finalmente, se empleó un modelo de regresión logística jerárquica para predecir la intención de matricularse en cursos de ciencias no obligatorios. La correlación entre las variables independientes osciló entre 0.202 y 0.697, satisfaciendo el criterio de multicolinealidad. Para el análisis de datos se empleó el programa IBM SPSS Statistics versión 26 (NY: IBM Corp.).

Resultados

Análisis descriptivo

La tabla II presenta el coste y la dificultad percibida de las ciencias y las matemáticas según variables sociodemográficas. En general, el alumnado percibe un coste y una dificultad relativamente bajos en ciencias y matemáticas. El coste asociado a las matemáticas es superior al de las ciencias y, en términos de dificultad, las ciencias son vistas como ligeramente más fáciles que las matemáticas. Al desglosar los resultados por género, los niños perciben un mayor coste en el estudio de ciencias ( $U = 4567, p = 0.01$ ) en comparación con las niñas, pero no en las matemáticas ( $p > 0.05$ ). Si bien, cabe destacar que el tamaño de efecto fue pequeño ( $r = 0.17$ ). Además, ambos géneros perciben niveles similares de dificultad en ambas materias ( $p > 0.05$ ). Finalmente, atendiendo al curso escolar, el coste de las ciencias y las matemáticas disminuye a medida que avanzan los cursos, pero no de manera significativa ( $p > 0.05$ ). Por otro lado, la percepción de la dificultad de ambas materias se mantiene relativamente constante ( $p > 0.05$ ).

TABLA II. Coste y dificultad percibida de las ciencias y las matemáticas

| Variab <span>les</span> sociodemográficas | Coste ciencias | Coste matemáticas | Dificultad ciencias | Dificultad matemáticas |
|---|----------------|-------------------|---------------------|------------------------|
| Toda la muestra                           | 2.27 (0.84)    | 2.59 (0.96)       | 2.06 (0.68)         | 2.15 (0.73)            |
| Niños                                     | 2.40 (0.82)    | 2.68 (0.97)       | 2.04 (0.64)         | 2.15 (0.76)            |
| Niñas                                     | 2.13 (0.85)    | 2.50 (0.96)       | 2.08 (0.72)         | 2.14 (0.69)            |
| 4º E.P.O.                                 | 2.44 (0.74)    | 2.79 (0.93)       | 2.10 (0.70)         | 2.19 (0.80)            |
| 5º E.P.O.                                 | 2.19 (0.87)    | 2.53 (0.99)       | 2.03 (0.66)         | 2.17 (0.70)            |
| 6 E.P.O.                                  | 2.25 (0.86)    | 2.54 (0.96)       | 2.07 (0.69)         | 2.10 (0.71)            |

Media (desviación estándar)  
Fuente: elaboración propia

La tabla III presenta las intenciones de elegir asignaturas optativas científicas en secundaria según variables sociodemográficas. La mayoría de los estudiantes muestran bajas intenciones hacia elegir asignaturas optativas científicas en secundaria. Al analizar los resultados por género, tanto los niños como niñas muestran patrones similares en cuanto a bajas intenciones ( $p >$

0.05). No obstante, la distribución de las intenciones varía considerablemente según el curso ( $p = 0.023$ ), si bien con un tamaño de efecto pequeño ( $V$  de Cramér = 0.19). Se observa un descenso significativo en las intenciones en 5º curso, seguido de una recuperación en 6º curso.

**TABLA III.** Intenciones de elegir asignaturas optativas científicas en secundaria

| Variables sociodemográficas | Bajas intenciones | Altas intenciones |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| Toda la muestra             | 68.7%             | 31.3%             |
| Niños                       | 68.2%             | 31.8%             |
| Niñas                       | 69.2%             | 30.8%             |
| 4º E.P.O.                   | 66%               | 34%               |
| 5º E.P.O.                   | 79.7%             | 20.3%             |
| 6 E.P.O.                    | 60.2%             | 39.8%             |

