

Patrones de interés y motivación para promover la identidad científica femenina en la educación secundaria

Lourdes López-Pérez 

Unidad de Cultura Científica e Innovación, Sección de Divulgación Científica, Parque de las Ciencias de Andalucía. España. llopez@parqueciencias.com

Fátima Poza-Vilches 

Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Granada. España. fatimapoza@ugr.es

Francisco Javier Abarca-Álvarez 

Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Universidad de Granada. España. fcoabarca@ugr.es

Luis Alcalá 

Parque de las Ciencias de Andalucía. España. alcala@parqueciencias.com

[Recibido: 30 abril 2025, Revisado: 03 agosto 2025, Aprobado: 03 octubre 2025]

Resumen: La organización de actividades de visibilización de referentes femeninos en el sector STEM es la principal estrategia que, desde la educación formal y no formal de ciencias, se desarrolla en la actualidad para reducir la brecha de género en ciencia desde edades tempranas. Sin embargo, la literatura ha evidenciado que estas iniciativas pueden ser un arma de doble filo y provocar el efecto contrario si no responde a perfiles de público diversos. Así se presenta un estudio evaluativo de corte diagnóstico centrado en el alumnado de educación secundaria que contribuye a la caracterización de patrones de identidad científica que favorezcan la eficacia de estas iniciativas. Los resultados señalan la existencia de dos patrones claramente diferenciados por género en la percepción sobre la igualdad en ciencia: las chicas son más conscientes de la falta de equidad que ellos, principalmente aquellas que cursan los niveles más avanzados de la enseñanza secundaria.

Palabras clave: Brecha de género en ciencia; Educación científica; Educación secundaria; Museos de ciencia; Referentes femeninos en ciencia.

Patterns of interest and motivation for promoting female scientific identity in secondary education

Abstract: The organisation of activities to raise the profile of female role models in the STEM sector is the primary strategy currently being used in formal and non-formal science education to reduce the gender gap in science from an early age. However, literature on the subject has demonstrated that such initiatives can be a double-edged sword and have the opposite effect where they fail to respond to diverse audience profiles. An evaluative diagnostic study focused on secondary school students is thus presented, which contributes to the characterisation of scientific identity patterns that favour the effectiveness of these initiatives. The results suggest the existence of two clearly gender-differentiated patterns in perception of equality in science, with girls being more aware of inequality than boys, particularly those at higher levels of secondary education.

Keywords: Gender gap in science; Science education; High school; Science museums; Female role models in science.

Para citar este artículo: López-Pérez, L., Poza-Vilches, F., Abarca-Álvarez, F. J. y Alcalá, L. (2025) Patrones de interés y motivación para promover la identidad científica femenina en la educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 22(3), 3301. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i3.3301

Introducción

Las estadísticas cuantifican cada año la amplitud de la brecha de género en la investigación e innovación en Europa. Aunque las mujeres superan a los hombres como alumnas en estudios de grado y máster (54%) y existe casi un equilibrio en la titulación de doctorado – ellas representan el 48% –, persisten las disparidades en ámbitos científicos como la ingeniería y la tecnología, en los que solo un 22% del estudiantado que obtiene el título de doctorado es mujer (Comisión Europea, 2021).

Los números son solo la punta del iceberg de una realidad que se construye sobre valores, percepciones, intereses y estereotipos de ambos géneros. Diversos estudios (Chan, 2022; Evagorou et al., 2024; Johnson et al., 2022; Wonch et al., 2018) sitúan el origen de desigualdad en la infancia. Factores individuales, contextuales e institucionales están detrás de las diferencias de género frente al interés y motivación por las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), también denominadas áreas STEM (DeWitt et al., 2014; Eccles y Wigfield, 2020; Evagorou et al., 2024; Kang et al., 2019; Reznic et al., 2023). Estas disciplinas se consideran clave en el desarrollo científico-tecnológico de las sociedades contemporáneas bajo un entorno laboral complejo marcado por la alta demanda, pero también marcado por el desafío de abogar por la equidad de género y la promoción de las mujeres en estas áreas.

Asimismo, las cifras de rendimiento alcanzadas en la última evaluación del Programme for Student Assessment (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2023) muestran la falta de equidad en el aprendizaje de las disciplinas científicas desde edades tempranas. Ellas son más propensas a valorarse como menos capaces que ellos para acometer con éxito actividades científico-tecnológicas. Un bajo autoconcepto que en España y en el conjunto de Europa se refleja en los resultados femeninos para la competencia matemática con diez puntos menos que el masculino (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2023).

La organización de actividades de visibilización de referentes femeninos en ciencia y tecnología es la principal estrategia que se desarrolla en la actualidad para revertir la situación. El bajo coste y la opción de adaptarla a contextos diferentes y alumnado diverso (Lawner et al., 2019) han propiciado su proliferación. Pero la evidencia empírica sobre su efectividad es incipiente y escasa y los resultados que sostienen su poder en la diversificación del sector científico y tecnológico son complejos y contradictorios (Lawner et al., 2019).

Autores como Verniers et al. (2024) afirman que las iniciativas educativas centradas en la proyección de modelos femeninos pueden ser un arma de doble filo y otros como Gladstone y Cimpian (2021) demuestran que los modelos pueden ser útiles para proyectar la ciencia como más diversa e inclusiva, pero solo bajo ciertas circunstancias. La identificación del alumnado con los modelos presentados, la eliminación de estereotipos asociados a los profesionales de este ámbito, que las referentes sean amables y cercanas y que comparten hobbies y sus preferencias de ocio (Lawner, 2014) son algunas de las claves. Es por ello por lo que autores como Verniers et al. (2024) reivindican la importancia de adaptar los modelos a los diferentes perfiles de público determinados por las características sociodemográficas, económicas y por la identificación con la ciencia.

Pero ¿cuáles son esos perfiles de público? ¿Qué características comparten? ¿Qué factores individuales, contextuales e institucionales influyen en esos patrones?

Para profundizar en el conocimiento de los patrones de género, así como de sus características para contribuir a la identificación de modelos más eficaces para favorecer la diversificación en ciencia, se ha desarrollado el presente estudio evaluativo de corte diagnóstico centrado en el alumnado de educación secundaria que participó en la actividad “Encuentro con Científicas” organizada por Parque de las Ciencias de Andalucía-Granada (España) el 9 de febrero de 2024, con motivo del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia. En este contexto de referencia, se pretende dar respuesta a tres objetivos de investigación: 1) analizar la percepción del alumnado de educación secundaria sobre la igualdad de género en la ciencia; 2) caracterizar los patrones de identidad científica 3) identificar las diferencias de interés por la ciencia en el alumnado de educación secundaria desde la perspectiva de género.

Desde lo individual a lo institucional: factores que refuerzan la brecha

La educación científica es un elemento central del currículum educativo en el ámbito europeo (Evagorou et al., 2024). Se trata de un área interdisciplinar que provee las habilidades, competencias y aptitudes necesarias para que, por un lado, el alumnado pueda enfrentarse a las exigencias de un mundo cambiante como el actual y, por el otro, tenga la formación necesaria para dar respuesta al incremento de la demanda de profesionales en este ámbito (OCDE, 2021). A pesar del impulso que ha experimentado la educación científica en el último decenio, las mujeres siguen estando infrarrepresentadas tanto en la elección de carreras encuadradas en esta área como en el ejercicio de la profesión y en la ocupación de cargos de poder (Comisión Europea, 2021).

La literatura científica sugiere que para aprender ciencia de forma efectiva es necesario que el alumnado vea su identidad reflejada en las prácticas y comunidades científicas (Evagorou et al., 2024). Algo especialmente crítico en el caso de las mujeres que han estado históricamente infrarrepresentadas en las áreas científico-tecnológicas (Dawson, 2014). Y es que, aunque las niñas tienen un mayor logro académico que ellos en estas disciplinas, el deseo de ellas por ejercer una carrera científica es menor que el de niños, creando lo que Tan et al. (2013) definen como “brecha de identidad científica”. Es decir, las mujeres subestiman sus habilidades científicas, experimentan ansiedad por la ciencia y las matemáticas y dudan que puedan tener éxito en disciplinas científicas (Nix et al., 2015). Las identidades científicas se forman por procesos sociales que incluyen el interés en ciencia, la habilidad o competencia percibida y el reconocimiento y la valoración científica reflejada (Wonch et al., 2018). El género o la etnia pueden influir en uno mismo y en los otros sobre la capacidad y habilidad para desarrollar una carrera STEM (DeWitt et al., 2014).

