

Valoración del aprendizaje de la Física y su relación con el género en estudiantes chilenos con altas capacidades

ASSESSMENT OF PHYSICS LEARNING AND ITS RELATIONSHIP WITH GENDER AMONG HIGH-ABILITY CHILEAN STUDENTS

Diego Gaete-Cser*, Caddy Cortés** y Matías Soto***

Resumen: Este estudio transversal descriptivo-comparativo tuvo como objetivo analizar cómo estudiantes chilenos con altas capacidades intelectuales (AACC), entre 12 y 17 años, valoran distintos aspectos del aprendizaje de la física, y si existen diferencias de percepción según el género. Participaron 134 estudiantes del programa Talentos UdeC, provenientes de las regiones del Biobío y Ñuble, con distribución equilibrada por género (66 varones y 68 mujeres) y ciclo educativo. Todos los participantes fueron identificados con AACC y respondieron voluntariamente un cuestionario online administrado durante la pandemia de COVID-19. Se aplicó un cuestionario de 31 ítems con escala Likert (1-7), diseñado para evaluar percepciones sobre contenidos y metodologías en física. Se obtuvo una puntuación global por participante (rango 31-217). La consistencia interna fue alta ($\alpha = 0,94$). Los análisis incluyeron estadísticos descriptivos y la prueba U de Mann-Whitney para comparar puntuaciones según género, con tamaños del efecto (r) e intervalos de confianza (IC 95 %). Los estudiantes valoraron altamente el aprendizaje de la física, destacando actividades prácticas, observación directa de fenómenos y el uso del método científico. Las actividades más abstractas, como simulaciones computacionales y análisis geométricos, fueron relativamente menos valoradas. Se hallaron diferencias significativas por género en la puntuación global ($p = 0,047$; $r = 0,21$), con mayor valoración entre los varones, especialmente en ítems de carácter abstracto. Los resultados sugieren que los estudiantes con AACC muestran una alta motivación por aprender física cuando se utilizan estrategias pedagógicas prácticas, contextualizadas y basadas en la indagación. Al mismo tiempo, las diferencias por género, aunque moderadas, refuerzan la necesidad de intervenciones inclusivas que fortalezcan la participación y el interés de las estudiantes en áreas STEM. Estos hallazgos pueden orientar el diseño de experiencias de enseñanza de la física y de programas de formación docente en contextos de altas capacidades intelectuales.

Palabras claves: Altas capacidades, aprendizaje de la física, diferencias de género, educación STEM.

* Magíster (c) en Psicología, mención Psicología Educativa. Programa Talentos UdeC, Universidad de Concepción. Correo electrónico: digaete@udec.cl. Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-9677-3850>

** Doctora en Ciencias Físicas. Centro de Investigación en Ciencias del Espacio y Física Teórica, Universidad Central de Chile, La Serena, Chile. Correo electrónico caddy.cortes@ucentral.cl. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5003-3762>

*** Doctor en Ciencias Físicas. Grupo de Investigación de Didáctica de Ciencias, Departamento de Física y Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chile, Santiago, Chile. Correo electrónico: matias.soto@uautonoma.cl. Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-2788-4979>

Abstract: This cross-sectional descriptive-comparative study aimed to analyze how Chilean students with high intellectual abilities (HIA), aged 12 to 17, value different aspects of physics learning, and whether perceptions differ by gender. A total of 134 students from the Talentos UdeC program, located in the Biobío and Ñuble regions, participated with balanced distribution by gender (66 males and 68 females) and educational level. All participants were identified as HIA and voluntarily completed an online questionnaire administered during the COVID-19 pandemic. A 31-item Likert-scale questionnaire (1–7) was applied to assess perceptions regarding physics content and methodologies. A global score was obtained for each participant (range 31–217). Internal consistency was high ($\alpha = 0.94$). Analyses included descriptive statistics and the Mann-Whitney U test to compare scores by gender, with effect sizes (r) and 95% confidence intervals. Students highly valued physics learning, particularly practical activities, direct observation of phenomena, and the use of the scientific method. More abstract activities, such as computer simulations and geometric analyses, were relatively less valued. Significant gender differences were found in the global score ($p = 0.047$; $r = 0.21$), with higher valuation among males, especially in abstract items. The results suggest that HIA students show strong motivation to learn physics when practical, contextualized, and inquiry-based pedagogical strategies are employed. At the same time, gender differences, although moderate, highlight the need for inclusive interventions that strengthen female students' participation and interest in STEM fields. These findings may inform the design of physics teaching experiences and teacher training programs in contexts involving high intellectual abilities.

Keywords: High intellectual abilities, physics learning, gender differences, STEM education.

Recibido: 29 Julio 2025 / Aceptado: 4 Diciembre 2025

Introducción

La educación de estudiantes con altas capacidades (AACC) implica atender necesidades cognitivas, socioemocionales y motivacionales específicas que exceden las demandas habituales del currículo escolar. Los modelos contemporáneos de desarrollo del talento ponen el acento en la provisión de oportunidades sistemáticas de enriquecimiento, aceleración flexible y mentoría, en lugar de centrarse únicamente en la identificación del potencial (Renzulli & Reis, 2014; Subotnik et al., 2011; Van Tassel-Baska & Stambaugh, 2008). Estudios cualitativos con alumnado talentoso muestran que, cuando la enseñanza ofrece retos intelectuales, opciones de elección y un clima de apoyo, los estudiantes reportan mayor compromiso, satisfacción y sentido de pertenencia, mientras que la ausencia de estas condiciones se asocia con aburrimiento, desajuste y bajo rendimiento relativo dentro de su grupo de pares (Gallagher et al., 1997; Kanevsky & Keighley, 2003).

Asimismo, la investigación evidencia que, a pesar de su potencial elevado, los estudiantes con altas capacidades constituyen una población diversa y heterogénea tanto en sus perfiles cognitivos como socioemocionales (Öpengin & Bal Sezerel, 2023; Rocha et al., 2024). Aun así, estudios recientes han indicado que, generalmente, los estudiantes talentosos presentan un buen ajuste socioemocional y bajos niveles de psicopatología en comparación con sus pares no identificados como talentosos (Duplenne et al., 2024).

