



Motivación hacia Biología y Geología en secundaria: impacto de estrategias de aprendizaje, metas y expectativas académicas

Luis Pedro García-San Segundo Jiménez

UNED 

Angela Zamora Menéndez

UNED <https://dx.doi.org/10.5209/rced.99717>

Recibido: Enero 2025 • Evaluado: Septiembre 2025 • Aceptado: Octubre 2025

Resumen: INTRODUCCIÓN. El objetivo de este estudio fue analizar cómo las estrategias de aprendizaje, las metas y las expectativas académicas influyen en la motivación hacia la Biología y Geología de estudiantes de 3.º de ESO, así como adaptar y validar el SMQ-II para medir dicha motivación. MÉTODO. La muestra estuvo compuesta por 177 estudiantes de siete institutos de España. El estudio utilizó cuestionarios para evaluar la motivación, las estrategias de aprendizaje, las metas académicas y las expectativas académicas. Se realizaron análisis factoriales confirmatorios (AFC), descriptivos, de diferencias de medias y de regresión logística binaria. RESULTADOS. El SMQ-II es válido y fiable para medir la motivación hacia la Biología y Geología, con alta fiabilidad en sus subescalas. Los estudiantes altamente motivados utilizaron más estrategias de aprendizaje eficaces y tuvieron expectativas académicas positivas, mientras que los menos motivados presentaron expectativas más negativas y usaron estrategias menos efectivas. El análisis de regresión indicó que las estrategias de aprendizaje, especialmente la organización, y las expectativas académicas positivas predicen significativamente la motivación hacia la materia. Además, las metas académicas y la gestión de la frustración emocional también influyeron en la motivación. DISCUSIÓN. Se concluye que, para mejorar la motivación de los estudiantes hacia la Biología y Geología, es crucial fomentar el uso de estrategias de aprendizaje efectivas, promover expectativas académicas positivas y trabajar en la gestión emocional frente a los desafíos académicos.

Palabras clave: motivación; técnicas de aprendizaje; Biología y Geología; enseñanza secundaria.

ENG Motivation toward Biology and Geology in Secondary School: impact of learning strategies, goals, and academic expectations

ENG Abstract: INTRODUCTION. The aim of this study was to analyze how learning strategies, goals and academic expectations influence motivation towards Biology and Geology in 3rd ESO students, as well as to adapt and validate the SMQ-II to measure such motivation. METHOD. The sample consisted of 177 students from seven high schools in Spain. The study used questionnaires to assess motivation, learning strategies, academic goals, and academic expectations. Confirmatory factor analysis (CFA), descriptive, mean difference, and binary logistic regression analyses were performed. RESULTS. The SMQ-II is a valid and reliable instrument for measuring motivation towards Biology and Geology, exhibiting high reliability at the subscale level. The results demonstrated that highly motivated students employed more effective learning strategies and held more positive academic expectations, whereas less motivated students exhibited more negative expectations and utilized less effective strategies. Regression analysis indicated that learning strategies, particularly organization, and positive academic expectations significantly predicted subject motivation. Additionally, academic goals and emotional frustration management also influenced motivation. DISCUSSION. It can be concluded that, to enhance students' motivation towards Biology and Geology, it is concluded that, to improve student motivation toward Biology and Geology, it is crucial to encourage the use of effective learning strategies, promote positive academic expectations, and work on emotional management in the face of academic challenges.

Keywords: motivation; learning techniques; Biology and Geology; secondary education.

Cómo citar: García San Segundo Jiménez L. P. y Zamora Menéndez A. (2026). Motivación hacia Biología y Geología en secundaria: impacto de estrategias de aprendizaje, metas y expectativas académicas. *Revista Complutense de Educación*, 37(1). <https://doi.org/10.5209/rced.99717>

1. Introducción

La motivación es un conjunto de procesos que dirigen y sostienen la conducta hacia la consecución de metas, incluidas las educativas (Schunk *et al.*, 2014). La gran importancia de este constructo ha impulsado numerosas investigaciones sobre la motivación académica en el contexto de la enseñanza-aprendizaje. En particular, se ha identificado como un factor esencial para el rendimiento académico (Zhang *et al.*, 2024) y el compromiso estudiantil (Liem, 2021). Además, los estudiantes motivados tienden a emplear estrategias de aprendizaje efectivas (Pintrich, 2003).

La motivación es un constructo específico del dominio y, por tanto, puede variar en función de las diferentes disciplinas. Por ejemplo, Guay y Bureau (2018) destacan que un alto nivel de motivación hacia matemáticas e inglés predice tanto un mejor desempeño global como específico en estas áreas. En matemáticas, factores motivacionales y estrategias de aprendizaje están estrechamente relacionados (Wild y Neef, 2023). Ardura y Pérez-Britián (2018) identificaron que, en estudiantes españoles de secundaria, la motivación hacia una futura profesión es el principal factor para la continuidad en física y química, superando el rendimiento académico previo y otras variables. En un contexto diferente, Avargil *et al.* (2024) concluyeron que en el aprendizaje de la química a nivel universitario la motivación extrínseca influye más que la intrínseca en la elección de estudios.

1.1. La motivación hacia asignaturas STEM

La investigación sobre la motivación de los estudiantes hacia las materias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) ha crecido considerablemente en los últimos años (Bayanova *et al.*, 2023; Murphy *et al.*, 2019). Sin embargo, Murphy *et al.* (2019) señalan que todavía son escasos los trabajos que abordan la motivación estudiantil como un medio para fomentar el compromiso en estas disciplinas. La motivación no solo mejora los resultados académicos y la elección de carreras STEM (Myint y Robnet, 2024), sino que también potencia el interés y la participación activa (Fiorella *et al.*, 2021).

La materia de Biología y Geología, como parte del ámbito STEM, requiere de estrategias motivacionales para garantizar el éxito académico de los estudiantes (Kaiser *et al.*, 2020). La motivación en ciencias naturales depende de factores como las características del profesor, el ambiente de aprendizaje y los motivadores internos y externos (Sablić *et al.*, 2021). Además, estudios como el de Schneider *et al.* (2016) resalta que el interés y compromiso de los estudiantes aumentan cuando perciben una conexión directa entre los contenidos biológicos y su vida cotidiana.

1.2. El papel de las metas, expectativas y estrategias de aprendizaje en la motivación

Factores como las metas, expectativas y estrategias de aprendizaje también influyen significativamente en la motivación académica. Rodríguez y Guzmán (2018) destacan que las metas varían a lo largo de la educación secundaria, mientras que Suárez-Valenzuela y Suárez (2023) identifican que estas, junto con las estrategias de aprendizaje, predicen el rendimiento académico en la ESO. En disciplinas STEM, las metas de logro impactan significativamente en el rendimiento y las aspiraciones, aunque la investigación se ha centrado mayoritariamente en el área de matemáticas (Murphy *et al.*, 2019). Por su parte, las expectativas académicas positivas mejoran el desempeño en materias complejas como son las científicas (Farnam y Anjomshoaa, 2020). Estas expectativas predicen autoeficacia en matemáticas (Yesuf *et al.*, 2023) y tienen un rol relevante en el aprendizaje de ciencias y la elección de carreras STEM (Yeung, 2024). En cuanto a las estrategias de aprendizaje también juegan un papel crucial en la motivación y los resultados académicos (Farnam y Anjomshoaa, 2020). En secundaria, su uso efectivo mejora el rendimiento, especialmente en STEM (Moreno *et al.*, 2024). Además, funcionan como mediadoras entre la actitud hacia asignaturas científicas y las calificaciones (Okun *et al.*, 2022). Estudiantes con actitudes positivas emplean estrategias más elaboradas, obteniendo mejores resultados. Sin embargo, como señalan Muteti *et al.* (2021) muchos desconocen métodos de estudio efectivos, subrayando la necesidad de enseñar estrategias metacognitivas.