Bajo este escenario, existen patrones diferenciados por género en la percepción de la igualdad en la ciencia. Las mujeres perciben una discriminación clara en el entorno STEM que le atribuye a su falta de reconocimiento y barreras invisibles (*glass ceiling*) frente a una percepción del género masculino más condescendiente con esas políticas de igualdad poniendo en valor, incluso, posibles ventajas desproporcionadas a las mujeres desde el marco de la equidad y la discriminación positiva hacia este colectivo (Cheryan, et al., 2017; Handley et al., 2015; UNESCO, 2017). Sin duda alguna, esta forma de percibir la igualdad en la ciencia de forma desigual entre hombres y mujeres condiciona las políticas de igualdad y pone el foco en abordar, desde la educación, el desarrollo de la equidad desde una doble perspectiva, minimizando no solo las barreras objetivas (vinculadas al acceso, oportunidades,...) sino también atajando las barreras subjetivas que giran en torno

a la percepción y comprensión de cómo se gestiona esa equidad en nuestros contextos de referencia (Bian, et al., 2017; Moss-Racusin et al., 2012; UNESCO, 2017).

Sin duda alguna, estas prescripciones de partida avalan que el sentido de pertenencia e identificación con un ámbito que conduce a mayores niveles de confianza y autoestima. Estos se construyen desde tres niveles (Reznik et al., 2023): 1) el de pertenencia al ámbito STEM, al identificar las actividades y proyectos que se desarrollan como espacios que promueven la confianza en uno mismo, la autoconciencia de las propias capacidades y favorecen la toma de decisiones; 2) el de pertenencia al grupo, cuando las actividades no solo fomentan el aprendizaje científico, sino que también favorecen la generación de un lugar para compartir, apoyar y animar a los compañeros y 3) el de pertenencia al ámbito académico, basado en la proyección de modelos de referencia y en el acercamiento del alumnado a los centros en los que se desarrolla la investigación.

En esta línea, Evagorou et al. (2024) señalan tres tipos de factores que influyen en el interés y la motivación por las STEM: individuales, contextuales e institucionales. Los individuales están relacionados con las influencias internas que afectan a las conductas y decisiones de las personas. El autoconcepto de eficacia, las actitudes, las características sociodemográficas, la motivación personal, las expectativas de éxito académico y la identidad de género son los principales elementos que conforman esta dimensión. Hay una amplia trayectoria de estudios científicos que demuestran que la propia eficacia es un predictor importante de los resultados obtenidos por los estudiantes, de la elección de actividades, la persistencia en una tarea y los logros alcanzados.

Por su parte, los factores contextuales están relacionados con aspectos culturales y sociales, familiares (Eccles y Wigfield, 2020; Menacho et al., 2021) y de clase social (Wonch et al., 2018). Las cuestiones familiares incluyen el nivel educativo de los progenitores, los valores de género, el estatus y el capital social y cultural.

En cuanto a los elementos institucionales, estos están vinculados al currículum educativo, el contexto y la cultura de los colegios, los valores y competencias STEM del profesorado (Palmer, et al. 2017; Vennix et al., 2018), los libros de texto, la influencia de los compañeros (Mainhard et al., 2018) y el papel de los referentes científicos en las actividades (DeWitt et al., 2014; Evagorou et al., 2024; Ibourk et al., 2022; Lawner et al., 2019; Reznik et al., 2023).

La motivación basada en modelos femeninos: aspectos positivos y negativos

La organización de actividades de motivación basadas en modelos femeninos se ha estandarizado en el ámbito europeo como una de las principales estrategias instituciones para abordar la brecha de género. El bajo coste y la opción de adaptarla a contextos diferentes y alumnado diverso (Lawner et al., 2019) han propiciado su proliferación. Pero la evidencia empírica sobre la efectividad de estas acciones de divulgación es incipiente y escasa y los resultados que sostienen su poder en la diversificación del sector científico son complejos y contradictorios (Lawner et al., 2019).

Los resultados obtenidos hasta el momento son diversos con algunos estudios que demuestran los beneficios de estas actividades (DeWitt et al., 2014; Ibourk et al., 2022; Reznik et al., 2023), otros que no encuentran cambios en las actitudes tras la participación en la actividad (Cheryan, 2017) y algunos que señalan los efectos colaterales de estas actividades que podrían reforzar los estereotipos de género (Verniers et al., 2024).

Autores como Gladstone y Cimpian (2021) han identificado diversos moderadores que determinan el impacto positivo o negativo de las actividades basadas en modelos. El primero de ellos es el nivel de competencia de los referentes. Si este se describe como excepcional, la experiencia puede ser contraproducente y desmotivadora, solo tiene efectos positivos si las características sociodemográficas de los modelos son similares a las del alumnado. Así, otro de los elementos clave que mencionan es la semejanza. Un modelo es similar al alumnado cuando comparte valores, preferencias, luchas o problemas.

La alcanzabilidad de la notoriedad lograda por las referentes es el tercer aspecto que determina la identificación y, por tanto, influye en el impacto positivo de la actividad. El género, la etnia, las características sociodemográficas, la edad y el interés previo del alumnado participantes son otros de los indicadores que influyen el éxito de este tipo de actividades.

En este sentido Chesnut et al. (2018) afirman que el alumnado de grupos vulnerables no se percibe similar a estos referentes y esto puede incitar la percepción de que ejercer las profesiones científicas está fuera de su alcance. Es por ello por lo que Gladstone y Cimpian (2021) hablan del diseño de actividades adaptadas a diferentes perfiles o patrones. El alumnado que no se siente identificado con la ciencia podría ser motivado de forma más efectiva por modelos que fomentan el sentido de pertenencia. En cambio, para los que ya están interesados en estudiar carreras vinculadas a este sector serían más eficaces las referentes que disminuyen la preocupación por los estereotipos negativos.

En definitiva, las evidencias publicadas por Verniers et al. (2024) y Gladstone y Cimpian (2021) reivindican la necesidad de desarrollar estudios que favorezcan la caracterización de patrones de identificación científica desde la perspectiva de género para trabajar en la organización de actividades basadas en modelos que se diseñen en función de las características de cada grupo, favoreciendo la igualdad, la inclusión y la justicia social.

Metodología

El estudio que se presenta se enmarca en una investigación de corte diagnóstico (Mohan, 2023) con el fin de caracterizar una realidad, argumentar las necesidades y carencias de la población juvenil para orientar futuras intervenciones y mejoras. Desde este planteamiento metodológico, encuadrado en un paradigma socio crítico de toma de decisiones para el cambio (Treagust y Won, 2023), se pretende identificar la percepción del alumnado de educación secundaria sobre el papel de la mujer en la ciencia, así como los patrones de identidad científica y la diferencia de interés por la ciencia desde la perspectiva de género.

Instrumento

Para abordar los objetivos de la investigación se ha diseñado un cuestionario ad hoc en versión en línea (WIS, Women in Science), que tuvo por objeto profundizar en la conciencia del alumnado sobre la igualdad en la ciencia, caracterizar los factores individuales –como la autoeficacia en ciencias y matemáticas– y contextuales –la valoración reflejada por la familia, profesorado y pares–, analizar la percepción del conocimiento adquirido y la satisfacción del alumnado participante tras su asistencia al Encuentro con Científicas organizado por el Parque de las Ciencias de Andalucía-Granada.

El diseño del instrumento se ha realizado atendiendo a un conjunto de ítems extraídos de la literatura (Dancstep y Sindorf, 2018; Eccles y Wigfield, 2020; Strick y Helfferich, 2023; Wonch et al., 2018).