En lo que respecta específicamente a la enseñanza y aprendizaje de la física en estudiantes talentosos, la literatura identifica ciertas características esenciales para la efectividad educativa. Estos estudiantes suelen responder bien a metodologías que implican la observación directa de fenómenos, la formulación de hipótesis y la experimentación como formas de construcción de conocimiento científico (Čepič, 2018). Makkonen et al. (2023) destacan factores específicos que pueden ayudar o dificultar el desarrollo del talento científico, tales como la calidad del apoyo parental especializado, las interacciones enriquecidas con pares igualmente motivados y la presencia de docentes capaces de equilibrar adecuadamente teoría y práctica en el aula. Estas condiciones resultan fundamentales para que los estudiantes talentosos puedan desarrollar plenamente su potencial en ciencias físicas, requiriendo así un enfoque diferenciado y enriquecido en su educación.

Paralelamente, existe una preocupación creciente en la literatura respecto a las diferencias de género en las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), particularmente en física, debido a la persistente subrepresentación femenina en estas áreas (Freeman & Garces-Bacsal, 2021; Heilbronner, 2013). Se han identificado diversos factores que podrían contribuir a esta brecha, incluyendo estereotipos socioculturales acerca de quién puede desempeñarse bien en ciencias, expectativas diferenciadas por género por parte de docentes y familias, así como la escasez de modelos femeninos visibles en el campo de la física (Ladewig et al., 2020; Randolph et al., 2022; Verdugo-Castro et al., 2022). Estudios como el de Wulff et al. (2018) han demostrado la efectividad de entornos educativos que fomentan una identidad segura para las niñas y jóvenes en física, mediante agrupaciones específicas, uso de contenidos relevantes para ellas y mentorías específicas, fortaleciendo así su percepción de autoeficacia y pertenencia en STEM. De manera similar, Li & Singh (2023) señalan la importancia del reconocimiento positivo y explícito por parte del profesorado hacia las estudiantes, aspecto crítico para mejorar la autopercepción y la continuidad en la elección de carreras científicas, especialmente en física.

Pese a estos antecedentes internacionales, la literatura en contextos específicos como el chileno es particularmente escasa respecto a cómo estudiantes con altas capacidades intelectuales perciben la importancia del estudio de la física, qué métodos prefieren y cómo podrían estar influenciados estos aspectos por el género. Esta falta de evidencia empírica limita la posibilidad de desarrollar intervenciones educativas plenamente informadas y adaptadas al contexto local. El presente estudio busca contribuir al cierre de esa brecha, aportando evidencia cuantitativa sobre las percepciones de estudiantes AACCC frente al aprendizaje de la física, en función del género, desde una muestra diversa del programa Talentos UdeC.

En el caso chileno, análisis recientes de la educación de estudiantes con altas capacidades señalan que, desde 2001, el apoyo más sistemático se ha articulado a través de programas universitarios de enriquecimiento que funcionan en alianza con escuelas y liceos, atendiendo principalmente a estudiantes de establecimientos públicos y subvencionados (Gómez-Arízaga et al., 2020; Gómez-Arízaga, Conejeros-Solar, & Cornejo-Araya, 2024; Navarro-Saldaña et al., 2024). Estos programas han contribuido a visibilizar la temática y a ofrecer oportunidades de profundización académica, pero su cobertura sigue siendo limitada y concentrada en ciertas regiones, lo que refleja importantes inequidades territoriales y socioeconómicas. A nivel de política pública, si bien la Ley de Inclusión Escolar y el Decreto 83/2015 han impulsado un enfoque más amplio de diversidad y necesidades educativas especiales, diversos documentos técnicos han advertido que las AACCC continúan siendo una categoría poco definida, con protocolos de identificación incipientes, escasa formación docente específica y débil articulación entre las iniciativas existentes y el resto del sistema escolar (Gómez-Arízaga et al., 2024; Mineduc, 2015; Conejeros-Solar, Gómez-Arízaga, & Sandoval-Rodríguez, 2025).

En el ámbito específico de las disciplinas STEM, informes internacionales y regionales muestran que en América Latina y el Caribe persisten brechas de participación femenina, pese a ciertos avances en la matrícula: las mujeres representan alrededor de un tercio a poco más del 40 % de las titulaciones en áreas STEM, con una presencia especialmente baja en física, ingeniería y tecnologías (UNESCO, 2017; UNDP, 2024; OECD, 2025). En Chile, estudios recientes sobre trayectorias educativas en STEM y sobre interés situacional por la física en estudiantes de enseñanza media han documentado patrones de género diferenciados en la elección de rutas formativas y en el compromiso con la disciplina (Lavonen et al., 2021). Sin embargo, prácticamente no existen investigaciones que aborden estas brechas en poblaciones con AACCC ni que examinen cómo estudiantes talentosos que participan en programas de enriquecimiento experimentan el aprendizaje de la física y construyen su relación con las disciplinas científicas (Gómez-Arízaga et al., 2020). Este vacío empírico refuerza la pertinencia de generar evidencia situada que articule altas capacidades, aprendizaje de la física y género en contextos latinoamericanos

En este contexto, el presente estudio se propone aportar evidencia empírica situada sobre la percepción del aprendizaje de la física en estudiantes con AACCC que participan en el programa Talentos UdeC, en Chile. Mediante un diseño observacional, transversal y comparativo, se describen los aspectos del aprendizaje de la física que este alumnado valora en mayor y menor medida y se examinan posibles diferencias según género. De este modo, el trabajo dialoga con investigaciones previas sobre interés en la física en contextos chilenos y sobre dimensiones psicosociales de estudiantes talentosos con intereses en STEM, pero introduce un foco original al analizar específicamente la percepción del aprendizaje de la física en una muestra de estudiantes con AACCC vinculados a un programa universitario de enriquecimiento (Gómez-Arízaga et al., 2020; Lavonen et al., 2021). Se espera que estos hallazgos ofrezcan insumos relevantes para el diseño de políticas y programas que promuevan prácticas pedagógicas inclusivas y diferenciadas, tanto en el sistema escolar como en iniciativas extracurriculares de la región, cuestión que se desarrolla en los objetivos, preguntas de investigación e hipótesis planteados a continuación.