Fuente: elaboración propia

## Análisis de regresión logística jerárquica

La tabla IV muestra los resultados del modelo de regresión logística jerárquica. El modelo inicial, que incluyó solo las variables de control, género y edad, no mostró un ajuste significativo a los datos ( $\chi^2$  (2,  $N = 214$ ) = 1.362,  $p = 0.506$ ). En consecuencia, el género y la edad no influyen en la decisión de los estudiantes de cursar materias optativas de ciencias en secundaria. El modelo de regresión logística jerárquica ampliado, que incorporó las variables independientes, mostró un ajuste significativo a los datos ( $\chi^2$  (6,  $N = 214$ ) = 14.233,  $p = 0.007$ ), explicando entre el 7% y el 9.9% de la varianza en las intenciones de matricularse en ciencias optativas. De las variables independientes analizadas, únicamente el coste y la dificultad percibida de las ciencias resultaron ser predictores significativos. Específicamente, los resultados indican que existe una relación negativa entre la percepción de dificultad de las ciencias y la intención de matricularse. El odds ratio ( $\text{Exp}(B) = 0.363$ ) revela que un aumento en una unidad de la percepción de dificultad disminuye en un 63.7% las probabilidades de elegir materias optativas de ciencias. Contrariamente a lo esperado, se encontró una relación positiva entre el coste percibido de estudiar ciencias y la intención de matricularse. El odds ratio ( $\text{Exp}(B) = 1.695$ ) sugiere que un aumento en una unidad del coste percibido incrementa

en un 69.5% las probabilidades de seleccionar estas materias. En consecuencia, se acepta la hipótesis #2 y se rechazan las hipótesis #1, #3 y #4.

TABLA IV. Modelo de regresión logística jerárquica

| Predictores            | Bloque 1 |        | Bloque 2 |        |
|------------------------|----------|--------|----------|--------|
|                        | B        | Exp(B) | B        | Exp(B) |
| Género                 | 0.047    | 1.048  | -0.094   | 0.910  |
| Edad                   | 0.187    | 1.206  | 0.248    | 1.282  |
| Coste ciencias         | -        | -      | 0.528*   | 1.695  |
| Coste matemáticas      | -        | -      | -0.222   | 0.801  |
| Dificultad ciencias    | -        | -      | -1.013** | 0.363  |
| Dificultad matemáticas | -        | -      | -0.008   | 0.992  |

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$   
Fuente: elaboración propia

Discusión

La presente investigación examinó la relación entre el coste percibido, las dificultades en ciencias y matemáticas, y la intención de cursar asignaturas científicas optativas en secundaria entre estudiantes de primaria. Este estudio contribuye a la literatura existente al analizar una etapa crucial en la formación de actitudes científicas (Dapía et al., 2019; Miller, 2021). Los resultados indican que los estudiantes perciben las matemáticas como ligeramente más exigentes que las ciencias, tanto en coste como en dificultad. Los niños reportan un mayor coste en ciencias y matemáticas, aunque la percepción de dificultad es similar entre géneros. A medida que avanzan en primaria, disminuye la percepción de coste en ambas áreas, pero la dificultad se mantiene baja y constante. Sin embargo, un porcentaje elevado de estudiantes, especialmente en 5º de primaria, muestra poca intención de cursar asignaturas científicas optativas en secundaria. Esta tendencia revela un declive temprano en las actitudes y las aspiraciones científicas, que coincide con investigaciones internacionales y nacionales (Toma, 2020; Tytler y Ferguson, 2023). No obstante, los resultados según el género difieren. Investigaciones previas sugieren actitudes más positivas hacia las ciencias en niños que en

niñas (Carrasquilla et al., 2022; Dapía et al., 2019). Sin embargo, este estudio presenta un hallazgo contrario: los varones reportaron mayores niveles de coste percibido en ambas áreas. Esta discrepancia podría atribuirse a las diferentes conceptualizaciones e instrumentos empleados para medir las actitudes hacia la ciencia. Se trata de un término que se emplea como paraguas para una gran cantidad de constructos, como autoeficacia, disfrute, relevancia percibida o interés (Toma y Lederman, 2022). Sin embargo, el coste ha sido menos explorado (Flake et al., 2015), lo que podría explicar las diferencias encontradas en contraste con estudios previos.

Por otro lado, el análisis de regresión indica que la percepción de coste y dificultad en ciencias influye en la intención de cursar asignaturas científicas optativas en secundaria. Sin embargo, estos mismos factores en matemáticas no muestran un impacto significativo. Esta diferencia podría deberse a las características de ambas disciplinas en primaria. Las ciencias suelen abordarse mediante un enfoque más conceptual, mientras que las matemáticas se centran en habilidades numéricas y geométricas básicas. Además, la menor presencia de matemáticas avanzadas en las ciencias de primaria podría reducir la asociación entre ambas áreas por parte de los estudiantes. Futuros estudios en secundaria, donde la conexión entre ciencias y matemáticas es más evidente, podrían profundizar en esta relación.