El cuestionario está estructurado en 5 bloques. En la Sección I se recoge información sociodemográfica del alumnado encuestado (género, procedencia, nivel educativo e interés de los padres por la ciencia); la Sección II está focalizada en el estudio de la conciencia que sobre igualdad en la ciencia tiene el alumnado a través de doce ítems; en la Sección 3 se recoge información sobre el interés por la ciencia con nueve ítems; en la cuatro se analizan la competencias científicas mediante siete ítems distribuidos en dos sub-bloques: autopercepción de las competencias científicas –cuatro ítems– y valoración reflejada –tres ítems–; la Sección cinco se centra en la percepción del conocimiento adquirido –con seis ítems– y los temas sobre los que les gustaría aprender –seis ítems– y, por último, la Sección seis con nueve ítems dedicados a la satisfacción del alumnado. Se ha utilizado una escala tipo Likert –del 1 al 4, donde 1 es nada de acuerdo y 4 muy de acuerdo– para recoger la información requerida para el cumplimiento de los objetivos de investigación.

La claridad del contenido del cuestionario se ha validado inicialmente con una muestra reducida conformada por los integrantes del Consejo Juvenil del Parque de las Ciencias que integran 30 estudiantes de primero a cuarto de educación secundaria.

Población y muestra

El cuestionario se dirigió al alumnado de educación secundaria que participó, tanto de forma presencial como en línea, en la actividad “Encuentro con científicas” organizada por el Parque de las Ciencias de Andalucía-Granada para conmemorar el “Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia” el 9 de febrero de 2024. Los participantes prestaron su consentimiento informado respetando los principios éticos de investigación recogidos por la Universidad de Granada.

Según los datos facilitados por el museo de ciencia, el número de alumnado de educación secundaria que participó en la actividad ascendía a 18 878. Se envío un cuestionario autoadministrado a todos los participantes y se recibieron un total de 290 respuestas.

Considerando como exigencias de muestreo y representatividad un nivel de confianza del 95% y un error del 6%, el estudio ha contado con una muestra que ha superado el tamaño mínimo necesario (264).

Análisis de datos

Clasificación de los encuestados en grupos

La identificación de perfiles sigue la metodología basada en Mapas Auto-Organizados (SOM, por sus siglas en inglés) descrita en investigaciones previas como las de Abarca-Álvarez et al. (2018, 2019a, 2019b) y Pinos-Navarrete et al. (2022). Esta metodología, basada en técnicas de aprendizaje no supervisado, permite generar perfiles o agrupamientos sin necesidad de atribuir significados predefinidos, facilitando el análisis de datos con alta dimensionalidad y complejidad (Spielmans y Thill, 2008). Los SOM facilitan la reducción de la complejidad mediante la proyección de datos multidimensionales en un espacio bidimensional, preservando las relaciones topológicas entre los datos (Kaski y Kohonen, 1996; Kohonen, 1982).

Una vez entrenada y evaluada la red neuronal artificial, los perfiles se identifican y su número se determina utilizando una metodología híbrida que combina herramientas cuantitativas con el conocimiento experto del analista. Este enfoque híbrido ha mostrado ser más efectivo que métodos puramente cuantitativos (Hair et al., 2009), particularmente en contextos con características complejas o difíciles de modelar con herramientas estadísticas tradicionales (Vesanto y Alhoniemi, 2000).

Interpretación de los agrupamientos

Tras realizar el análisis SOM, se identifican varios perfiles, que son descritos a través de estadísticas básicas como la media, la desviación estándar, los valores máximo y mínimo, entre otros. Esto facilita una interpretación inicial y comparativa de los resultados (Faggiano et al., 2010). Además, se evalúa la influencia de cada variable del cuestionario sobre la configuración de los perfiles obtenidos. Para ello, y en consonancia con las recomendaciones de Cohen (1990) y de la *American Statistical Association*, no solo se determina la significación estadística de cada relación variable-perfil, sino que también se calcula el Tamaño del Efecto (TE), una métrica que permite interpretar la relevancia práctica de las asociaciones (Sullivan y Feinn, 2012; Wasserstein y Lazar, 2016; Sullivan y Feinn, 2012; Wasserstein y Lazar, 2016; Pinos-Navarrete et al., 2022).

Métodos de evaluación estadística y Tamaño del Efecto

La evaluación estadística depende del tipo de variable analizada. Para las variables continuas, se utiliza la prueba *T-Student* bilateral, considerando significativos aquellos resultados con $p \leq 0.05$. Esta prueba es ampliamente reconocida por su capacidad para detectar diferencias significativas entre grupos (Hair et al., 2009; Sullivan y Feinn, 2012).

En el caso de variables categóricas, se aplica la prueba no paramétrica Chi-cuadrado, utilizando la corrección de Yates para evitar errores en tablas de contingencia pequeñas (Chinn, 2000; Yates, 1934).

El Tamaño del Efecto, que refleja la magnitud de las diferencias detectadas, se calcula de la siguiente forma. Para variables continuas, se emplea la d de Cohen, que cuantifica la diferencia estándar entre grupos (Coe y Merino, 2003).

En variables categóricas, se utiliza el Odds Ratio (OR), una métrica particularmente útil para analizar variables binarias o dicotómicas (Abarca-Álvarez et al., 2019b). Para facilitar comparaciones, los valores de OR se transforman a TE mediante la fórmula (Chinn, 2000): $TE = \ln(OR)/1.81$.

El TE permite identificar qué variables son más representativas de cada perfil, proporcionando una visión más clara de las características que los diferencian. Esta métrica ha demostrado ser especialmente útil en estudios donde los datos presentan alta complejidad y variabilidad (Vesanto y Alhoniemi, 2000; Pinos-Navarrete et al., 2022).

Interpretación de los agrupamientos

El TE se clasifica en niveles según su magnitud, teniendo en cuenta los valores en valor absoluto (Coe, 2002; Coe y Merino, 2003):

- Valores del intervalo (0, 0.2) indican un efecto nulo o insignificante.
- Valores del intervalo (0.2, 0.5) corresponden a un efecto bajo.
- Valores del intervalo (0.5, 0.8) representan un efecto medio.
- Valores del intervalo (0.8, ∞) reflejan un efecto alto.

Es importante tener en cuenta que el signo del TE indica la dirección del efecto, ya sea positivo o negativo, y que un TE elevado no necesariamente implica que la categoría asociada sea predominante en un perfil. Por ejemplo, una categoría puede tener una baja frecuencia absoluta, pero si está concentrada en un único perfil, su TE será alto. Para evitar

malinterpretaciones, los resultados del TE deben complementarse con las frecuencias relativas y absolutas, que se presentan en tablas resumen de perfiles.

Resultados

Junto con los Mapas Auto-organizados de cada pregunta del cuestionario (Figura 1), los principales resultados del análisis se presentan en las figuras en las que se utilizan mapas de calor para sintetizar la información contenida en las 290 respuestas de la encuesta. En estos mapas de calor, las preguntas del formulario están organizadas en las filas, mientras que los perfiles identificados se distribuyen en columnas.

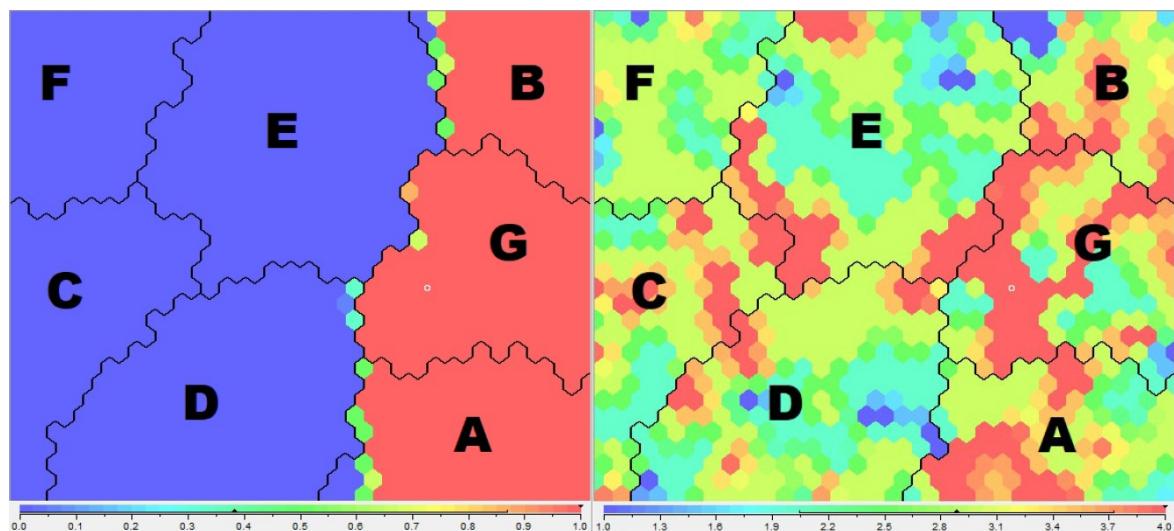


Figura 1. Self-organizing Maps (SOM) de las variables “Género: Chico” (izquierda), y “Existe igualdad entre chicos y chicas en la ciencia” (derecha). Las letras identifican a los perfiles. Comparando los mapas se puede observar la diferente distribución de respuestas de opinión sobre igualdad, entre los chicos (en rojo en la figura de la izquierda) y las chicas. Elaborado por los autores.