Objetivos, preguntas de investigación e hipótesis

Este estudio tiene como propósito abordar las lagunas existentes en la literatura nacional respecto a la percepción del aprendizaje de la física en estudiantes con altas capacidades intelectuales (AACC), y cómo dicha percepción puede estar modulada por el género. Si bien estudios internacionales han documentado consistentemente diferencias en la relación de niñas y niños con disciplinas STEM, estos patrones no han sido suficientemente examinados en contextos latinoamericanos ni en poblaciones con alto potencial cognitivo. A partir de este vacío, se plantea un enfoque empírico que permita describir y comparar cómo los estudiantes AACC valoran distintos aspectos del aprendizaje de la física, aportando insumos para un diseño curricular más informado y equitativo. Concretamente, se busca responder a las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué importancia asignan estudiantes con altas capacidades a distintos aspectos del estudio de la física?
2. ¿Existen diferencias según género en estas percepciones?

Los objetivos específicos que orientan este estudio son:

- **Objetivo 1:** Describir los aspectos del aprendizaje de la física que son más valorados por estudiantes con altas capacidades intelectuales, en el contexto del programa Talentos UdeC.
- **Objetivo 2:** Evaluar si existen diferencias significativas en dicha valoración según el género de los estudiantes.

En base a antecedentes teóricos y empíricos (Freeman & Garces-Bacsal, 2021; Heilbronner, 2013; Li & Singh, 2023), se plantea la siguiente hipótesis principal:

H1: Los estudiantes varones con altas capacidades mostrarán una percepción globalmente más favorable respecto al aprendizaje de la física que sus pares mujeres.

Esta hipótesis se fundamenta en la literatura previa que documenta desigualdades de género en la autopercepción, interés y persistencia en física, incluso cuando las capacidades cognitivas son equivalentes (Freeman & Garces-Bacsal, 2021; Heilbronner, 2013; Li & Singh, 2023). En particular, se ha observado que las mujeres tienden a valorar menos ciertos contenidos abstractos o teóricos en física, lo que podría explicar diferencias en su orientación vocacional hacia esta disciplina. No se plantean hipótesis secundarias, pero se incluyen análisis exploratorios para observar posibles variaciones según ciclo educativo, que podrían orientar futuras investigaciones.

Finalmente, esta hipótesis guarda coherencia con el enfoque metodológico adoptado en el estudio. El diseño transversal y la estrategia comparativa permiten examinar diferencias de grupo en un único punto temporal, adecuándose a los objetivos descriptivo-comparativos planteados.

Método

Criterios de inclusión y exclusión

La muestra se conformó por estudiantes identificados con altas capacidades intelectuales por el programa Talentos UdeC, que durante el periodo de aplicación asistían regularmente a sus actividades de enriquecimiento y contaban con autorización institucional para participar en estudios educativos. Se excluyeron registros con información incompleta, formularios duplicados y aquellos casos en que los estudiantes o sus familias expresaron explícitamente su negativa a participar.

Características de los participantes

Participaron 134 estudiantes (66 varones y 68 mujeres) entre 5.º básico y 4.º medio, provenientes de establecimientos escolares de las regiones del Biobío y Ñuble. Todos habían sido previamente evaluados y reconocidos por el programa como estudiantes con alta capacidad intelectual, de acuerdo con los criterios de identificación psicométrica y pedagógica establecidos por Talentos UdeC.

Procedimientos de muestreo

Se utilizó un muestreo de tipo intencionado (no probabilístico), invitando a todos los estudiantes que cumplieran los criterios de inclusión y que se encontraban inscritos en el programa durante el periodo de estudio. La invitación se envió por correo electrónico a las familias y a los propios estudiantes, junto con el enlace al cuestionario y la carta de información. La participación fue voluntaria, sin incentivos materiales, y condicionada a la aceptación de un consentimiento informado online por parte de los cuidadores y del asentimiento del estudiante cuando correspondía. Respondieron 134 estudiantes, lo que representa una tasa de participación aproximada del 74,4 % respecto del universo de estudiantes convocados. El estudio se realizó en el marco de las actividades regulares del Programa Talentos UdeC. Al momento de su matrícula, los y las participantes autorizan su incorporación a investigaciones desarrolladas por el programa, las que se llevan a cabo bajo la supervisión y autorización de la Vicerrectoría de la Universidad de Concepción.

Tamaño, poder y precisión de la muestra

Se realizó una estimación a priori del tamaño muestral utilizando el software G*Power 3.1 (Faul et al., 2009), considerando un contraste bilateral para diferencia de medias (prueba U), con tamaño del efecto medio ($d = 0,5$), $\alpha = 0,05$ y poder estadístico de 0,80. El cálculo indicó un mínimo de 128 participantes. La muestra obtenida ($N = 134$) fue suficiente para detectar diferencias de magnitud media con adecuada potencia.

Medidas y covariables

Se utilizó el cuestionario Percepción de la Importancia de la Física, de elaboración propia por parte de un equipo docente interdisciplinario. El instrumento incluyó 31 ítems tipo Likert (1 = “Nada importante”; 7 = “Muy importante”) que evaluaban distintos aspectos del aprendizaje de la física: fenómenos observables, experimentación, uso del método científico, contenidos abstractos, simulaciones y elementos matemáticos.

No se emplearon covariables en los análisis. Las únicas variables consideradas para comparación fueron el género y, de forma exploratoria, el ciclo educativo.

Recolección de datos

Los datos se recolectaron entre el 15 de noviembre de 2020 y el 15 de enero de 2021, periodo en que el programa Talentos UdeC desarrollaba sus actividades en modalidad no presencial debido a la pandemia de COVID-19. La encuesta se administró mediante un cuestionario online alojado en Google Forms, cuyo enlace se envió por correo electrónico a los estudiantes y sus familias. Antes de acceder a las preguntas, los participantes leían una carta de información y, en el caso de los menores de edad, se solicitaba el consentimiento parental y el asentimiento del estudiante mediante casillas de verificación. El formulario no registró nombres ni otros datos identificatorios directos, y se informó que las respuestas serían tratadas de forma confidencial. El uso de un formato online en contexto de enseñanza remota pudo implicar variaciones en las condiciones de respuesta (por ejemplo, disponibilidad de dispositivos, calidad de la conexión o presencia de otras personas en el hogar), aspecto que se considera posteriormente entre las limitaciones del estudio.