Un hallazgo inesperado fue el efecto positivo del coste percibido de las ciencias en las intenciones del alumnado. Específicamente, el coste percibido incrementó significativamente la intención de matricularse en asignaturas optativas de ciencias. Varias explicaciones podrían sustentar estos resultados. De acuerdo con el modelo Expectativa-Valor (Eccles y Wigfield, 2023), las decisiones académicas están influenciadas por las expectativas de éxito y el valor atribuido a una actividad. Si un estudiante percibe un alto valor en estudiar ciencias (como éxito o satisfacción), aumentará su intención de matricularse, incluso ante un coste elevado. Asimismo, estudiantes con una mentalidad de crecimiento podrían interpretar el coste percibido de las ciencias como una oportunidad para desarrollar sus habilidades (Dweck, 2006). Esta mentalidad, caracterizada por la creencia en la maleabilidad de las capacidades, se asocia con una mayor persistencia y menos probabilidad de evitar tareas que requieran esfuerzo (Mrazek et al., 2018). Como consecuencia, estos estudiantes podrían estar más dispuestos a elegir asignaturas de ciencias a pesar de los costes percibidos.

Por último, estos resultados podrían explicarse también a la luz de la teoría de la autodeterminación (Ryan y Deci, 2000). Esta teoría distingue entre mo-

tivación intrínseca y extrínseca. Si un estudiante está intrínsecamente motivado por las ciencias, el coste percibido podría ser visto como un obstáculo superable y hasta satisfactorio, ya que forma parte de una actividad que le resulta gratificante. Además, superar desafíos puede aumentar la sensación de competencia, un elemento central en esta teoría. Un mayor sentimiento de competencia, a su vez, refuerza la motivación intrínseca e incrementa las intenciones. En este sentido, los estudiantes que perciben sus estudios como una inversión en su futuro profesional y que se esfuerzan en cumplir con sus obligaciones académicas tienen mayor probabilidad de finalizar sus estudios (Abiétar López et al., 2023). Las explicaciones propuestas son, sin embargo, hipotéticas y requieren de investigaciones futuras para su corroboración.

Estos hallazgos presentan implicaciones educativas importantes. A nivel educativo, es crucial intervenir tempranamente, en educación primaria, para fomentar actitudes positivas hacia las ciencias. Dada la baja intención de muchos estudiantes de cursar asignaturas científicas optativas en secundaria, principalmente debido a su percepción de dificultad, se deben implementar estrategias pedagógicas que reduzcan esta percepción, facilitando un aprendizaje significativo. En este sentido, resulta fundamental diseñar materiales y actividades pedagógicas acordes con las capacidades de los estudiantes. Aunque existen recursos –tanto analógicos como digitales– respaldados por la investigación en didáctica de las ciencias (Yáñez-Pérez et al., 2024a), en España su uso en las aulas es limitado. Por ello, los resultados también implican la necesidad de políticas educativas más efectivas (Yáñez-Pérez et al., 2024b). Se sugiere una mejora en la formación inicial y continua del profesorado para dotarles de las herramientas pedagógicas necesarias para fomentar actitudes positivas hacia las ciencias desde edades tempranas. La teoría de la mentalidad de crecimiento (Dweck, 2006) puede ser guiar estos esfuerzos al enseñar que la comprensión y habilidad científica no es innata, sino que se desarrolla con práctica y esfuerzo. Asimismo, la teoría de la carga cognitiva resulta esencial para planificar un aprendizaje efectivo, evitando sobrecargar la memoria de trabajo con tareas excesivamente complejas y triviales (Swell-er, 2020).

Los resultados de este estudio deben interpretarse considerando las siguientes limitaciones. El muestreo por conveniencia limita la generalización de los hallazgos a otras poblaciones y contextos educativos. Por otro lado, si bien los instrumentos utilizados han demostrado validez y confiabilidad, la medición del coste como un constructo unidimensional podría ser una limitación. Investigaciones recientes con alumnado de etapas secundarias y ter-

ciencias revelan que el coste es un constructo multidimensional. De hecho, la interacción entre el coste y la intención de matricularse en ciencias sugiere la necesidad de instrumentos más completos que reflejen la compleja conceptualización de este constructo.