1.3. La medida de la motivación hacia la ciencia

Dado el impacto que la motivación académica tiene en el rendimiento estudiantil, contar con instrumentos válidos y fiables para evaluar esta variable en el contexto de las ciencias es fundamental. Existen diversos cuestionarios diseñados específicamente para medir la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias. Un ejemplo de ello es el “*Students’ Motivation Towards Science Learning*” (SMTSL), desarrollado por Tuan *et al.* (2005) y validado con estudiantes de secundaria en Taiwán. Este instrumento evalúa varias dimensiones de la motivación y otros aspectos fundamentales relacionados con el compromiso y la actitud hacia las ciencias. Otro ejemplo es el “*Students’ Adaptive Learning Engagement in Science*” (SALES), diseñado por Velayutham *et al.* (2011) para evaluar factores clave relacionados con la motivación y la autorregulación en el aprendizaje de las ciencias en estudiantes de secundaria.

Uno de los instrumentos más utilizados es el *Science Motivation Questionnaire II* (SMQ-II), desarrollado por Glynn *et al.* (2011). Este evalúa varias dimensiones motivacionales como la motivación intrínseca, la autodeterminación, la autoeficacia y la motivación hacia una futura profesión y las calificaciones. Se pueden encontrar versiones del SMQ-II en la literatura que se refieren a materias como Biología (por ejemplo, Lang y Šorgo, 2024), Química (por ejemplo, Ardura y Pérez-Britián, 2018), Matemáticas (por ejemplo, Fiorella *et al.*, 2021) o Física (por ejemplo, Kwarikunda *et al.*, 2020). Este instrumento ha sido validado tanto para estudiantes universitarios como de secundaria y se ha traducido a, al menos, siete lenguas (Komperda *et al.*, 2020).

2. Objetivo

Aunque la literatura ha abordado el impacto de las estrategias de aprendizaje en el ámbito STEM, las investigaciones sobre los efectos de las metas y expectativas académicas en este contexto son más limitadas. Esta escasez de estudios dificulta entender cómo influyen estas variables en el aprendizaje de materias como Biología y Geología, que suelen ser menos priorizadas frente a otras materias STEM. Así, el objetivo del trabajo fue analizar cómo las estrategias de aprendizaje, las metas académicas y las expectativas académicas influyen en la motivación hacia Biología y Geología de los estudiantes de 3.º de ESO. Asimismo, para este fin se planteó adaptar y validar el SMQ-II para medir la motivación del estudiantado español de Educación Secundaria Obligatoria hacia Biología y Geología. Para alcanzar estos objetivos, se formulan las siguientes preguntas de investigación.

PI1. ¿Es válida y fiable la adaptación del SMQ-II para medir la motivación hacia la asignatura de Biología y Geología en estudiantes de 3.º de ESO?

PI2. ¿Existen diferencias significativas en la motivación hacia la Biología y Geología en función de las estrategias de aprendizaje, metas académicas y expectativas académicas?

PI3. ¿Pueden las estrategias de aprendizaje, las metas académicas y las expectativas académicas predecir la motivación hacia Biología y Geología en estudiantes de 3.º de ESO?

3. Método

3.1. Participantes

La muestra de este estudio estuvo formada por estudiantes de siete institutos de educación secundaria ubicados en diferentes comunidades autónomas de España. Se utilizó un muestreo no probabilístico por accesibilidad. Inicialmente, la muestra estaba formada por 221 estudiantes, pero, tras la depuración de los datos, se redujo a 177 estudiantes de 3.º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). La media de edad de la muestra fue de 14.49 años ($DT=0.62$), con una mediana de 14 años. En cuanto al género, el 48.6% de la muestra ($n=86$) fueron hombres, y el 51.4% ($n=91$) fueron mujeres.

3.2. Instrumentos

3.2.1. Variable dependiente

La variable dependiente fue la motivación hacia Biología y Geología, medida con el *Science Motivation Questionnaire II* (SMQ-II; Glynn *et al.*, 2011). Siguiendo las recomendaciones del autor (Glynn *et al.*, 2011), este instrumento, diseñado originalmente para medir la motivación hacia la ciencia en general, puede adaptarse a diferentes áreas simplemente sustituyendo la palabra “ciencia” por la disciplina deseada. En este caso, se ha reemplazado “ciencia” por Biología y Geología.

La estructura original del instrumento cuenta con 5 dimensiones, cada una de ellas compuestas por 5 ítems, incluyendo un total de 25 ítems. La subescala *motivación hacia a una futura profesión relacionada con la Biología y Geología* mide cómo los estudiantes perciben el aprendizaje de Biología y Geología como un medio para alcanzar objetivos profesionales, por ejemplo “Aprender Biología y Geología me permitirá conseguir un buen trabajo”. Por otro lado, la *autodeterminación* evalúa la percepción de control que los estudiantes tienen sobre su aprendizaje. Esta subescala incluye ítems como “Tengo confianza en que voy a hacer bien los exámenes de Biología y Geología”. La *autoeficacia* se refiere a la creencia de los estudiantes en su capacidad para obtener buenos resultados en la asignatura, planteando ítems como “Estoy seguro de que puedo comprender la asignatura de Biología y Geología”, la *motivación intrínseca* mide la satisfacción personal que se obtiene al aprender Biología y Geología, con ítems como, por ejemplo, “Aprender Biología y Geología le da más sentido a mi vida”. Finalmente, la *motivación por la nota* mide el interés en obtener altas calificaciones en la asignatura. Por ejemplo, “Para mí es importante sacar un sobresaliente en Biología y Geología”. En la presente investigación se utilizó el instrumento completo respetando su estructura original. Se sustituyó la escala original de 5 puntos por una de 7 puntos (1=mayor desacuerdo, 7=mayor acuerdo) para homogenizar las puntuaciones entre instrumentos. Este ajuste mejora la sensibilidad, precisión, y discriminación de las respuestas, y reduce los efectos de techo y suelo (Coombes *et al.*, 2021; Preston y Colman, 2000).

3.2.2. Variables independientes

Para medir las estrategias de aprendizaje, se utilizó el *Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje y Motivación* (CEAM-II) de Roces *et al.* (1995), que evalúa, a través de dos subescalas, la orientación motivacional y el uso de estrategias de aprendizaje. En esta investigación se seleccionó la subescala de estrategias de aprendizaje. El AFC permitió definir 5 dimensiones a partir de un total de 18 ítems.