Calidad de las mediciones

El cuestionario fue revisado por tres expertos en enseñanza de la física y evaluación educativa, quienes evaluaron la claridad, pertinencia y cobertura de los ítems. Sobre la base de sus sugerencias se realizaron ajustes menores de redacción y se eliminaron ítems con baja correlación ítem-total ($r < .30$). Además, durante la depuración de la base de datos se descartaron registros con más del 10 % de omisiones, con el fin de asegurar la calidad de las mediciones y reducir el impacto de respuestas aleatorias o inatentas.

Instrumentación

El cuestionario demostró una alta consistencia interna, con un alfa de Cronbach de $\alpha = 0,94$. Si bien no se aplicó un análisis factorial completo, se evaluó validez de contenido por juicio de expertos y coherencia entre bloques de ítems.

Anonimato

La participación fue completamente anónima. No se recolectaron nombres, correos ni códigos de identificación. Dado que el estudio no implicó manipulación experimental, no se aplicaron procedimientos de cegamiento entre quienes administraron el instrumento y quienes analizaron los datos.

Psicometría

Además de la consistencia interna ($\alpha = 0,94$), se consideraron correlaciones ítem-total, todas superiores a $r = .35$. No se realizó análisis test-retest ni interevaluador, dado que se trataba de un autoinforme único administrado en una sola ocasión.

Condiciones y diseño

Este estudio se enmarca en un diseño observacional, transversal y comparativo, sin intervención ni manipulación de condiciones. Las variables de interés fueron observadas en un único punto temporal.

Diagnóstico de datos

Para el diagnóstico de los datos, se establecieron previamente criterios de exclusión que permitieran asegurar la calidad y coherencia de la base analizada. Se eliminaron aquellos formularios que presentaran más del 10 % de ítems sin responder, y se consideraron valores atípicos extremos aquellos que se encontraran fuera de ± 3 desviaciones estándar respecto a la puntuación total. La distribución de las puntuaciones globales fue evaluada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la cual indicó una desviación significativa respecto a la normalidad ($p < .01$), por lo que se optó por aplicar análisis no paramétricos. No se realizó imputación de datos faltantes, ya que únicamente se conservaron casos con respuestas completas.

Estrategia analítica

La estrategia analítica se organizó en torno a la hipótesis primaria, que consistió en comparar las puntuaciones globales según género, utilizando la prueba U de Mann-Whitney. Para el contraste se reportaron los valores p exactos, los tamaños del efecto (r) y los intervalos de confianza al 95 %. No se aplicaron correcciones por comparaciones múltiples, considerando que los análisis exploratorios tenían un carácter preliminar.

Resultados

Flujo de participantes

Del total de 180 estudiantes del programa Talentos UdeC invitados a participar en el estudio, respondieron el cuestionario 134 (66 varones y 68 mujeres). Todos los formularios incluidos en los análisis correspondieron a respuestas completas y válidas, de modo que la muestra final utilizada en este trabajo se compone exclusivamente de estudiantes con altas capacidades intelectuales participantes del programa.

Periodo de reclutamiento

La recolección de datos se llevó a cabo entre el 15 de noviembre de 2020 y el 15 de enero de 2021. Durante este periodo, los estudiantes recibieron el enlace al cuestionario a través de sus correos electrónicos institucionales y personales, y contaron con varias semanas para completarlo en el momento que les resultara más conveniente. No se contemplaron seguimientos posteriores ni mediciones repetidas, en coherencia con el diseño transversal del estudio.

Datos faltantes

Tras el proceso de depuración descrito en la sección de Método, solo se analizaron formularios con el 100 % de los ítems respondidos y tiempos de respuesta compatibles con una contestación atenta. Los registros con omisiones superiores al 10 % o con tiempos extremadamente breves se eliminaron de la base, lo que permitió trabajar con un conjunto de datos sin valores perdidos y con mayor garantía de calidad en las mediciones.

Descripción de los resultados primarios

La puntuación total del cuestionario oscilaba entre 31 y 217 puntos. En la muestra total (N = 134), la media general fue de $M = 178,1$ puntos ($DE = 26,1$). Se observó una alta concentración de puntuaciones en el rango superior, lo cual se corresponde con la tendencia de alta valoración general hacia el aprendizaje de la física por parte de esta población. La distribución no cumplió los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnov: $D = 0,121$, $p < .01$), motivo por el cual se aplicaron pruebas no paramétricas.

La Tabla 1 presenta los estadísticos descriptivos para los cinco ítems mejor valorados. Todos ellos se relacionan con aspectos prácticos, observables y vinculados al método científico.

Tabla 1
Aspectos mejor valorados

Afirmación	Media	Moda	DE
No subestimar la capacidad para aprender física	6,63	7	0,7
Desarrollar la motivación para aprender ciencias físicas	6,41	7	0,97
Aprender fenómenos observables (que se pueden ver)	6,39	7	0,93
Realizar experimentos que expliquen el método científico	6,37	7	1,11
Seguir los pasos del método científico	6,36	7	1,07

Nota. N = 134 estudiantes con altas capacidades intelectuales del programa Talentos UdeC.

En contraste, la Tabla 2 muestra los cinco ítems con menor valoración relativa. Estos corresponden a actividades abstractas o teóricas, como el análisis de figuras geométricas o el uso de simuladores computacionales.

Tabla 2
Aspectos con menor valoración relativa

Afirmación	Media	Moda	DE
Analizar figuras geométricas (regulares e irregulares)	5,49	5	1,61
Medir figuras geométricas	5,54	5	1,46
Operaciones con vectores (suma, resta, multiplicación)	5,55	5	1,49
Simular la dualidad onda-partícula (computador o experimento)	5,72	6	1,60
Simular cargas eléctricas (con computador)	5,74	6	1,60

Nota. N = 134 estudiantes con altas capacidades intelectuales del programa Talentos UdeC.