## Conclusiones

El estudio revela que una alta proporción de estudiantes de Educación Primaria muestra una baja intención de matricularse en asignaturas de ciencias optativas en secundaria, atribuida principalmente a la percepción de dificultad de esta materia. Se observa además una mayor percepción de coste en ciencias y matemáticas en niños, lo que sugiere la necesidad de medidas educativas específicas para abordar estas diferencias. Finalmente, un mayor coste percibido en ciencias parece aumentar la intención de seguir cursos optativos, lo que podría indicar que los desafíos percibidos pueden ser vistos como un reto motivador; aspecto que abren vías para futuras investigaciones. En conjunto, estos hallazgos resaltan la urgencia de intervenir para mejorar el interés en las ciencias desde la etapa de educación primaria.

## Referencias bibliográficas

- Abiétar López, M., Bernad i Garcia, J. C., Córdoba Iñesta, A. I., Giménez Urraco, E., Meri Crespo, E., y Navas Saurin, A. A. (2023). Factores diferenciales en los itinerarios en Formación Profesional: un estudio longitudinal. *Revista de Educación*, 401, 155–178. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2023-401-587>
- Barron, K. E., y Hulleman, C. S. (2015). Expectancy-Value-Cost Model of Motivation. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences: Second Edition*, 503–509. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.26099-6>
- Besley, J. C. (2018). The National Science Foundation's science and technology survey and support for science funding, 2006–2014. *Public Understanding of Science*, 27(1), 94–109. <https://doi.org/10.1016/j.puofs.2017.09.001>

- org/10.1177/0963662516649803
- Bidegain, G., y Lukas Mujika, J. F. (2020). Exploring the relationship between attitudes toward science and PISA scientific performance. *Revista de Psicodidáctica*, 25(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.psi-coe.2019.08.002>
- Bybee, R. W., y McCrae, B. (2011). Scientific literacy and student attitudes: Perspectives from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 7–26. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518644>
- Carrasquilla, O. M., Pascual, E. S., y Roque, I. M. S. (2022). La brecha de género en la Educación STEM. *Revista de Educacion*, 2022(396), 149–172. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2022-396-533>
- Chi, S., Wang, Z., Liu, X., y Zhu, L. (2017). Associations among attitudes, perceived difficulty of learning science, gender, parents' occupation and students' scientific competencies. *International Journal of Science Education*, 39(16), 2171–2188. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1366675>
- Dapía, M., Escudero-Cid, R., y Vidal, M. (2019). ¿Tiene género la ciencia? Conocimientos y actitudes hacia la Ciencia en niñas y niños de Educación Primaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 16(3), 3201. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2019.v16.i3.3302](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3302)
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.
- Eccles, J. S., y Wigfield, A. (2023). Expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: Reflections on the legacy of 40+ years of working together. *Motivation Science*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.1037/mot0000275>
- Ellis, J., Fosdich, B. K., y Rasmussen, C. (2016). Women 1.5 times more likely to leave STEM pipeline after calculus compared to men: Lack of mathematical confidence a potential culprit. *PLoS ONE*, 11(7), e0157447. <https://doi.org/journal.pone.0157447>
- Ferrando, P. J., Lorenzo-Seva, U., Hernández-Dorado, A., y Muñiz, J. (2022). Decálogo para el análisis factorial de los ítems de un test [Decalogue for the factor analysis of test items]. *Psicothema*, 34(1), 7–17. <https://doi.org/10.7334/psicothema2021.456>
- Flake, J. K., Barron, K. E., Hulleman, C., McCoach, B. D., y Welsh, M. E. (2015). Measuring cost: The forgotten component of expectancy-val-