La escala de *estrategias de organización* (3 ítems) evalúa el uso de diagramas o mapas conceptuales para estudiar, como el ítem “Cuando estudio, subrayo para organizar mejor mis ideas”. La escala *estrategias de elaboración* (4 ítems) incluye técnicas como el resumen o el parafraseo, con ítems como: “Cuando estudio, reúno información de diferentes fuentes: clases, lecturas, trabajos prácticos, etc.”. El factor *manejo del tiempo y ambiente de estudio* (5 ítems) mide cómo se organiza el tiempo y el entorno para estudiar, como: “Normalmente estudio en un lugar donde pueda concentrarme en el trabajo”. La escala *búsqueda de ayuda* (3 ítems) evalúa la disposición del estudiante para pedir apoyo ante alguna duda, por ejemplo: “Hago preguntas

al profesor para aclarar los conceptos que no entiendo bien". Finalmente, el factor *pensamiento crítico* (3 ítems) mide el grado en que el estudiante utiliza sus conocimientos previos para resolver problemas. Un ejemplo de ítem es: "Cuando en clase o en los libros se presenta una teoría, interpretación o conclusión, trato de ver si hay buenos argumentos que la sustenten". Los índices de bondad de ajuste fueron CFI=.99, TLI=.87, RMSEA=.07, con una consistencia interna, medida mediante Omega de McDonald, de .75 para organización, .73 para elaboración, .68 para manejo del tiempo, .50 para búsqueda de ayuda y .63 para pensamiento crítico.

En segundo lugar, para medir las metas académicas, se utilizó el *Cuestionario de Metas Académicas* de Skaalvik (1997), que consta de 4 escalas, con un total de 16 ítems distribuidos equitativamente. Las escalas incluyen: *orientación a la tarea*, que evalúa a los estudiantes que se enfocan en aprender y dominar el contenido, ejemplificado en el ítem "Es importante para mí aprender cosas nuevas"; *orientación al autoensalzamiento del ego*, que se relaciona con la búsqueda de demostrar capacidad y recibir reconocimiento, como se refleja en "Tener éxito en estos estudios es hacer las tareas mejor que otros estudiantes"; *orientación a la autofrustración del ego*, que mide la preocupación por la evaluación de los demás y el evitar situaciones que puedan dañar la autoimagen, ejemplificado en "Cuando respondo a preguntas que se hacen en clase me preocupa lo que van a pensar mis compañeros"; y *orientación a la evitación del esfuerzo*, que se refiere a la preferencia por evitar trabajos y tareas exigentes, como se ilustra en "Deseo que no se nos pidan trabajos para hacer en casa". La validación del instrumento muestra buenos índices de ajuste (CFI=.93, TLI=.92, RMSEA=.07) y una consistencia interna adecuada, con valores de Omega de McDonald de .72 para la orientación a la tarea, .75 para la orientación al autoensalzamiento del ego, .71 para la orientación a la evitación del esfuerzo y .91 para la orientación a la autofrustración del ego. Como en el resto de los instrumentos utilizados en esta investigación, se ha optado por una escala tipo Likert de 7 puntos (Combes *et al.*, 2021; Preston y Colman, 2000).

En último lugar, para medir las expectativas sobre el futuro académico, se utilizó la *Escala de Expectativas Académicas* (Sánchez, 2021), que consta de dos subescalas con 8 ítems en total. Estas subescalas son: *expectativas académicas positivas*, que evalúan la convicción de los estudiantes en su capacidad para lograr un buen rendimiento en la asignatura, ejemplificado en el ítem "Estoy convencido de que lograré los conocimientos y habilidades que me permitan obtener buena nota en la asignatura"; y *expectativas académicas negativas* que miden la percepción de dificultad por las dificultades académicas, como se refleja en "Tengo la impresión de que voy a tener muchas dificultades en la asignatura". La validación del instrumento muestra buenos índices de ajuste (CFI=.95, TLI=.93, RMSEA=.09) y con consistencia interna, medida mediante Omega de McDonald, de .86 para la escala de expectativas académicas positivas y de .84 para la escala expectativas académicas negativas.

3.3. Procedimiento

Previo a la recogida de datos, se realizó un estudio piloto con 10 estudiantes, para verificar la comprensión y funcionamiento de los instrumentos. No fue necesario realizar ajustes en los ítems. La recolección de datos involucró a siete docentes de Biología y Geología pertenecientes a centros educativos ubicados en diferentes comunidades autónomas quienes aplicaron los cuestionarios tras haber sido previamente instruidos. El proceso, que incluyó la presentación del estudio y la explicación del instrumento, tuvo una duración de 30 minutos. Los participantes formaron parte en el estudio de manera voluntaria y se garantizó el anonimato y la confidencialidad de sus respuestas. Se solicitó autorización a las familias para la participación de los menores en la investigación, informando de los objetivos y del procedimiento a seguir para la recogida de datos.

3.4. Análisis de datos

Para validar los instrumentos utilizados en este estudio, se llevó a cabo un análisis factorial confirmatorio (AFC), mediante un modelo de ecuaciones estructurales (SEM). Los criterios de ajuste empleados para los diferentes índices fueron los siguientes: $1 < \chi^2/df < 3$; CFI > .95; TLI > .95; RMSEA < .08; SRMR < .08 (Byrne, 2010; Hu y Bentler, 1999). Por otro lado, la fiabilidad de los instrumentos se calculó utilizando el coeficiente Omega de McDonald. Los análisis confirmatorios y de fiabilidad se realizaron con el programa JASP (JASP Team, 2023).

Se realizó un análisis jerárquico de conglomerados utilizando la distancia euclídea al cuadrado y el método de Ward para clasificar al estudiantado según su motivación hacia Biología y Geología. El análisis identificó dos grupos: uno de alta motivación y otro de baja motivación. Las diferencias de medias entre ambos grupos se analizaron mediante un análisis multivariado de varianza (MANOVA), estimando el tamaño del efecto mediante el estadístico eta parcial al cuadrado. Este se interpreta según los criterios establecidos por López-Martín y Ardura (2023), donde un valor < .01 se considera muy pequeño, entre .01 y .05 pequeño, entre .06 y .13 moderado, y mayor o igual a .14 grande.