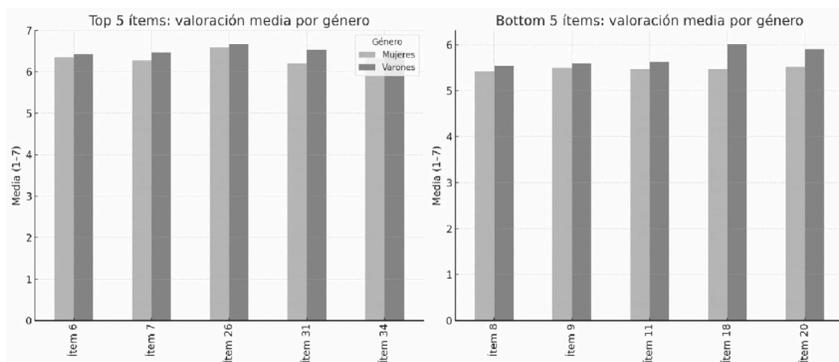
Resultados inferenciales: hipótesis primaria

Para contrastar la hipótesis principal, se compararon las puntuaciones globales entre estudiantes varones y mujeres mediante la prueba U de Mann-Whitney. Los resultados indicaron una diferencia significativa entre grupos, $U = 1793,5$; $p = .047$ (unilateral). Los varones presentaron una media de 182,5 (DE = 21,4), mientras que las mujeres obtuvieron una media de 173,8 (DE = 29,7). El tamaño del efecto fue $r = .21$, considerado pequeño a medio según Cohen (1988), con un intervalo de confianza aproximado al 95 % entre .01 y .38. Esta diferencia respalda parcialmente la hipótesis de una mayor valoración global del aprendizaje de la física por parte de los varones.

La Figura 1 muestra visualmente la comparación entre géneros para los ítems más altos y más bajos. Las diferencias más destacadas aparecen principalmente en actividades abstractas como simulaciones computacionales avanzadas, mientras que en actividades prácticas o motivacionales la brecha de género se reduce considerablemente.

Figura 1

Comparación por género de los ítems con valoración más alta (izquierda) y más baja (derecha)



Nota. Los ítems se corresponden con los siguientes enunciados del cuestionario: ítem 6, "Aprender aquellos fenómenos que son observables (que se pueden ver)"; ítem 7, "Realizar experimento que explique el método científico"; ítem 26, "No subestimar la capacidad de las personas para aprender física"; ítem 31, "Seguir procedimientos y pasos del método científico"; ítem 34, "Desarrollar la motivación para aprender ciencias físicas"; ítem 8, "Analizar diferentes figuras geométricas regulares e irregulares"; ítem 9, "Realizar mediciones de figuras geométricas"; ítem 11, "Calcular suma, resta y multiplicación de vectores"; ítem 18, "Usar un simulador computacional de cargas eléctricas"; e ítem 20, "Usar un simulador computacional de la dualidad onda-partícula (o mediante un experimento)". N = 134 estudiantes con altas capacidades intelectuales del programa Talentos UdeC.

Software utilizado

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el software JASP (versión 0.19.3), utilizando módulos para estadística descriptiva e inferencial no paramétrica, a excepción de los análisis de poder, realizados mediante G*Power 3.1 (Faul et al., 2009). El archivo de datos original fue procesado previamente en RStudio (Posit team, 2025) para depuración.

Problemas de estimación, supuestos y anomalías

No se reportaron fallos de estimación, convergencia ni otros problemas técnicos durante el análisis. La distribución de los datos fue asimétrica hacia valores altos, lo que motivó la elección de pruebas no paramétricas. No se detectaron valores extremos ni outliers graves en la puntuación global. El cumplimiento parcial de supuestos se declaró previamente en la sección de diagnóstico de datos.

Discusión

Síntesis de resultados y relación con estudios previos

En este estudio se observó que los estudiantes con altas capacidades intelectuales del programa Talentos UdeC reportan, en promedio, una percepción positiva del aprendizaje de la física, con puntuaciones significativamente superiores al punto medio de la escala. Al mismo tiempo, se encontraron diferencias de género estadísticamente significativas de magnitud pequeña a media ($r \approx .20$), donde los varones informan niveles algo más altos de valoración global de la asignatura que las mujeres. Estos hallazgos son coherentes con la hipótesis planteada, según la cual la experiencia de la física en un contexto de enriquecimiento académico tiende a ser vista como estimulante por la mayoría del estudiantado, pero marcada por patrones de género que reflejan tendencias internacionales en STEM.

La literatura sobre altas capacidades y ciencia escolar sugiere que, cuando la enseñanza incorpora desafíos cognitivos, oportunidades de indagación y reconocimiento del potencial, el alumnado con AACC tiende a valorar positivamente las asignaturas científicas (Gallagher et al., 1997; Kanevsky & Keighley, 2003; Čepič, 2018; Makkonen et al., 2023). En esa línea, el énfasis de Talentos UdeC en proyectos, trabajo colaborativo y experimentación práctica puede explicar la alta valoración general del aprendizaje de la física reportada por la muestra. Al mismo tiempo, la ligera ventaja de los varones se alinea con investigaciones que documentan brechas en autoconcepto, interés y expectativas de continuidad en áreas STEM, incluso entre jóvenes de alto rendimiento (Freeman & Garcés-Bacsal, 2021; Heilbronner, 2013; Lavonen et al., 2021; Li & Singh, 2023; Verdugo-Castro et al., 2022; Wulff et al., 2018).