En los mapas de calor presentados a continuación, se muestra en cada casilla el TE que corresponde a cada pregunta del formulario (fila) en la constitución del perfil en cuestión (columna). Las casillas se remarcán con un marco negro a la vez que se marca en negrita el valor si para esa pregunta/perfil se ha superado el test de significación estadística ($p\text{-value} \leq 0.05$). Para ello se ha evaluado el test T de Student para las variables cuantitativas, y el Chi cuadrado para las cualitativas. Para identificar la tipología de cada pregunta del cuestionario, las variables cuantitativas se marcan en la columna “Tipo de variable” como ES (Effect Size), y las variables cualitativas se marcan como OR (Odds Ratio). Si bien en estas últimas inicialmente se calcula su Odds Ratio, este valor se transforma en ES para poder ser comparado con el resto de las variables del cuestionario (Chinn, 2000), en los mismos términos descritos por Cohen (1998).

Comparación entre perfiles identificados

Segregación en 2 perfiles

En la Figura 2 se ha obtenido el nivel mínimo de desagregación de los encuestados, con dos únicos grupos o patrones. Se debe tener en cuenta que para obtener esta segregación en dos patrones mediante la metodología SOM, se ha tenido en consideración de la misma forma todas y cada una de las 28 preguntas del cuestionario. Se observará que hay variables que explican mejor que otras cada uno de los perfiles, pero en ningún caso se ha calibrado al modelo SOM con diferentes pesos en ninguna de las variables en estudio.

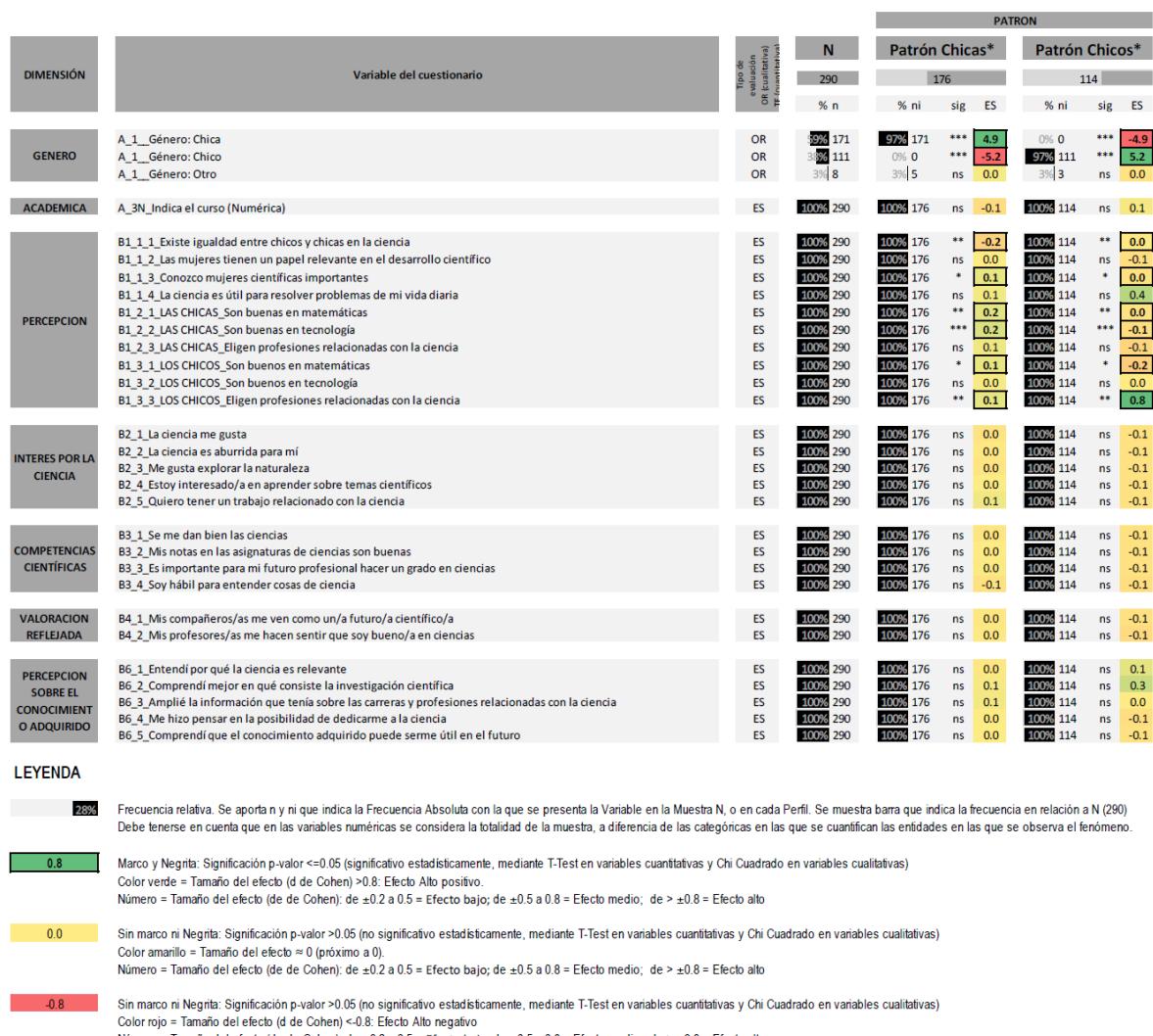


Figura 2. Caracterización del estudio de dos perfiles (Patrón Chicas* y Patrón Chicos*) mediante mapas de calor (Heatmap). Los perfiles o patrones se muestran en columnas y las variables o preguntas del cuestionario se muestran en filas. (*) Véase que las respuestas “Otro” a la pregunta del cuestionario sobre el género, han quedado enmarcadas por el modelo SOM, atendiendo a su similitud de respuestas, dentro de los patrones Chicas, o Chicos. Elaborado por los autores.

Se verifica una segregación total de los encuestados en grupos o patrones diferenciados, los cuales se identificaron como "Chica" (171 encuestadas) y como "Chico" (144 encuestados), quedando repartidos entre ambos grupos los que respondieron "Otro" (8 encuestados), entre ambas agrupaciones de chicos y chicas. De este modo se observa por la metodología SOM a la variable género como determinante en las respuestas en este primer análisis de grupos.

A pesar de lo anterior, observando la Figura 2 podemos verificar que escasamente hay diferencias notables entre las respuestas de tales grupos, aparte lógicamente de la respuesta sobre el género. Únicamente destaca en el “Patrón chicos” respuestas en las que manifiestan que los propios chicos eligen profesiones relacionadas con la ciencia, respuesta que alcanza un Tamaño del Efecto +0.81 y una significación p-value <= 0.01 (**) en el Test de Student, lo cual según Cohen implica un Tamaño del Efecto Grande. El resto de las respuestas tanto para chicos como para chicas quedan con unos tamaños del efecto igual o inferior a |0.2|, lo cual se traduce como un efecto débil de tales variables en la formación del Patrón correspondiente.