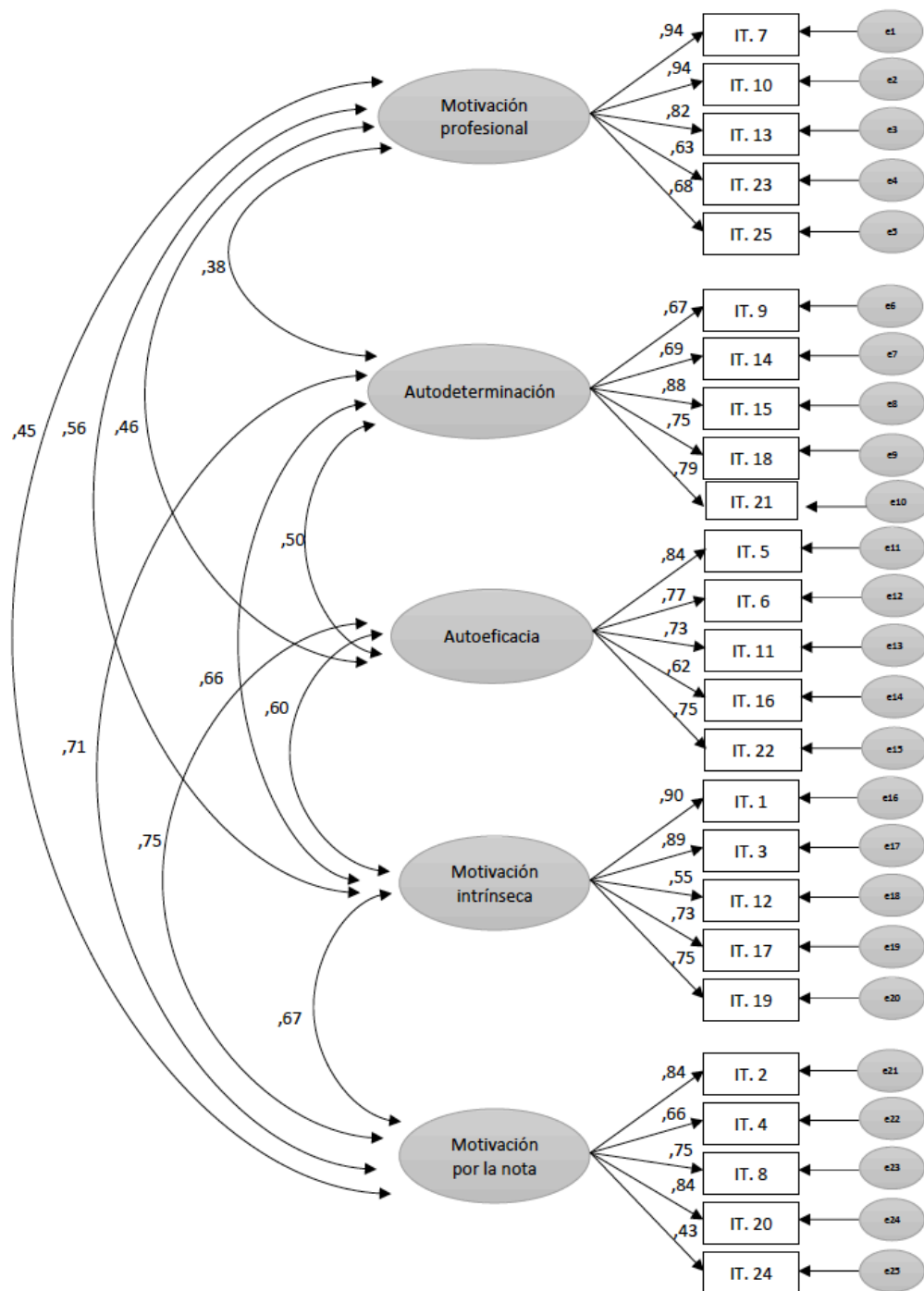
Finalmente, para conocer en qué medida las estrategias de aprendizaje, las metas académicas y las expectativas académicas predicen la motivación hacia Biología y Geología del alumnado, se realizó un análisis de regresión logística binaria por bloques. Cada bloque de variables se introdujo utilizando el método introducir, lo que permitió evaluar el impacto individual de cada conjunto sobre la motivación del estudiantado hacia la asignatura de Biología y Geología. El análisis de conglomerados, las diferencias de medias y la regresión logística se realizaron con el programa estadístico SPSS (IBM Corp., 2023).

4. Resultados

4.1. Validez y fiabilidad del SMQ-II

El SMQ-II es un instrumento que se ha construido sobre una sólida estructura teórica. Partiendo de esta base, se realizó un análisis factorial confirmatorio (AFC) para conocer si la estructura del instrumento se adaptaba al contexto de la asignatura Biología y Geología. Se propuso un modelo factorial que incluye las cinco variables del instrumento original. En nuestro análisis encontramos un valor de χ^2/df de 2.73. Además, el modelo de cinco factores presenta índices que reconocen un buen ajuste a los datos experimentales: GFI=.99, CFI=.83, RMSEA=.09 y SRMR=.07. Los resultados del AFC confirmaron la estructura original del instrumento manteniendo los 5 factores y los 25 ítems originales del SMQ-II (ver Figura 1).

Figura 1. Modelo factorial del SMQ-II adaptado a la asignatura de Biología y Geología



Para evaluar la fiabilidad de cada subescala del instrumento, se empleó el estadístico Omega de McDonald. Siguiendo las indicaciones de interpretación de este estadístico (McDonald, 1999), los resultados indican una alta fiabilidad en todas las escalas evaluadas: motivación profesional ($\omega=.91$), autodeterminación ($\omega=.87$), motivación por la nota ($\omega=.82$), motivación intrínseca ($\omega=.87$) y autoeficacia ($\omega=.86$).

4.2. Diferencias en estrategias de aprendizaje, expectativas y metas académicas según la motivación del estudiante hacia la Biología y Geología.

Para dar respuesta a la segunda pregunta de investigación propuesta se procedió, en primer lugar, a la clasificación de los participantes, mediante análisis jerárquico de conglomerados, en dos grupos de estudiantes con alta ($n=83$) y baja ($n=94$) motivación hacia Biología y Geología. Tal como se muestra en la Tabla 1, la prueba MANOVA ($V=.63$, $F(5.17)=58.76$, $p<.001$) revela diferencias significativas entre ambos grupos. Concretamente, los estudiantes con alta motivación mostraron puntuaciones significativamente más altas en todas las dimensiones evaluadas. Los tamaños del efecto fueron altos, especialmente en motivación hacia una profesión científica ($\eta_p^2=.44$) y motivación intrínseca ($\eta_p^2=.42$).

Tabla 1. Análisis de diferencias de medias entre los estudiantes de alta y baja motivación hacia la asignatura de Biología y Geología

| | Motivación BG | | | | | | F | η_p^2 |
|--|---------------|------|---------------|------|--------------|------|----------|------------|
| | Totales | | | | | | | |
| | | | Alta (n = 83) | | Baja (n =94) | | | |
| | M | DT | M | DT | M | DT | | |
| Motivación hacia una futura profesión científica | 4.22 | 1.75 | 5.44 | 1.21 | 3.13 | 1.40 | 136.23** | 0.44 |
| Autodeterminación | 5.44 | 1.37 | 6.27 | 0.76 | 4.71 | 1.38 | 82.31** | 0.32 |
| Motivación por la nota | 5.23 | 1.41 | 6.16 | 0.66 | 4.41 | 1.39 | 107.96** | 0.38 |
| Motivación intrínseca | 5.05 | 1.36 | 5.99 | 0.75 | 4.23 | 1.23 | 128.61** | 0.42 |
| Autoeficacia | 4.67 | 1.37 | 5.53 | 0.79 | 3.90 | 1.32 | 95.28** | 0.35 |

** $p<.01$

Los resultados de la Tabla 2 revelan diferencias significativas entre los estudiantes con alta y baja motivación hacia la Biología y Geología en varias dimensiones relacionadas con estrategias de aprendizaje ($V=.32$, $F(5.17)=16.40$, $p<.001$), metas académicas ($V=.21$, $F(4.17)=11.29$, $p<.001$) y expectativas académicas ($V=.26$, $F(2.17)=31.03$, $p<.001$). Los estudiantes con alta motivación obtuvieron puntuaciones más altas en estrategias de aprendizaje en comparación con los menos motivados, cuyas puntuaciones fueron más bajas. En cuanto a las metas académicas, los estudiantes altamente motivados se orientaron más hacia la tarea ($M=6.05$), mientras que los de baja motivación mostraron mayor tendencia a evitar el esfuerzo ($M=4.11$ frente a $M=3.53$). Además, los estudiantes más motivados tuvieron expectativas académicas significativamente más altas ($M=6.14$), mientras que los de baja motivación presentaron expectativas más negativas ($M=3.25$).