Interpretación de los Resultados

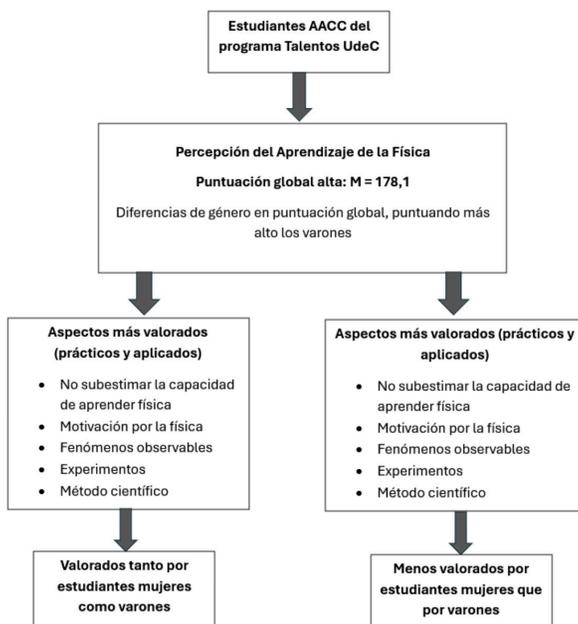
Los resultados sugieren que, para estudiantes con AACC, la física es percibida como una asignatura intelectualmente estimulante cuando se enseña en un contexto que combina profundización conceptual con actividades prácticas, experimentales y de modelamiento, tal como recomiendan enfoques contemporáneos de enseñanza de la física (Čepič, 2018; Taber, 2007). La valoración positiva de las actividades prácticas coincide con estudios que muestran que el contacto directo con fenómenos físicos, el uso de simulaciones y la resolución de problemas abiertos favorecen el interés situacional y sostenido por la asignatura (Duplenne et al., 2024; Makkonen et al., 2022; Rocha et al., 2024). En contraste, los contenidos más abstractos o alejados de aplicaciones visibles parecen suscitar valoraciones algo más ambivalentes, especialmente entre las estudiantes mujeres, lo que remite a la literatura sobre brechas de género en expectativas y emociones hacia la física y la matemática (Li & Singh, 2023; UNESCO, 2017; OECD, 2025).

Como se sintetiza en la Figura 2, el género opera aquí como una variable diferenciadora dentro de un grupo ya altamente seleccionado por potencial intelectual. No se trata simplemente de que “a los varones les guste más la física”, sino de que los significados asociados a la asignatura parecen estar modulados por experiencias

previas, estereotipos y trayectorias educativas desiguales, incluso en contextos de enriquecimiento que se proponen explícitamente inclusivos. En sintonía con investigaciones realizadas en Chile y Latinoamérica sobre altas capacidades y programas de enriquecimiento (Gómez-Arízaga et al., 2020; Gómez-Arízaga et al., 2024; Navarro-Saldaña et al., 2024), estos resultados refuerzan la necesidad de prestar atención a cómo se construyen las oportunidades de participación, agencia y reconocimiento en la enseñanza de la física para estudiantes de distintos géneros.

Figura 2

Modelo conceptual de los hallazgos del estudio



Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación

Este estudio presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar los hallazgos. En primer lugar, se empleó un muestreo no probabilístico e intencional, centrado en estudiantes que ya participan de un programa universitario de enriquecimiento extracurricular para AACC. Tal como advierte Stratton (2021), los diseños basados en muestras de conveniencia restringen la generalización de los resultados y pueden subestimar la heterogeneidad existente en la población objetivo. En segundo lugar, los datos se recolectaron mediante un cuestionario en línea autoadministrado

durante la pandemia de COVID-19, lo que implica potenciales sesgos asociados al acceso a dispositivos, conectividad, condiciones del hogar y carga emocional acumulada (Baticulon et al., 2021; Rahman et al., 2021).

En tercer lugar, aunque el instrumento utilizado muestra índices adecuados de consistencia interna y funcionamiento de ítems, no se dispone aún de una validación factorial extensa que incorpore análisis confirmatorios y modelamiento estructural. En este sentido, trabajos que emplean modelos de Rasch y análisis factorial en contextos educativos y de salud (Ismail et al., 2024; Cwik & Singh, 2021; Musters et al., 2024; Brage-del-Río et al., 2025) ofrecen un horizonte metodológico hacia el cual avanzar. Por último, el estudio se focaliza en la percepción del aprendizaje de la física y no incorpora otras variables relevantes como autoeficacia específica, creencias sobre talento, apoyo familiar, trayectoria previa en ciencias o desempeño objetivo, que podrían ayudar a explicar con mayor precisión las diferencias de género observadas.

Estas limitaciones abren varias líneas de investigación futura. Sería deseable desarrollar estudios longitudinales que sigan las trayectorias de interés y percepción de la física en estudiantes con AACC, comparando además con pares no identificados con altas capacidades. Investigaciones que integren medidas de autoeficacia, motivación y bienestar socioemocional permitirían articular mejor la experiencia subjetiva de la física con el desarrollo del talento en áreas STEM. Finalmente, estudios multicéntricos que incluyan distintos programas de enriquecimiento en Chile y otros países latinoamericanos proporcionarían un marco más amplio para situar el caso de Talentos UdeC dentro de la diversidad de modelos de atención a las altas capacidades.

Implicaciones para la práctica y la investigación

Pese a las restricciones señaladas, los resultados aportan implicancias prácticas relevantes. En el plano de la enseñanza, sugieren que propuestas de física para estudiantes con AACC deberían combinar sistemáticamente actividades de experimentación, indagación guiada y resolución de problemas complejos con espacios de reflexión sobre el sentido y la utilidad de los contenidos más abstractos. El fortalecimiento del vínculo entre conceptos teóricos y aplicaciones situadas (por ejemplo, mediante proyectos interdisciplinarios o simulaciones ligadas a problemas reales) puede contribuir a sostener el interés del estudiantado, en especial de las mujeres, y a contrarrestar representaciones estereotipadas sobre quién “pertenece” al campo de la física y la ingeniería (Freeman & Garces-Bacsal, 2021; Heilbronner, 2013; UNESCO, 2017; UNDP, 2024).

En términos de formación docente, los hallazgos refuerzan la necesidad de que tanto la formación inicial como la continua incorporen contenidos específicos sobre altas capacidades, perspectiva de género en STEM y diseño de experiencias didácticas desafiantes e inclusivas (Renzulli & Reis, 2014; Subotnik et al., 2011; Van Tassel-Baska & Stambaugh, 2008; Conejeros-Solar et al., 2025). Asimismo, programas de enriquecimiento como Talentos UdeC pueden explorar estrategias adicionales, tales como mentorías con mujeres científicas, talleres específicos orientados a niñas interesa-

das en física y visibilización de trayectorias femeninas en carreras STEM, con el fin de reducir la brecha de percepción observada y favorecer trayectorias formativas más equitativas. Desde una perspectiva de política educativa, la incorporación sistemática de la dimensión de género en la atención a las altas capacidades, tanto en el sistema escolar como en programas extracurriculares, se vuelve clave para que el desarrollo del talento en física y otras áreas STEM sea realmente inclusivo.