Segregación en 7 perfiles

Para identificar otros comportamientos relevantes en las respuestas de la encuesta se ha realizado una mayor división de grupos. Para ello se sigue un procedimiento jerárquico mediante el cual cada segmentación toma la anterior división, fraccionando uno de los grupos o perfiles dividiéndolo en dos, y así sucesivamente. De este modo es posible proceder paso a paso añadiendo perfiles, identificando el conocimiento que aporta cada uno de tales estados, o bien usando alguna metodología de “recomendación” de un número de grupos determinado. Siguiendo el enfoque híbrido que conjuga ambos métodos, tal y como recomendó Hair et al. (2009), se consigue un enfoque que aporte al analista conocimiento a partir de las encuestas. De este modo, podemos observar que, con la división de 6 a 7 perfiles, aparece un perfil claramente diferenciado de chicos, el perfil identificado en la Figura 3 como “G”. Este perfil con un total de 37 respuestas, con agrupamientos con un menor número de perfiles quedaba integrado con otras respuestas de chicos bien diferentes. Con seis o menos perfiles esos grupos de chicos se mostraban integrados, y al analizarlos conjuntamente, mediante la media, esta diferenciación mostrada en el Perfil 7, se oculta. Describimos la situación globalmente a continuación:

- La Figura 2 (2 perfiles) muestra la diferencia entre chicos y chicas de forma global, los resultados obtenidos para los patrones de chicas y chicos extendidos parcialmente con los que respondieron “otros”, no se identifican diferencias realmente relevantes o significativas entre las respuestas de la percepción sobre igualdad por género, y totalmente insignificantes en las dimensiones de interés por la ciencia, competencias científicas, valoración reflejada o percepción sobre el conocimiento adquirido.
- Al analizar la Figura 3 se puede observar que las respuestas de los chicos, Perfiles A, B, y G, se presentan con respuestas bastante polarizadas, identificándose respuestas de percepción significativamente inferior a la media en los perfiles A y B, y por otro lado de forma significativamente más elevada que la media en el perfil G.
- Asimismo, se identifica que las respuestas de los chicos con peor percepción se encuentran en cursos académicos inferiores ($TE=-0.6$ en el Perfil A) o de nivel medio ($TE=0.4$ en el Perfil B), mientras que se observa una evolución en la que las respuestas de los chicos en cursos superiores presentan una percepción más elevada ($TE=0.8$ en el Perfil G).
- Las respuestas de las chicas relacionadas con su percepción, Perfiles C, D, E, y F, sin embargo, se encuentran con niveles intermedios de TE, entre -0.3 y 0.4 en todas las respuestas, lo cual denota que las respuestas oscilan aproximadamente entre los niveles de las respuestas medias de todos los encuestados/as.

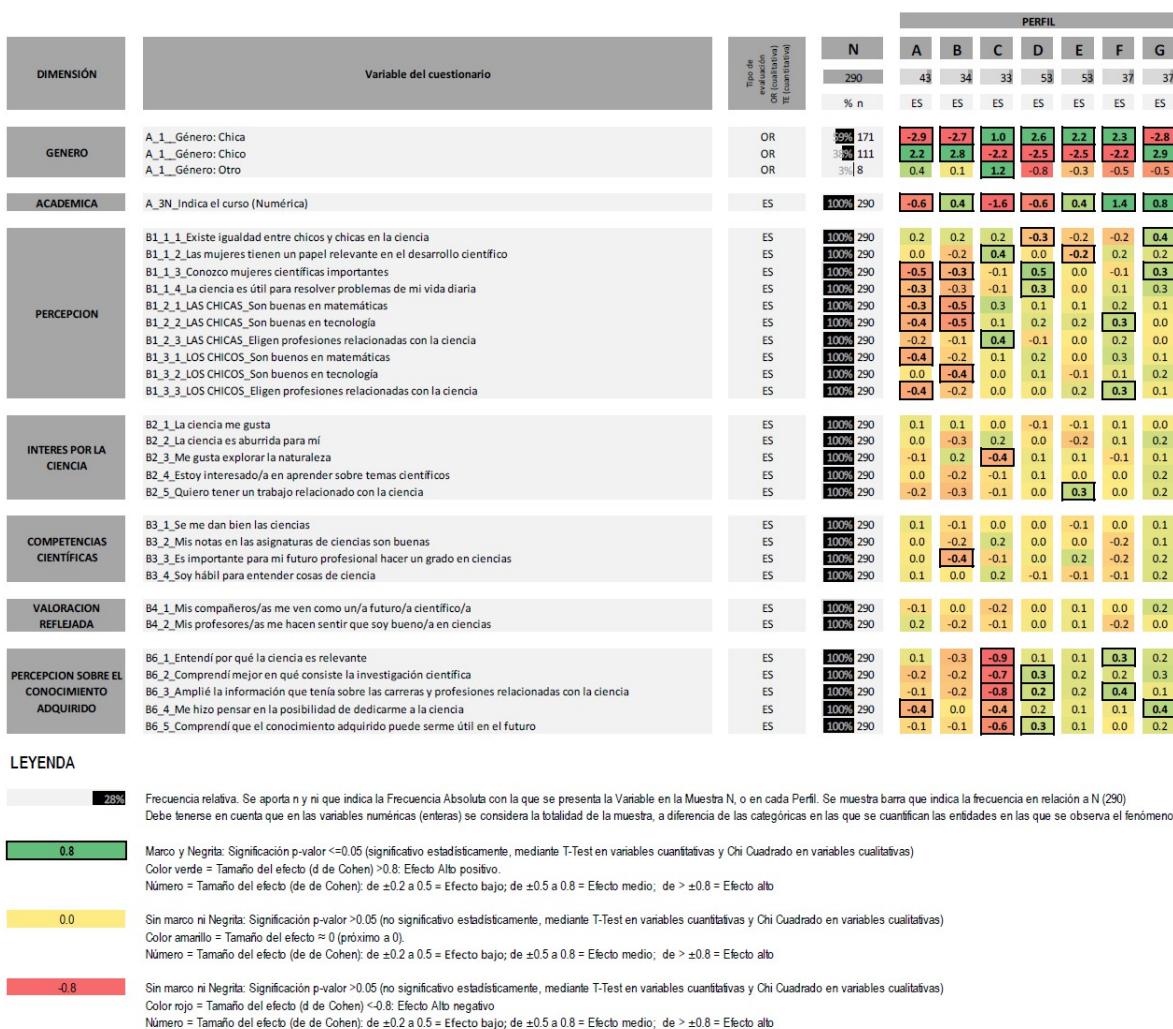


Figura 3. Caracterización del estudio de siete perfiles mediante mapa de calor (Heatmap) Los perfiles se muestran en columnas y las variables o preguntas del cuestionario se muestran en filas. Elaborado por los autores.

Caracterización de los perfiles identificados

Los perfiles se ordenan de la A a la G de menor a mayor TE global en las respuestas ante preguntas sobre género, nivel de estudios, percepción, interés por la ciencia, competencias científicas y valoración reflejada. La significación estadística se muestra siguiendo el criterio tradicional según el correspondiente test: * p ≤ 0.05; ** p ≤ 0.01; *** p ≤ 0.001.

Perfil A

El perfil A representa a 43 (14.83%) de los 290 encuestados/as. De ellos 41 son chicos lo que significa el 95% del perfil, y 2 declaran género “otro”, lo que representa el 5% restante. No hay ninguna chica en este perfil.

A nivel académico cabe destacar que el 100% de los encuestados de este perfil están cursando 2º de educación secundaria (en la variable numérica TE=-0.6, sig:***).

En cuanto a la percepción se observan las valoraciones más bajas, mayor desacuerdo, de entre todos los encuestados. Esto se evidencia con respuestas con un nivel de acuerdo bajo (o desacuerdo elevado) ante las preguntas “Conozco mujeres científicas importantes” (ES=-0.5, sig:***), las chicas “Son buenas en tecnología” (ES=-0.4, sig: *), los chicos “Son buenos en matemáticas” (ES=-0.4, sig: **), los chicos “eligen profesiones

relacionadas con la ciencia” (ES=−0.4, sig: **), “la ciencia es útil para resolver problemas de mi vida diaria” (ES=−0.3, sig: *), y las chicas “Son buenas en matemáticas” (ES=−0.3, sig: *).

En los grupos de cuestiones relacionadas con el interés por la ciencia, competencias científicas o valoración reflejada, no se observan ninguna evidencia que sea estadísticamente significativa entre los encuestados de este perfil.