Los resultados indican tamaños del efecto de moderados a grandes en la mayoría de las variables analizadas. Destacan la orientación a la evitación del esfuerzo con un tamaño del efecto de .40, seguida por la expectativa académica positiva ($\eta_p^2=.26$) y la orientación a la autofrustración del ego ($\eta_p^2=.24$). Estas dimensiones sugieren un impacto considerable en la motivación hacia Biología y Geología. También resulta destacable la estrategia de elaboración ($\eta_p^2=.21$) y la orientación a la tarea ($\eta_p^2=.17$), las cuales reflejan efectos moderados. El resto de las variables muestran tamaños de efecto más bajos, pero siguen siendo indicativos de efectos considerables.

Tabla 2. Resultados del análisis de diferencia de medias entre los dos grupos.

| | Motivación BG | | | | | | F | η_p^2 |
|--|---------------|------|-------------|------|-------------|------|---------|------------|
| | Totales | | Alta (n=83) | | Baja (n=94) | | | |
| | M | DT | M | DT | M | DT | | |
| Estrategias de organización | 4.30 | 1.79 | 4.92 | 1.73 | 3.77 | 1.68 | 19.99** | 0.10 |
| Manejo del tiempo y ambiente de estudio | 4.42 | 1.26 | 4.93 | 1.15 | 3.96 | 1.18 | 30.67** | 0.15 |
| Búsqueda de ayuda | 4.76 | 1.37 | 5.26 | 1.18 | 4.31 | 1.37 | 23.82** | 0.12 |
| Estrategias de elaboración | 4.50 | 1.35 | 5.17 | 0.99 | 3.92 | 0.10 | 46.68** | 0.21 |
| Pensamiento crítico | 4.03 | 1.34 | 4.52 | 1.12 | 3.60 | 1.38 | 23.52** | 0.12 |
| Orientación a la tarea | 5.54 | 1.16 | 6.05 | 0.73 | 5.08 | 1.28 | 36.96** | 0.17 |
| Orientación al autoensalzamiento del ego | 3.81 | 1.55 | 4.17 | 1.58 | 3.49 | 1.43 | 8.91** | 0.05 |
| Orientación a la evitación del esfuerzo | 3.84 | 1.47 | 3.53 | 1.40 | 4.11 | 1.47 | 710** | 0.40 |
| Orientación a la autofrustración del ego | 4.04 | 2.05 | 4.37 | 1.97 | 3.74 | 2.09 | 4.24* | 0.24 |
| Expectativas académicas positivas | 5.38 | 1.37 | 6.14 | 0.88 | 4.73 | 1.39 | 62.32** | 0.26 |
| Expectativas académicas negativas | 3.19 | 1.51 | 2.22 | 1.35 | 3.25 | 1.51 | 22.21** | 0.11 |

** $p<.01$; * $p<.05$

4.3. Predicción de la motivación hacia la Biología y Geología a partir de estrategias de aprendizaje, metas y expectativas académicas

La tercera pregunta de investigación busca predecir qué variables influyen en la motivación de los estudiantes en la asignatura de Biología y Geología. Para abordar esta cuestión, se utilizó un análisis de regresión logística binaria por bloques, lo que permitió plantear tres modelos explicativos (ver Tabla 3).

El primer modelo incluye las variables de estrategias de aprendizaje. En este bloque del análisis los coeficientes de las variables son significativos ($p < .05$) excepto para la estrategia de pensamiento crítico. Este primer modelo resulta estadísticamente significativo ($\chi^2 = 68.29$; $p < .001$) y clasifica correctamente el 75.5% de los casos. El resultado obtenido para la prueba de Hosmer y Lemeshow muestra que los datos se ajustan al modelo ($p = .19$). La inclusión de las variables de metas académicas en el segundo modelo implica una mejora significativa en este ($\chi^2 = 84.119$; $p < .001$). Además, predice correctamente al 79.1% de los casos, evidenciando un aumento en el poder explicativo del modelo (R^2 de Nagelkerke = 0.50). El modelo se ajustó satisfactoriamente a los datos ($p = .57$). Finalmente, el modelo III introduce las variables relacionadas con las expectativas académicas de los estudiantes. La inclusión de estas variables implica un modelo más robusto ($\chi^2 = 105.066$; $p < .001$). El porcentaje global de clasificación correcta alcanza un 82.5%, con un poder explicativo notablemente alto (R^2 de Nagelkerke = 0.60). Igual que en los casos anteriores, el Modelo III se ajusta a los datos ($p = .59$).

Tabla 3. Resultados del análisis de regresión logística binaria

| | Modelo I | | | Modelo II | | | Modelo III | | |
|--|----------|------|------|-----------|------|------|------------|------|------|
| | B | E.E. | R.P. | B | E.E. | R.P. | B | E.E. | R.P. |
| Constante | 8.15 | 1.27 | | 11.82 | 2.25 | | 16.87 | 3.42 | |
| Estrategias de organización | -0.28* | 0.11 | 0.76 | -0.28* | 0.13 | 0.76 | -0.27* | 0.14 | 0.76 |
| Manejo del tiempo y ambiente de estudio | -0.54* | 0.18 | 0.58 | -0.68** | 0.20 | 0.51 | -0.57* | 0.23 | 0.57 |
| Búsqueda de ayuda | -0.38* | 0.15 | 0.68 | -0.43* | 0.17 | 0.65 | -0.41* | 0.19 | 0.66 |
| Estrategias de elaboración | -0.42* | 0.19 | 0.66 | -0.21 | 0.23 | 0.81 | -0.23 | 0.26 | 0.79 |
| Pensamiento crítico | -0.16 | 0.17 | 0.85 | -0.17 | 0.18 | 0.84 | -0.25 | 0.20 | 0.78 |
| Orientación a la tarea | | | | -0.40 | 0.26 | 0.67 | -0.18 | 0.28 | 0.83 |
| Orientación al autoensalzamiento del ego | | | | -0.13 | 0.14 | 0.88 | -0.18 | 0.16 | 0.83 |
| Orientación a la evitación del esfuerzo | | | | 0.72 | 0.16 | 1.07 | 0.56 | 0.18 | 1.06 |
| Orientación a la autofrustración del ego | | | | -0.31* | 0.11 | 0.73 | -0.41* | 0.13 | 0.66 |
| Expectativas académicas positivas | | | | | | | -0.99* | 0.32 | 0.37 |
| Expectativas académicas negativas | | | | | | | -0.40 | 0.25 | 0.96 |

B: coeficiente de regresión; E.E.: error estándar; R.P.: razón de probabilidades.