Conclusiones

Los resultados de este estudio muestran que los estudiantes con altas capacidades intelectuales del programa Talentos UdeC presentan una valoración globalmente alta del aprendizaje de la física, especialmente cuando la enseñanza incorpora actividades experimentales, observación directa de fenómenos y el uso sistemático del método científico. En contraste, los contenidos más abstractos o alejados de la experiencia inmediata, como el trabajo con vectores o ciertas simulaciones computacionales, reciben una valoración relativamente menor, lo que sugiere la necesidad de reforzar su contextualización y de proporcionar apoyos didácticos adicionales para favorecer su aprehensión significativa.

Desde una perspectiva aplicada, estos hallazgos respaldan la pertinencia de diseñar experiencias de aprendizaje en física que combinen desafíos cognitivos elevados con oportunidades frecuentes de indagación, experimentación y conexión con situaciones reales, tanto en el aula escolar como en programas de enriquecimiento. La incorporación de proyectos, simulaciones guiadas y actividades que integren el método científico puede contribuir a sostener la motivación de los estudiantes con AACC y a aprovechar mejor su potencial, siempre que se acompañen de explicaciones que articulen explícitamente los vínculos entre los conceptos formales y los fenómenos observables. Asimismo, los resultados refuerzan la importancia de que la formación inicial y continua del profesorado de física incluya herramientas para trabajar con alumnado de alta capacidad y para planificar secuencias didácticas diferenciadas.

En relación con el género, aunque tanto varones como mujeres reportan valoraciones altas hacia el aprendizaje de la física, se observó una diferencia global moderada a favor de los varones, más marcada en los ítems de carácter abstracto. Esto indica que, incluso en un grupo con alto potencial cognitivo, persisten patrones de desigualdad que pueden vincularse a procesos de socialización, autoconfianza y estereotipos de competencia en disciplinas STEM. En consecuencia, se hace necesario avanzar hacia intervenciones explícitamente diferenciadas e inclusivas que consideren el género, incluyendo la presencia de modelos femeninos en física, el reconocimiento sistemático de las capacidades de las estudiantes y el fortalecimiento de su autoeficacia e identidad científica.

Por último, las conclusiones deben interpretarse a la luz de las limitaciones señaladas: la muestra no probabilística e intencionada, circunscrita a un programa específico de enriquecimiento; la aplicación online en contexto de pandemia; y el uso de un instrumento que, si bien muestra buena consistencia interna, requiere una validación

factorial más exhaustiva. Futuros estudios podrían abordar estas limitaciones mediante diseños longitudinales, comparaciones con estudiantes no identificados con AACC y el uso de baterías que integren variables psicosociales como la autoeficacia en física o la identidad STEM. Aun así, los resultados aportan evidencia empírica situada que puede orientar el diseño de prácticas pedagógicas más equitativas y adaptadas a la diversidad de estudiantes con altas capacidades intelectuales.

Referencias

- Baticulon, R. E., Sy, J. J., Alberto, N. R. I., Baron, M. B. C., Mabulay, R. E. C., Rizada, L. G. T., Tiu, C. J. S., Clarion, C. A., & Reyes, J. C. B. (2021). Barriers to online learning in the time of COVID-19: A national survey of medical students in the Philippines. *Medical Science Educator*, 31(2), 615–626. <https://doi.org/10.1007/s40670-021-01231-z>
- Brage-del-Río, M., Martín-Núñez, J. L., & Pablo-Lerchundi, I. (2025). Educational strategies to reduce the gender gap in the self-efficacy of high school students in STEM teaching. *Frontiers in Education*, 10, 1553001. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1553001>
- Čepič, M. (2018). Inquiry Based Learning of Contemporary Physics Topics and Gifted Students. En D. Sokolowska & M. Michelini (Eds.), *The Role of Laboratory Work in Improving Physics Teaching and Learning* (pp. 203–215). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96184-2_17
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Cwik, S., & Singh, C. (2021). Damage caused by societal stereotypes: women have lower physics self-efficacy controlling for grade even in courses in which they outnumber men. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 020138. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEduRes.17.020138>
- Conejeros-Solar, M. L., Gómez-Arízaga, M. P., & Sandoval-Rodríguez, K. (2025). *Orientaciones para políticas de atención integral a las altas capacidades* [Policy brief]. Centro de Investigación para la Educación Inclusiva.
- Duplenne, L., Bourdin, B., Fernandez, D. N., Blondelle, G., & Aubry, A. (2024). Anxiety and Depression in Gifted Individuals: A Systematic and Meta-Analytic Review. *Gifted Child Quarterly*, 68(1), 65–83. <https://doi.org/10.1177/00169862231208922>
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149–1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Freeman, J., & Garces-Bacsal, R. M. (2021). Gender Differences in Gifted Children. En M. Neihart, S. I. Pfeiffer, & T. L. Cross, *The Social and Emotional Development of Gifted Children* (2ª ed., pp. 17–28). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003238928-3>
- Gallagher, J., Harradine, C. C., & Coleman, M. R. (1997). Challenge or boredom? Gifted students' views on their schooling. *Roepers Review*, 19(3), 132–136. <https://doi.org/10.1080/02783199709553808>