Por último, en el grupo de preguntas relacionadas con la percepción sobre el conocimiento adquirido con la actividad se evidencia unas respuestas con mayor desacuerdo que en el conjunto de la muestra (ES=−0.4, sig: **).

Perfil B

En perfil B está constituido por 34 de los 290 encuestados/as, lo que implica el 11.72% del total. De esa cantidad 33 son chicos (97%) y 1 respondió “otro” (3%) a la cuestión sobre su género. No hay ninguna chica en este perfil.

A nivel académico cabe destacar que el 100% de los encuestados de este perfil están cursando 3º de educación secundaria (en la variable numérica ES=0.4, sig: *).

Ante las preguntas de percepción se observan respuestas comparativamente con elevado desacuerdo. Esto se identifica con respuestas con mayor desacuerdo que la media ante las siguientes preguntas: las chicas “son buenas en matemáticas” (ES=−0.5, sig: **), las chicas “son buenas en tecnología” (ES=−0.5, sig: **), los chicos “son buenos en tecnología” (ES=−0.4, sig: **), o “conozco mujeres científicas importantes” (ES=−0.3, sig: **).

En los conjuntos de preguntas relacionadas con el interés por la ciencia, valoración reflejada, o percepción sobre el conocimiento adquirido, no se observan ninguna evidencia que sea estadísticamente significativa entre los encuestados de este perfil.

En cuanto a las competencias científicas se evidencia asimismo unas respuestas con mayor desacuerdo que la media, observándose por ejemplo una respuesta con bajo acuerdo ante la pregunta “Es importante para mi futuro profesional hacer un grado en ciencias” (ES=−0.4, sig: **).

Perfil C

El perfil C está conformado por 33 encuestados/as de un total 290, lo que constituye una representatividad del 11.38% sobre el total. De tal cantidad 29 son chicas (88%), y 4 se denominan como género “otro” (12%). No hay ningún chico en este perfil.

A nivel académico destaca que todas/os los encuestados cursan 1º de Educación Secundaria (en la variable numérica ES=−1.6, sig: ***).

En las cuestiones sobre percepción destacan algunas respuestas con mayor aceptación que la media, como por ejemplo ante la pregunta “Las mujeres tienen un papel relevante en el desarrollo científico” (ES=0.4, sig: *), o las chicas “Eligen profesiones relacionadas con la ciencia” (ES=0.4, sig: *).

Ante las preguntas relacionadas con su interés personal por la ciencia cabe destacar unas respuestas inferiores a la media en cuanto su aceptación, en especial ante la pregunta “Me gusta explorar la naturaleza” (ES=−0.4, sig: *).

En las preguntas relacionadas con las competencias científicas y la valoración reflejada no se observan evidencias que sean estadísticamente significativas entre las encuestadas de este perfil.

En el conjunto de preguntas relacionadas con la percepción sobre el conocimiento adquirido destacan unas respuestas fuertemente críticas con la actividad. De este modo destacan respuestas con un bajo nivel de acuerdo ante las preguntas “Entendí por qué la ciencia es relevante” (ES=-0.9, sig:***), “Amplié la información que tenía sobre las carreras y profesiones relacionadas con la ciencia” (ES=-0.8, sig:***), “Comprendí mejor en qué consiste la investigación científica” (ES=-0.7, sig:***), “Comprendí que el conocimiento adquirido puede serme útil en el futuro” (ES=-0.6, sig:***), y “Me hizo pensar en la posibilidad de dedicarme a la ciencia” (ES=-0.4, sig:*)

Perfil D

En el perfil D se encuentran representados 53 encuestadas (18.28%) de un total de 290. De ellas todas son chicas (100%).

A nivel académico cabe mencionar que todas las encuestadas cursan 2º de Educación Secundaria (en la variable numérica ES=-0.6, sig:***).

En el conjunto de preguntas relacionadas con su percepción, destaca una respuesta más negativa que la media sobre si “Existe igualdad entre chicos y chicas en la ciencia” (ES=-0.3, sig: *), y más positiva que en las preguntas “Conozco mujeres científicas importantes” (ES=0.5, sig:***), o “La ciencia es útil para resolver problemas de mi vida diaria” (ES=0.3, sig: *).

Entre las respuestas sobre percepción sobre el conocimiento adquirido el interés por la ciencia se puede destacar una respuesta con mayor acuerdo que la media ante las preguntas “Comprendí mejor en qué consiste la investigación científica” (ES=0.3, sig: *), “Comprendí que el conocimiento adquirido puede serme útil en el futuro” (ES=0.3, sig: *), y “Amplié la información que tenía sobre las carreras y profesiones relacionadas con la ciencia” (ES=0.2, sig: *).

Perfil E

El perfil E se componen por 53 encuestados/as de un total de 290, lo que alcanza a ser el 18.28%. De ellas 52 son chicas (98%) y 1 se muestra con género “Otro” (2%).

A nivel académico cabe mencionar que todas las encuestadas cursan 3º de Educación Secundaria (en la variable numérica ES=0.4, sig: **).

Entre las preguntas de percepción únicamente se puede destacar una respuesta con un nivel ligeramente menor de acuerdo que la media ante la pregunta “Las mujeres tienen un papel relevante en el desarrollo científico” (ES=-0.2, sig: *).

En el campo de las preguntas sobre el interés por la ciencia cabe únicamente destacar una respuesta ligeramente superior en aceptación ante la cuestión “Quiero tener un trabajo relacionado con la ciencia” (ES=0.3, sig: *).

Perfil F

El perfil F consta de un total de 37 encuestadas de un total de 290 (12.76%). Todas las encuestadas son chicas (100%).

A nivel académico cabe destacar que el 100% de las encuestadas de este perfil cursan 4º de Educación Secundaria (en la variable numérica ES=1.4, sig:***).

Ante las preguntas del bloque de percepción las chicas de este grupo respondieron de una forma ligeramente más conformes que la media en la pregunta las chicas “Son buenas en

tecnología" (ES=0.3, sig:*) y los chicos "Eligen profesiones relacionadas con la ciencia" (ES=0.3, sig:*)).

En las preguntas relacionadas con el interés por la ciencia, las competencias científicas, y la valoración reflejada, no se observan evidencias que sea estadísticamente significativa entre las encuestadas de este perfil.

En cuanto las cuestiones sobre la percepción sobre el conocimiento adquirido mencionar unas respuestas más positivas que la media en las preguntas "Entendí por qué la ciencia es relevante" (ES=0.3, sig:*) y "Amplié la información que tenía sobre las carreras y profesiones relacionadas con la ciencia" (ES=0.4, sig:*)).

Perfil G

En el perfil G se incluye un total de 37 encuestados de 290 (12.76%). Todos los encuestados son chicos.

A nivel académico mencionar que 30 de los 37 (81.08%) cursan 4º de Educación Secundaria y 7 (18.82%) cursan 1º de Secundaria (en la variable numérica ES=0.8, sig:***).

Ante las preguntas de percepción los encuestados respondieron de forma más positiva que la media en las preguntas "Existe igualdad entre chicos y chicas en la ciencia" (ES=0.4, sig:*) y "conozco mujeres científicas importantes" (ES=0.3, sig:*)).

Finalmente, ante las preguntas sobre la percepción sobre el conocimiento adquirido únicamente cabe destacar unas respuestas más positivas que la media ante la pregunta "Me hizo pensar en la posibilidad de dedicarme a la ciencia" (ES=0.4, sig:*)).

Discusión y conclusiones

Discusión

Los resultados señalan la existencia de dos patrones claramente diferenciados por género en la percepción sobre la igualdad en ciencia: las chicas son más conscientes de la falta de equidad que ellos, principalmente aquellas que cursan los niveles más avanzados de la enseñanza secundaria. Las diferencias también se proyectan en otros ámbitos vinculados a la estimación de los referentes femeninos en ciencia, la idea sobre las competencias científicas de ellas en matemáticas y tecnología o la valoración de la actividad motivacional respecto al cambio de actitud hacia la ciencia o la mejora del conocimiento sobre sus fundamentos. En este sentido, se han identificado siete perfiles que evidencian la necesidad apuntada por autores como Verniers et al. (2024) y Gladstone y Cimpian (2021) de generar actividades adaptadas a las características de cada grupo.