** $p < .01$; * $p < .05$

En la Tabla 3, se observa que las estrategias de aprendizaje juegan un papel importante en la motivación hacia la asignatura de Biología y Geología. Exceptuando el pensamiento crítico, el resto de las estrategias contribuyen a los niveles de motivación hacia la asignatura estudiada. Concretamente, atendiendo al modelo I, la estrategia de organización es la variable que más contribuye. Así, cuanto mayor es el uso de estrategias de organización por parte del estudiante menos probabilidades tiene de manifestar baja motivación hacia Biología y Geología (razón de probabilidades 0.76). En esta misma línea se mantienen el manejo del tiempo y ambiente de estudio ($B = -0.54$; $p < .05$; razón de probabilidades 0.58) y la búsqueda de ayuda ($B = -0.38$; $p < .05$; razón de probabilidades 0.68). En este primer modelo, la estrategia de elaboración también resulta significativa, siendo una estrategia de aprendizaje que contribuye a la motivación en Biología y Geología ($B = -0.42$; $p < .05$, razón de probabilidades 0.66). Sin embargo, cuando al modelo II se incorporan las variables de metas académicas, la estrategia de elaboración deja de contribuir, pasando la orientación a la autofrustración del ego a ser significativa ($B = -0.31$; $p < .05$). Así, un incremento de una unidad en el valor de esta variable disminuye la probabilidad de manifestar baja motivación en un 27% (razón de probabilidades 0.73). Finalmente, en el modelo III, la incorporación de las expectativas académicas positivas resulta determinante. Así, cuando los estudiantes tienen convicción en su capacidad para lograr un buen rendimiento, la probabilidad de tener baja motivación hacia la asignatura de Biología y Geología disminuye ($B = -0.99$; $p < .05$). Con ello, un

incremento de una unidad en el valor de esta variable disminuye la probabilidad de pertenecer al grupo de estudiantes que tienen motivación baja hacia la materia (razón de probabilidades 0.37).

5. Discusión

El objetivo del trabajo fue analizar cómo las estrategias de aprendizaje, las metas académicas y las expectativas académicas influyen en la motivación de los estudiantes de 3.º de ESO hacia la Biología y la Geología. Para lograrlo, se adaptó y validó el SMQ-II, con el fin de medir la motivación de los estudiantes españoles de Educación Secundaria Obligatoria en estas asignaturas.

La primera pregunta de investigación se orientó a evaluar la validez y la fiabilidad del SMQ-II como instrumento para medir la motivación hacia la asignatura de Biología y Geología en estudiantes españoles de 3.º de ESO. Los resultados confirman la estructura original de cinco factores en el contexto de Biología y Geología. Estos resultados coinciden con estudios previos que han validado este instrumento tanto en otros contextos culturales como en otras disciplinas científicas (Ardura y Pérez-Bitrián, 2018; Guay y Bereau, 2018; Lang y Šorgo, 2024). Aun así, es necesario mencionar que muchos estudios no han logrado aportar evidencia de validez suficiente para respaldar la estructura interna propuesta del instrumento (Komperda *et al.*, 2020). No obstante, en el presente trabajo, la alta fiabilidad de las subescalas confirma la robustez del instrumento. Este hallazgo destaca la eficacia del SMQ-II al adaptarse a diferentes contextos educativos y áreas científicas. Dado que la motivación puede variar según la asignatura, contar con herramientas específicas para medirla en cada materia es esencial para comprender mejor los factores motivacionales del estudiantado.

La segunda pregunta de investigación buscó analizar las diferencias en estrategias de aprendizaje, metas y expectativas académicas según el nivel de motivación de los estudiantes en Biología y Geología. Los resultados muestran que los estudiantes altamente motivados utilizan con mayor frecuencia estrategias de aprendizaje eficaces, mientras que los menos motivados las emplean en menor medida. Este hallazgo, en línea con estudios previos en otros contextos (Farnam y Anjomshoaa, 2020; Pintrich, 2003), destaca la importancia de enseñar estrategias de aprendizaje efectivas, ya que muchos estudiantes recurren a métodos ineficaces por desconocer alternativas más adecuadas (Cembrani *et al.*, 2023). Incluso cuando conocen estrategias eficaces, algunos estudiantes no las aplican (Rea *et al.*, 2022). En cuanto a las metas académicas, los estudiantes motivados hacia Biología y Geología se centran en aprender y dominar el contenido, mientras que los estudiantes menos motivados tienden a evitar tareas exigentes. Un hallazgo importante es que los estudiantes más motivados tienden a preocuparse más por la evaluación externa y a evitar situaciones que puedan dañar su autoimagen, lo que sugiere que una alta autoexigencia puede generar frustración. Esto resalta la necesidad de que los docentes implementen estrategias para manejar la frustración y ayudar a los estudiantes a mantener una actitud positiva ante los desafíos (Huang y Zhu, 2023).

Los resultados también apuntan que los estudiantes altamente motivados hacia Biología y Geología tienen expectativas de aprendizaje más altas. En cambio, los estudiantes con baja motivación tienden a tener expectativas negativas. Estos resultados coinciden con estudios previos que subrayan cómo las expectativas académicas positivas mejoran el desempeño en materias complejas, como las ciencias, y son clave en la elección de carreras STEM (Farnam y Anjomshoaa, 2020; Yeung, 2024). Por lo tanto, es esencial trabajar no solo en las competencias académicas de los estudiantes, sino también en sus percepciones sobre su capacidad para tener éxito.

La última pregunta de investigación exploró cómo las estrategias de aprendizaje, las metas y las expectativas académicas predicen la motivación del estudiantado hacia Biología y Geología. Los resultados apuntan a que, si bien, como señalan Wild y Neef (2023) para Matemáticas, las estrategias de aprendizaje son importantes a la hora de predecir la motivación de los estudiantes hacia Biología y Geología, este trabajo manifiesta que junto con estas es necesario considerar variables como las metas y expectativas académicas. En concreto los resultados subrayan que estrategias como la organización, la búsqueda de ayuda y el manejo del tiempo tienen una influencia destacable en la predicción de la motivación hacia Biología y Geología. Además, los resultados indican que la frustración de los estudiantes consigo mismos puede impulsarlos a esforzarse más y mantener su motivación, a pesar de las dificultades. Los beneficios de la frustración durante el aprendizaje son mencionados por Wang y Tsai (2020). Sin embargo, estos autores también señalan que, si el estudiantado experimenta frustración de manera persistente y no recibe el apoyo adecuado, esto puede llevar a una disminución de su compromiso y del aprendizaje.

Un resultado destacable es que la orientación hacia la autofrustración del ego se muestra como un predictor más significativo de la motivación que la estrategia de elaboración. Este dato sugiere que la gestión emocional, en particular la capacidad de enfrentar la frustración personal, puede ser un factor más determinante para la motivación académica que algunas estrategias cognitivas de aprendizaje. En esta línea, como apunta Wang (2012), tolerar la frustración tiene impacto en la habilidad de aprendizaje de los estudiantes. Esto resalta la importancia de incorporar en la enseñanza intervenciones que ayuden al estudiantado a manejar sus emociones y frustraciones frente a los desafíos académicos. Finalmente, las expectativas académicas positivas también apuntan como un factor importante para la predicción de la motivación. Así, la percepción que el estudiantado tiene sobre su capacidad para tener éxito en la asignatura influye en su nivel de motivación. Esta relación es coherente con estudios previos, que destacan cómo estas expectativas también predicen la autoeficacia en áreas específicas, como las matemáticas, donde una percepción positiva de competencia académica puede fomentar la motivación (Yesuf *et al.*, 2023).