- ue theory. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 232–244. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.03.002>
- Hayes, A. F., y Coutts, J. J. (2020). Use Omega rather than Cronbach's Alpha for estimating reliability. But.... *Communication Methods and Measures*, 14(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/19312458.2020.1718629>
- Iacobucci, D., Posavac, S. S., Kardes, F. R., Schneider, M. J., y Popovich, D. L. (2015). The median split: Robust, refined, and revived. *Journal of Consumer Behaviour*, 25(4), 690–704. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcps.2015.06.014>
- Jiang, Y., y Rosenzweig, E. Q. (2021). Using cost to improve predictions of adolescent students' future choice intentions, avoidance intentions, and course grades in mathematics and English. *Learning and Individual Differences*, 86(February), 101978. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2021.101978>
- Miller, B. (2021). Developing interest in STEM careers: The need to incorporate STEM in early education. *School Science and Mathematics*, 10–11. <https://doi.org/10.1111/ssm.12497>
- Mrazek, A. J., Ihm, E. D., Molden, D. C., Mrazek, M. D., Zedelius, C. M., y Schooler, J. W. (2018). Expanding minds: Growth mindsets of self-regulation and the influences on effort and perseverance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 79(June), 164–180. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2018.07.003>
- Muenks, K., Miller, J. E., Schuetze, B. A., y Whittaker, T. A. (2023). Is cost separate from or part of subjective task value? An empirical examination of expectancy-value versus expectancy-value-cost perspectives. *Contemporary Educational Psychology*, 72, 102149. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2023.102149>
- Newell, A. D., Zientek, L. R., Tharp, B. Z., Vogt, G. L., y Moreno, N. P. (2015). Students' attitudes toward science as predictors of gains on student content knowledge: Benefits of an after-school program. *School Science and Mathematics*, 115(5), 216–225. <https://doi.org/10.1111/ssm.12125>
- Ogundimu, E. O., Altman, D. G., y Collins, G. S. (2016). Adequate sample size for developing prediction models is not simply related to events per variable. *Journal of Clinical Epidemiology*, 76, 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2016.02.031>
- Ong, A. K. S., Prasetyo, Y. T., Pinugu, J. N. J., Chuenyindee, T., Chin, J., y Nadlifatin, R. (2022). Determining factors influencing students' future

- intentions to enroll in chemistry-related courses: integrating self-determination theory and theory of planned behavior. *International Journal of Science Education*, 44(4), 556–578. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2036857>
- Pattal, E. A., Hooper, S., Vasquez, A. C., Pituch, K. A., y Steingut, R. R. (2018). Science class is too hard: Perceived difficulty, disengagement, and the role of teacher autonomy support from a daily diary perspective. *Learning and Instruction*, 58, 220–231. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.07.004>
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J. R., y Lozano, Ó. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 14(3), 361–376.
- Ryan, R. M., y Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/110003-066X.55.1.68>
- Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09701-3>
- Toma, R. B. (2020). Revisión sistemática de instrumentos de actitudes hacia la ciencia (2004-2016) [Systematic review of attitude toward science instruments (2004-2016)]. *Enseñanza de Las Ciencias*, 38(3), 143–159. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2854>
- Toma, R. B. (2022a). Elementary school students' interests and attitudes towards biology and physics. *Journal of Biological Education*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2147208>
- Toma, R. B. (2022b). Perceived difficulty of school science and cost appraisals: A valuable relationship for the STEM pipeline? *Research in Science Education*, 52, 553–565. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09963-5>
- Toma, R. B., y Lederman, N. G. (2022). A comprehensive review of instruments measuring attitudes toward science. *Research in Science Education*, 52, 567–582. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09967-1>
- Toma, R. B., y Meneses-Villagrà, J. A. (2019). Validation of the single-items Spanish-school science attitude survey (S-SSAS) for elementary education. *PLoS ONE*, 14(1), e0209027. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209027>

- Tytler, R., y Ferguson, J. P. (2023). Student attitudes, identity, and aspirations toward science. En N. G. Lederman, D. L. Zeidler, y J. S. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education, Volume III* (pp. 158–192). Routledge.
- Wang, M. T., y Degol, J. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy-value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental Review*, 33(4), 304–340. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2013.08.001>
- Yáñez-Pérez, I., Toma, R. B., y Meneses-Villagrà, J. Á. (2024a). Design and usability evaluation of a mobile app for elementary school inquiry-based science learning. *School Science and Mathematics, June*, 1–12. <https://doi.org/10.1111/ssm.18303>
- Yáñez-Pérez, I., Toma, R. B., y Meneses-Villagrà, J. A. (2024b). La brecha digital en la enseñanza de las ciencias en España durante las leyes educativas LOE y LOMCE. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*.

**Información de contacto:** Radu Bogdan Toma. Universidad de Burgos, Facultad de Educación, Departamento de Didácticas Específicas. E-mail: [rbtoma@ubu.es](mailto:rbtoma@ubu.es)