Los perfiles se agrupan, una vez más, por el género. Hay cuatro perfiles femeninos y tres masculinos, y cada uno de ellos se corresponde con diferente nivel educativo. Las chicas de los cursos superiores -tercero y cuarto de educación secundaria- son las que tienen un mayor concepto sobre las competencias científicas de las mujeres y de la oportunidad de actividades basadas en referentes para entender mejor la ciencia y ampliar la información sobre carreras relacionadas con el ámbito STEM.

Como apunta la literatura científica (Evagorou et al., 2024), dos de los perfiles identificados constatan la relevancia de los factores individuales en las actitudes de la juventud hacia la ciencia. Y es que las chicas que creen que las mujeres son buenas en tecnología, asocian esta habilidad a su interés por elegir una carrera científica y valoran

con medias más altas la participación en un encuentro con referentes femeninos porque les permite entender la relevancia de la ciencia en la vida y les ayuda a ampliar la información sobre las carreras y profesiones STEM.

Este resultado está en línea con estudios los publicados por DeWitt et al. (2014), Ibourk et al. (2022) o Reznik et al. (2023) que destacan los beneficios de las actividades motivacionales en el fomento de vocaciones científicas en niñas.

Sin embargo, esta inclinación que se da en edades más avanzadas, no se reproduce en las chicas que cursan los primeros niveles de la educación secundaria. Aunque ellas creen que las mujeres tienen un papel relevante en el desarrollo científico, no consideran que la participación en este encuentro con referentes les ayude a conocer cómo la ciencia puede serles útil en el futuro o les incite a pensar en dedicarse a la ciencia.

Un perfil que consolida la idea expresada por Verniers et al. (2024) de que las actividades basadas en referentes pueden transformarse en un “arma de doble filo” si hay determinados grupos que no se sienten identificados por los referentes que se presentan. Y es que como indican Evagorou et al. (2024) o Wonch et al. (2018) para aprender ciencia de forma efectiva es necesario que el alumnado vea su identidad reflejada en las prácticas y comunidades científicas.

Esta desidentificación con la ciencia se pone de manifiesto en los perfiles masculinos. Es destacable la coincidencia en los tres patrones identificados en cuanto a la infravaloración de las competencias de las chicas en matemáticas y tecnología. La falta de aprecio de las habilidades femeninas en el ámbito STEM puede tener un impacto negativo en el autoconcepto y la motivación de ellas a estudiar estas disciplinas, como apuntan autores como Mainhard et al. (2018).

Asimismo, los perfiles masculinos que valoran menos las capacidades de ellas tienen una actitud negativa sobre la propia ciencia al pensar que no es buena para resolver problemas de la vida diaria y afirmar que no tienen interés por estudiar carreras vinculadas a estos ámbitos. En cambio, el patrón masculino asociado a cursos superiores afirma conocer mujeres importantes en el ámbito científico y reconoce que la participación en la actividad le ha hecho pensar en la posibilidad de dedicarse a la ciencia.

Conclusiones

Los resultados obtenidos confirman la necesidad de generar actividades basadas en modelos que se ajusten a las características de cada grupo, tal y como reivindican los autores Gladstone y Cimpian (2021) y Verniers et al. (2024). Se han identificado diferentes patrones determinados por el género y el nivel educativo en los que se detectan necesidades comunicativas diferentes.

Los chicos de los primeros niveles de educación secundaria no valoran las competencias en matemáticas y tecnología de las chicas, algo que puede afectar al autoconcepto de ellas sobre sus propias habilidades. Este resultado señala la importancia de desarrollar actividades específicas dirigidas al alumnado de los primeros cursos de educación secundaria que cambien una percepción que puede afectar a la confianza de ellas en su propia habilidad en la ciencia como advierten los estudios realizados por Mainhard et al. (2018) y Wonch et al. (2018).

Por otro lado, los resultados obtenidos muestran que las actividades basadas en modelos pueden ser efectivas para chicas que tienen interés por la ciencia y reconocen el valor de la mujer como han señalado DeWitt et al. (2014), Ibourk et al. (2022) o Reznik et al. (2023).

También es destacable la baja percepción que las chicas de los primeros niveles de educación secundaria tienen sobre el impacto de la actividad en su interés por la aplicabilidad futura de la ciencia y por su deseo de dedicarse a una carrera de este ámbito. Esto señala la importancia de reforzar el programa de actuación para reducir la brecha de género desde los primeros niveles educativos si se quiere revertir la tendencia de desigualdad de género en ciencia en un futuro.

Los perfiles identificados en esta investigación incitan a pensar en la importancia de desarrollar acciones específicas para grupos diferentes más que organizar actividades visibilización generales como se ha estandarizado en el último decenio.

La importancia de este estudio radica en dos aspectos. El primero es que contribuye a la generación de conocimiento y evidencia sobre el impacto de las actividades de visibilización de referentes femeninos en ciencia en la percepción que el alumnado tiene sobre la igualdad de género y el papel de la mujer en el ámbito STEM. Los resultados subrayan la necesidad de generar evidencia empírica sobre la efectividad de estas acciones y su influencia en la diversificación del sector STEM (Lawner et al., 2019).

En segundo lugar, destaca la necesidad de profundizar en este campo de estudio para analizar los canales y medios que promueven la igualdad de género en ciencia desde edades tempranas y contribuyen a la mejora de la confianza de las chicas sobre sus competencias en matemáticas y ciencias, así como la valoración reflejada principalmente por los chicos que cursan los primeros niveles de educación secundaria.

Por otro lado, consideramos que la mayor limitación de este estudio es la representatividad de la muestra. De esta forma, aun siendo una muestra representativa, ampliar el número y los niveles educativos posibilitará mayor discriminación a la hora de generalizar los resultados.

Esta limitación y las conclusiones obtenidas abren líneas de investigación futuras vinculadas al desarrollo de estudios longitudinales sobre el impacto de estas intervenciones tempranas en vocaciones STEM para ver cómo evoluciona el interés por la ciencia y la autopercepción teniendo en cuenta el género; el desarrollo de análisis más profundos sobre las barreras subjetivas en la percepción de la equidad en ciencia o la evaluación de medios y canales de comunicación más eficaces para fomentar vocaciones científicas en niñas, entre otras, que permitan hacer de estas recomendaciones, sugerencias verificadas para el desarrollo de prácticas exitosas que promuevan la identidad científica femenina desde la educación no formal en espacios destinados a este fin como los museos de ciencia.

Agradecimientos

A todos los/as integrantes del Servicio de Educación del Parque de las Ciencias por su colaboración en el desarrollo de los cuestionarios, así como el respaldo y apoyo a esta investigación.

Declaración de autoría

Lourdes López-Pérez: Conceptualización, gestión de los datos, análisis formal, investigación, desarrollo de la metodología, administración del proyecto, supervisión, validación, preparación y visualización del trabajo presentado, redacción, revisión y edición.

Fátima Poza-Vilches: Conceptualización, gestión de los datos, análisis formal, investigación, desarrollo de la metodología, validación y redacción.

Francisco Javier Abarca-Álvarez: Análisis formal, desarrollo de la metodología y redacción.

Luis Alcalá: Conceptualización, adquisición de financiación y redacción.

Declaración responsable de uso de herramientas de Inteligencia Artificial

Los firmantes de este artículo declaran no haber utilizado herramientas de Inteligencia Artificial, excepto en el desarrollo de los Mapas Auto-organizados o SOM que son propiamente una técnica o metodología del campo de la Inteligencia Artificial.