Un hallazgo de este estudio indica que el pensamiento crítico no tiene un impacto significativo en la motivación de los estudiantes hacia Biología y Geología. Esto sugiere que los estudiantes no perciben esta

estrategia como relevante para su motivación en esta asignatura, mostrando preferencia por enfoques más prácticos, como la organización del estudio, la gestión del tiempo o la búsqueda de ayuda ante dificultades. Este resultado contrasta con los aportados por Valenzuela *et al.* (2023) que afirman que una mayor motivación implica una mayor aplicación del pensamiento crítico. Sin embargo, estos mismos autores (Valenzuela *et al.*, 2023) apuntan a que, si un estudiante no tiene interés o no ve utilidad en aplicar el pensamiento crítico en una situación determinada, es probable que no lo utilice, incluso si tiene la capacidad necesaria para hacerlo. Con ello, esta falta de aplicación del pensamiento crítico en la asignatura Biología y Geología podría estar relacionada con la instrumentalización del aprendizaje, donde los estudiantes tienden a priorizar habilidades necesarias para aprobar la asignatura y cumplir con objetivos inmediatos. Este resultado invita a reflexionar sobre la posibilidad de que, si la metodología y la evaluación en Biología y Geología no fomentan el pensamiento crítico, el estudiantado podría no percibirlo como un elemento clave para desempeñarse con éxito en esta materia. Aunque esta habilidad es esencial para el aprendizaje, su impacto podría quedar restringido si no se incorpora de manera explícita en los enfoques pedagógicos, ya que los estudiantes tienden a enfocarse en lo que consideran relevante para alcanzar sus objetivos académicos (Palma *et al.*, 2021).

Una de las limitaciones del estudio es el uso de instrumentos de autoinforme, los cuales, aunque comunes en la investigación educativa (Pekrun, 2020), pueden estar sujetos a sesgos de deseabilidad social o interpretaciones personales de los ítems por parte de los estudiantes. Asimismo, se debe tomar como limitación el tamaño muestral. Aunque esta tiene un tamaño moderado para el tipo de diseño propuesto, hay que tener en cuenta que los resultados del trabajo son una aproximación inicial al tema planteado.

Otra limitación que debemos tener presente deriva del valor de índice de ajuste RMSEA obtenido en la Escala de Expectativas Académicas y el SMQII (.09). Si bien las recomendaciones suelen situar el umbral aceptable en valores inferiores a .08, en estos casos se supera ligeramente. No obstante, de acuerdo con las recomendaciones de Byrne (2010), la evaluación del ajuste de un modelo no debe basarse en un único índice, sino en la consideración conjunta de varios. En este estudio, la evaluación conjunta de los índices de ajuste sugiere que el modelo presenta un ajuste razonable.

En relación con la fiabilidad de algunas de las subescalas, han obtenido valores de Omega de McDonald entre .60 y .70, que se consideran aceptables (Hayes y Coutts, 2020). Si bien la subescala de *búsqueda de ayuda* del CEAM II obtuvo un valor de Omega más ajustado, este resultado puede interpretarse teniendo presente el reducido número de ítems en dicha subescala, lo que tiende a disminuir las estimaciones de consistencia interna. Aun así, este valor debe interpretarse con cierta cautela.

Finalmente, de cara a futuros estudios resultaría de interés incorporar otras variables que podrían tener relevancia para el estudio. Por ejemplo, sería interesante considerar las características del entorno familiar, el clima del aula o factores relacionados con las características y expectativas del profesorado, ya que estos pueden influir en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes. Asimismo, sería interesante realizar una comparativa sobre la motivación académica del estudiantado en diferentes áreas STEM, para identificar posibles diferencias y similitudes en los factores que influyen en su motivación y rendimiento. Esta comparación podría ayudar a conocer si la motivación varía según la disciplina y qué estrategias pueden ser más efectivas en cada contexto.

Referencias

- Ardura, D. y Pérez-Bitrián, A. (2018). The effect of motivation on the choice of chemistry in secondary schools: Adaptation and validation of the Science Motivation Questionnaire II. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 905-918. <https://doi.org/10.1039/C8RP00098K>
- Avargil, S., Sterimbaum, G. y Dahley-Zoabi, H. (2024). Factors shaping the choice in chemistry: insights from undergraduate students within a societal context. *Chemistry Education Research and Practice*, 25(3), 934-948. <https://doi.org/10.1039/D4RP00058G>
- Bayanova, A. R., Orekhovskaya, N. A., Sokolova, N. L., Shaleeva, E. F., Knyazeva, S. A. y Budkevich, R. L. (2023). Exploring the role of motivation in STEM education: A systematic review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(4), Artículo em2250. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13086>
- Byrne, B. M. (2010). *Structural Equation Modeling with AMOS*. Taylor & Francis
- Cembrani, V., Serbati, A. y Mulatti, C. (2023). Study methods and learning strategies: What do students know? A survey at the University of Trento. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies*, 27, 101-119. <https://doi.org/10.7358/ecps-2023-027-cemb>
- Coombes, L., Bristowe, K., Ellis-Smith, C., Aworinde, J., Fraser, L. K., Downing, J., Bluebond-Langner, M., Chambers, L., Murtagh, F. E. y Harding, R. (2021). Enhancing validity, reliability and participation in self-reported health outcome measurement for children and young people: A systematic review of recall period, response scale format, and administration modality. *Quality of Life Research*, 30, 1803-1832. <https://doi.org/10.1007/s11136-021-02814-4>
- Farnam, A. y Anjomshoa, H. (2020). The relationship between metacognition skills with academic motivation and academic achievement among high school students in Kerman, Iran. *International Journal of Pediatrics*, 8(1), 10759-10766. <https://doi.org/10.22038/ijp.2020.45608.3731>
- Fiorella, L., Yoon, S. Y., Atit, K., Power, J. R., Panther, G., Sorbu, S., Uttal, H. y Veurink, N. (2021). Validation of the Mathematics Motivation Questionnaire (MMQ) for secondary school students. *International Journal of STEM Education*, 8(52). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00307-x>

- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N. y Taasobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1159-1176. <https://doi.org/10.1002/tea.20442>
- Guay, F. y Bureau, J. S. (2018). Motivation at school: Differentiation between and within school subjects matters in the prediction of academic achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 54, 42-54. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.05.004>
- 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>
- Hu, L. T. y Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Huang, Z. y Zhu, G. (2023). Exploring the strategies of frustration education for high school students. Taking Mianyang High Schools in Youxian District as examples. *SHS Web of Conferences*, 171, Artículo 02005. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202317102005>
- IBM Corp. (2023.) *IBM SPSS statistics for Windows (version 29.0.2.0)* [Computer software]. IBM Corp.
- JASP Team. (2023). *JASP (Version 0.18.3)* [Computer software]. <https://jasp-stats.org/>
- Kaiser, L. M., Großmann, N. y Wilde, M. (2020). The relationship between students' motivation and their perceived amount of basic psychological need satisfaction – a differentiated investigation of students' quality of motivation regarding biology. *International Journal of Science Education*, 42(17), 2801-2818. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1836690>
- Komperda, R., Hosbeins, N., Philips, M. M. y Barbera, J. (2020). Investigation of evidence for the internal structure of a modified science motivation questionnaire II (mSMQ-II): a failed attempt to improve instrument functioning across course, subject, and wording variants. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 893-907. <https://doi.org/10.1039/D0RP00029A>
- Kwarikunda, D., Schiefele, U., Ssenyonga, J. y Muwonge, C. M. (2020). The relationship between motivation for, and interest in, learning physics among lower secondary school students in Uganda. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 24(3), 435-446. <https://doi.org/10.1080/18117295.2020.1841961>
- Lang, V. y Šorgo, A. (2024). Motivation to learn Biology: Adaptation and validation of a Science Motivation Questionnaire with Slovene secondary school students. *International Journal of Instruction*, 17(3), 137-156
- Liem, G. (2021). Achievement and motivation. *Educational Psychology*, 41, 379-382. <https://doi.org/10.1080/01443410.2021.1924475>
- López-Martín, E. y Ardura, D. (2023). El tamaño del efecto en la publicación científica. *Educación XX1*, 26(1), 9-17. <https://doi.org/10.5944/educxx1.36276>
- McDonald, R. P. (1999). *Test theory: A unified treatment*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Moreno, A. S., Quílez-Robres, A., González, E. M. y Cortés-Pascual, A. (2024). Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en materias STEM en Educación Secundaria. *Revista Fuentes*, 26(1), 36-42. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2024.23324>
- Murphy, S., MacDonald, A., Cen, A. y Danaia, L. (2019). Towards an Understanding of STEM Engagement: A Review of the Literature on Motivation and Academic Emotions. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(3), 304-320. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00054-w>
- Muteti, C. Z., Zarraga, C., Jacob, B. I., Mwarumba, T. M., Nkhata, D. B., Mwavita, M., Mohanti, S. y Mutambuki, J. M. (2021). I realized what I was doing was not working: the influence of explicit teaching of metacognition on students' study strategies in a general chemistry I course. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(1), 122-135. <https://doi.org/10.1039/D0RP00217H>
- Myint, E. T. y Robnett, R. D. (2024). Correlates of adolescents' STEM career aspirations: the importance of academic motivation, academic identity, and gender. *European Journal Psychology of Education*, 39, 189-209. <https://doi.org/10.1007/s10212-023-00681-w>
- Okun, T., Rijavec, M. y Caleta, M. (2022). Association between Attitudes towards Science Subjects and Grades: The Mediation Role of Learning Strategies. *Problems of Education in the 21st Century*, 80(4), 547-564. <https://doi.org/10.33225/pec/22.80.547>
- Palma, M., Ossa, C., Ahumada, H., Moreno, L. y Miranda, C. (2021). Adaptación y validación del test Tareas de Pensamiento Crítico en estudiantes universitarios. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 20(42), 199-212. <https://doi.org/10.21703/rexe.20212042palma12>
- Pekrun, R. (2020). Self-Report is Indispensable to Assess Students' Learning. *Frontline Learning Research*, 8(3), 185-193. <https://doi.org/10.14786/flr.v8i3.637>
- Pintrich, P. R. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667-686. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667>
- Preston, C. C. y Colman, A. M. (2000). Optimal number of response categories in rating scales: Reliability, validity, discriminating power, and respondent preferences. *Acta Psychologica*, 104(1), 1-15. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(99\)00050-5](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(99)00050-5)
- Rea, S. D., Wang, L., Muenks, K. y Yan, V.X. (2022). Students Can (Mostly) Recognize Effective Learning, So Why Do They Not Do It? *Journal of Intelligence*, 10(4), 2-28. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10040127>
- Roces, C., Tourón, J. y González-Torres, M. C. (1995). Validación preliminar del CEAM-II (Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje y Motivación II). *Psicológica: Revista de metodología y psicología experimental*, 16(3), 347-366.

- Rodríguez, D. y Guzmán, R. (2018). Relación entre perfil motivacional y rendimiento académico en Educación Secundaria Obligatoria. *Estudios sobre Educación*, 34, 199-217. <https://doi.org/10.15581/004.34.199-217>
- Sablić, M., Miroslavljević, A. y Labak, I. (2021). Students' Motivation in Natural Science Classes. En L. Daniela (Ed.), *Human, Technologies and Quality of Education* (pp. 635-644). University of Latvia.
- Sánchez, I. (2021). *Estudio sobre las variables estratégico/metodológicas y afectivo-motivacionales de estudiantes y profesores-tutores desde la perspectiva del b-learning* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia]. <https://hdl.handle.net/20.500.14468/17748>
- Schunk, D. H., Meece, J. R. y Pintrich, P. R. (2014). *Motivation in Education: Theory, Research and Affiliation*. Pearson.
- Skaalvik, E. M. (1997). Self-enhancing and self-defeating ego orientation: Relations with task and avoidance orientation, achievement, self-perceptions, and anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 89(1), 71-81. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.89.1.71>
- Schneider, J., Krajcik, J., Lavonen, J., Salmela-Aro, K., Broda, M., Spicer, J., Bruner, J., Moeller, J., Linnansaari, J., Juuti, K. y Viljaranta, J. (2016). Science Classroom Activities and Student Situational Engagement. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(3), 400-421. <https://doi.org/10.1002/tea.21306>
- Suárez-Valenzuela, S. y Suárez, J. M. (2023). Valor predictivo sobre el rendimiento de estrategias de aprendizaje, metas académicas, estilos educativos y expectativas parentales en ESO. *Revista Complutense de Educación*, 34(4), 881-894. <https://doi.org/10.5209/rced.80219>
- Tuan H., Chin C. y Shieh S. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639-654. <https://doi.org/10.1080/0950069042000323737>
- Velayutham S., Aldridge J. y Fraser B. (2011). Development and Validation of an Instrument to Measure Students' Motivation and Self-Regulation in Science Learning. *International Journal of Science Education*, 33(15), 2159-2179. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.541529>
- Valenzuela, J., Nieto, A., Ossa, C., Sepúlveda, S. y Muñoz, C. (2023). Relationships between motivational factors and critical thinking. *European Journal of Education and Psychology*, 16(1), 1-18. <https://doi.org/10.32457/ejep.v16i1.2077>
- Wang, N. (2012). Study on Frustration Tolerance and Training Method of College Students. In B. Liu, M. Ma, y J. Chang (Eds.), *Information Computing and Applications* (pp. 663-668). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-34062-8_86
- Wang, Y. L. y Tsai, C. C. (2020). An Investigation of Taiwanese High School Students' Basic Psychological Need Satisfaction and Frustration in Science Learning Contexts in Relation to Their Science Learning Self-Efficacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 43-59. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09950-x>
- Wild, S. y Neef, C. (2023). Analyzing the associations between motivation and academic performance via the mediator variables of specific mathematic cognitive learning strategies in different subject domains of higher education. *International Journal of STEM Education*, 10(32). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00423-w>
- Yesuf, Y. M., Kebede, S. A., Zewdu, A. y Gebru, D. M. (2023). Predictors of high school students' mathematics self-efficacy in Addis Ababa: The importance of educational expectations. *Frontiers in Psychology*, 13, 927757. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.927757>
- Yeung, J. W. (2024). The Dynamic Relationships between Educational Expectations and Science Learning Performance among Students in Secondary School and Their Later Completion of a STEM Degree. *Behavioral Sciences*, 14(6), 506. <https://doi.org/10.3390/bs14060506>
- Zhang, F., Bae, C. L., Broda, M. D. y Koenka, A. C. (2024). Motivation and Opportunities-to-Learn in Science as Predictors of Student Science Performance. *The Journal of Experimental Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/00220973.2024.2306404>