- Gómez-Arízaga, M. P., Conejeros-Solar, M. L., & Cornejo-Araya, C. (2024). Gifted education in Chile: Analyses from a learning-resource perspective. *Cogent Education*, 11(1), 2397217. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2397217>
- Gómez-Arízaga, M. P., Conejeros-Solar, M. L., Sandoval-Rodríguez, K., Catalán, S., & García-Cepero, M. C. (2020). Atender las altas capacidades en Chile: Facilitadores y barreras del contexto escolar. *Revista de Psicología*, 38(2), 667–703. <https://doi.org/10.18800/psico.202002.012>
- Heilbronner, N. N. (2013). The STEM Pathway for Women: What Has Changed? *Gifted Child Quarterly*, 57(1), 39–55. <https://doi.org/10.1177/0016986212460085>
- Ismail, M. A., Mokhtar, F. S., & Ahmad, A. (2024). Reliability and validity of integrated physical and psychosocial safety climate on occupational safety and health management practices questionnaire in Malaysia public education sector: A Rasch analysis. *Journal of Social Sciences and Management*, 19(2), 72–94. <https://doi.org/10.46754/jssm.2024.02.004>
- JASP Team. (2025). *JASP (Version 0.19.3) [Computer software]*. <https://jasp-stats.org/>
- Kanevsky, L., & Keighley, T. (2003). To produce or not to produce? *Understanding boredom and the honor in underachievement*. *Roeper Review*, 26(1), 20–28. <https://doi.org/10.1080/02783190309554235>
- Ladewig, A., Keller, M., & Klusmann, U. (2020). Sense of Belonging as an Important Factor in the Pursuit of Physics: Does It Also Matter for Female Participants of the German Physics Olympiad? *Frontiers in Psychology*, 11, 548781. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.548781>
- Lavonen, J., Ávalos, B., Upadyaya, K., Araneda, S., Juuti, K., Cumsille, P., Inkinen, J., & Salme-la-Aro, K. (2021). Upper secondary students' situational interest in physics learning in Finland and Chile. *International Journal of Science Education*, 43(16), 2577–2596. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1978011>
- Li, Y., & Singh, C. (2023). The impact of perceived recognition by physics instructors on women's self-efficacy and interest. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020125. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020125>
- Makkonen, T., Lavonen, J., & Tirri, K. (2022). Factors That Help or Hinder the Development of Talent in Physics: A Qualitative Study of Gifted Finnish Upper Secondary School Students. *Journal of Advanced Academics*, 33(4), 507–539. <https://doi.org/10.1177/1932202X221111828>
- Makkonen, T., Lavonen, J., & Tirri, K. (2023). Actualizing Talent in Physics: A Qualitative Study of Gifted Finnish Upper-Secondary-School Physics Students. *Journal for the Education of the Gifted*, 46(1), 3–33. <https://doi.org/10.1177/01623532221143819>
- Ministerio de Educación. (2015). *Decreto Exento N° 83: Aprueba criterios y orientaciones de adecuación curricular para estudiantes con necesidades educativas especiales de educación parvularia y educación básica*. Gobierno de Chile. <https://especial.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/31/2016/08/Decreto-83-2015.pdf>
- Musters, N., Aarts, R., Van Amelsvoort, M., & Swerts, M. (2024). Views on gender differences in the physics classroom. *Education Sciences*, 14(5), 457. <https://doi.org/10.3390/educsci14050457>
- Navarro-Saldaña, G., González-Navarro, V., Luengo-Miranda, C., & Gaete-Cser, D. (2024). Efecto Percibido de un Programa de Enriquecimiento Extracurricular en el Aprendizaje Académico-Cognitivo de sus Estudiantes. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 18(2). <https://doi.org/10.4067/S0718-73782024000200203>

- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025). *Gender differences in education, skills and STEM careers in Latin America and the Caribbean*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/05/gender-differences-in-education-skills-and-stem-careers-in-latin-america-and-the-caribbean_125d2445/4ea07281-en.pdf
- Öpengin, E., & Bal Sezerel, B. (2023). The cognitive profiles of gifted children: A latent profile analysis using the ASIS. *Journal of Pedagogical Research*, 4. <https://doi.org/10.33902/JPR.202322752>
- Posit team. (2025). *RStudio: Integrated development environment for R* [Computer software]. Posit Software, PBC. <http://www.posit.co/>
- Rahman, A. (2021). Using students' experience to derive effectiveness of COVID-19-lockdown-induced emergency online learning at undergraduate level: Evidence from assam, india. *Higher Education for the Future*, 8(1), 71–89. <https://doi.org/10.1177/2347631120980549>
- Randolph, J., Perry, J., Donaldson, J. P., Rethman, C., & Erukhimova, T. (2022). Female physics students gain from facilitating informal physics programs. *Physical Review Physics Education Research*, 18(2), 020123. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020123>
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (2014). *The Schoolwide Enrichment Model: A how-to guide for talent development*, 3rd ed (pp. xvi, 426). Prufrock Press Inc.
- Rocha, A., Borges, Á., García-Perales, R., & Almeida, A. I. S. (2024). Differences in socio-emotional competencies between high-ability students and typically-developing students. *Frontiers in Education*, 9, 1450982. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1450982>
- Stratton, S. J. (2021). Population research: Convenience sampling strategies. *Prehospital and Disaster Medicine*, 36(4), 373–374. <https://doi.org/10.1017/S1049023X21000649>
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking Giftedness and Gifted Education: A Proposed Direction Forward Based on Psychological Science. *Psychological Science in the Public Interest*, 12(1), 3–54. <https://doi.org/10.1177/1529100611418056>
- Taber, K. (2007). *Enriching school science for the gifted learner*. Gatsby Science Enhancement Programme.
- UNESCO. (2017). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260079>
- United Nations Development Programme. (2024). Coded bias: The underrepresentation of women in STEM in Latin America and the Caribbean. *UNDP*. <https://www.undp.org>
- Van Tassel-Baska, J., & Stambaugh, T. (2008). Curriculum and Instructional Considerations in Programs for the Gifted. En S. I. Pfeiffer (Ed.), *Handbook of Giftedness in Children* (pp. 347–365). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74401-8_18
- Verdugo-Castro, S., García-Holgado, A., & Sánchez-Gómez, M. C. (2022). The gender gap in higher STEM studies: A systematic literature review. *Heliyon*, 8(8), e10300. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10300>

Wulff, P., Hazari, Z., Petersen, S., & Neumann, K. (2018). Engaging young women in physics: An intervention to support young women's physics identity development. *Physical Review Physics Education Research*, 14(2), 020113. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEduRes.14.020113>

Declaración de originalidad y conflictos de interés

El presente manuscrito es original e inédito. No ha sido publicado anteriormente ni se encuentra en proceso de evaluación en ninguna otra revista o medio de difusión académica.

Los autores declaran que no existen conflictos de interés que puedan haber influido en los resultados, interpretación o publicación de este trabajo. Asimismo, se han cumplido todas las normas éticas correspondientes a la investigación con seres humanos, garantizando el anonimato, la confidencialidad y la participación voluntaria de los sujetos del estudio.