Referencias bibliográficas

- Abarca-Alvarez, F. J., Campos-Sánchez, F. S. y Mora-Esteban, R. (2019a). Survey assessment for decision support using self-organizing maps profile characterization with an odds and cluster heat map: Application to children's perception of urban school environments. *Entropy*, 21(9). <https://doi.org/10.3390/E21090916>
- Abarca-Alvarez, F. J., Mora-Esteban, R. y Campos-Sánchez, F. S. (2018). Transparentar el conocimiento urbano para el apoyo a la decisión mediante inteligencia artificial: comprendiendo la percepción infantil de los entornos escolares de Granada. *Teknokultura*, 15(1), 89-104. <https://doi.org/10.5209/TEKN.57194>
- Abarca-Alvarez, F. J., Reinoso-Bellido, R. y Campos-Sánchez, F. S. (2019b). Decision model for predicting social vulnerability using artificial intelligence. *ISPRS Int. J. Geo-Information*, 8(12), 1-26. <https://doi.org/10.3390/ijgi8120575>
- Bian, L., Leslie, S. J. y Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355(6323), 389-391. <https://doi.org/10.1126/science.aah6524>
- Chan, R. (2022). A social cognitive perspective on gender disparities in self-efficacy, interest, and aspirations in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): the influence of cultural and gender norms. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00352-0>
- Chestnut, E., Lei, R. Leslie, S. y Cimpian, A. (2018). The myth that only brilliant people are good at math and its implications for diversity. *Education Sciences*, 8(2), <https://doi.org/10.3390/educsci8020065>
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K. y Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological Bulletin*, 143(1), 1-35. <https://doi.org/10.1037/bul0000052>
- Chinn, S. (2000). A simple method for converting an odds ratio to effect size for use in meta-analysis. *Statistics in medicine*, 19(22), 3127-3131. [https://doi:10.1002/1097-0258\(20001130\)19:22<3127::AID-SIM784>3.0.CO;2-M](https://doi:10.1002/1097-0258(20001130)19:22<3127::AID-SIM784>3.0.CO;2-M)
- Coe, R. (2002). It's the effect size, stupid - What effect size is and why it is important. *Annual Conference of the British Education Research Association*, 1-16. <https://dradamvolungis.com/wp-content/uploads/2012/01/its-the-effect-size-stupid-what-effect-size-is-why-it-is-important-coe-2002.pdf>
- Coe, R. y Merino, C. (2003). Magnitud del efecto: Una guía para investigadores y usuarios. *Revista de Psicología*, 21(1), 147-177. <https://doi.org/10.18800/psico.200301.006>
- Cohen, J. (1998). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers. <https://doi.org/10.1234/12345678>
- Cohen, J. (1990). Things I have learned (so far). *American Psychologist*, 45(12), 1304-1312. <https://doi.org/10.1037/10109-028>

- Dancstep, T. y Sindorf, L. (2018). Creating a female-responsive design framework for STEM exhibits. *Curator: The Museum Journal*, 61(3), 469-484.
- Dawson, E. (2014). Equity in Informal Science Education: Developing an Access and Equity Framework for Science Museums and Science Centres. *Studies in Science Education*, 50(2), 209-247. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.957558>
- DeWitt, J., Archer, L. y Osborne, J. (2014). Science-related Aspirations across the Primary-secondary Divide: Evidence from Two Surveys in England. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1609-1629. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.871659>
- Eccles, J. y Wigfield, A. (2020). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109-132. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>
- European Commission: Directorate-General for Research and Innovation (2021). *She figures 2021 – Gender in research and innovation – Statistics and indicators*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/06090>
- Evagorou, M., Blanca, P., Dury, B. y Hedvika, J. (2024). *Addressing the gender gap in STEM education across educational levels – Analytical report*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/260477>
- Faggiano, L., de Zwart, D., García-Berthou, E., Lek, S. y Gevrey, M. (2010). Patterning ecological risk of pesticide contamination at the river basin scale. *Science of the Total Environment*, 408(11), 2319-2326. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.02.002>
- Gladstone, J. y Cimpian, A. (2021). Which role models are effective for which students? A systematic review and four recommendations for maximizing the effectiveness of role models in STEM. *International Journal of STEM Education*, 8(59). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00315-x>
- Hair, J., Black, W., Babin, B. y Anderson, R. (2009) *Multivariate Data Analysis*. Prentice Hall.
- Handley, I. M., Brown, E. R., Moss-Racusin, C. A., y Smith, J. L. (2015). Quality of evidence revealing subtle gender biases in science is in the eye of the beholder. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(43), 13201-13206. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510649112>
- Ibourk, A., Hughes, R. y Mathis, C. (2022). “It is what it is”: Using Storied-Identity and intersectionality lenses to understand the trajectory of a young Black woman's science and math identities. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(7), 1099-1133. <https://doi.org/10.1002/tea.21753>
- Johnson, T., Burgoyne, A., Mix, K., Young, C. y Levine, S. (2022). Spatial and mathematics skills: Similarities and differences related to age, SES, and gender. *Cognition*, 218(104918). <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104918>
- Kang, H., Calabrese, A., Tan, E., Simpkins, S., Rhee, H. y Turner, C. (2019). How do middle school girls of color develop STEM identities? Middle school girls' participation in science activities and identification with STEM careers. *Science Education*, 103(2), 418-439. <https://doi.org/10.1002/sce.21492>

- Kaski, S. y Kohonen, T. (1996). Exploratory data analysis by the Self-Organizing Map: structures of welfare and poverty in the world (1996). Neural Networks in Financial Engineering. *Proceedings of the Third International Conference on Neural Networks in the Capital Markets* (pp.498-507). <https://doi.org/10.1.1.53.3954>
- Kohonen, T. (1982). Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, 43(1), 59-69. <https://doi.org/10.1007/BF00337288>
- Lawner, E., Quinn, D., Camacho, G., Johnson, B. y Pan-Weisz, B. (2019). Ingroup role models and underrepresented students' performance and interest in STEM: A meta-analysis of lab and field studies. *Social Psychology of Education*, 22, 1169-1195. <https://doi.org/10.1007/s11218-019-09518-1>
- Lawner, E. (2014). *Impact of role model gender and communalities on college women's math performance and interest in STEM*. University of Connecticut, https://digitalcommons.lib.uconn.edu/gs_theses/688/
- Mainhard, T., Oudman, S., Hornstra, L., Bosker, R. y Goetz, T. (2018). Student emotions in class: The relative importance of teachers and their interpersonal relations with students. *Learning and Instruction*, 53, 109-119. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.07.011>
- Menacho, A., Plaza, P., Sancristóbal, E., Pérez-Molina, C., Blazquez, M. y Castro, M. (2021). Halloween Educational Robotics. *IEEE Transactions on Education*. <https://doi.org/10.1109/TE.2021.3066891>
- Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, (2023). *Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe Español*. https://www.libreria.educacion.gob.es/libro/pisa-2022-programa-para-la-evaluacion-internacional-de-los-estudiantes-informe-espanol_183950/
- Mohan, R. (2023). *Measurement, evaluation and assessment in education*. PHI Learning Pvt. Ltd.
- Moss-Racusin, C. A., Dovidio, J. F., Brescoll, V. L., Graham, M. J. y Handelsman, J. (2012). Science faculty's subtle gender biases favor male students. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(41), 16474-16479. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211286109>
- Nix, S., Perez-Felkner, L. y Thomas, K. (2015). Perceived Mathematical Ability Under Challenge: A Longitudinal Perspective on sex Segregation Among STEM Degree Fields. *Frontiers in Psychology*, 6(530). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00530>
- OECD (2021). *Education at a glance 2021: OECD indicators*. <https://doi.org/10.1787/b35a14e5-en>
- Palmer, T., Burke, P. y Aubusson, P. (2017). Why school students choose and reject science: A study of the factors that students consider when selecting subjects. *International Journal of Science Education*, 39(6), 645-662. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1299949>
- Pinos-Navarrete, A., Abarca-Álvarez, F. J. y Maroto-Martos, J. C. (2022). Perceptions and Profiles of Young People Regarding Spa Tourism: A Comparative Study of Students from Granada and Aachen Universities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2580. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052580>

- Reznic, G., Massarani, L. y Calabrese, A. (2023). Informal science learning experiences for gender equity, inclusion and belonging in STEM through a feminist intersectional lens. *Cultural Studies of Science Education*, 18(3). <https://doi.org/10.1007/s11422-023-10149-4>
- Spielmans, S. E. y Thill, J. C. (2008). Social area analysis, data mining, and GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32(2), 110-122. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2007.11.004>
- Strick, M. y Helfferich, S. (2023). Active ingredients of science communication impact: a quantitative study at a science festival. *Journal of Science Communication*, 22(2), 1-13. <https://doi.org/10.22323/2.22020801>
- Sullivan, G. y Feinn, R. (2012). Using effect size—or why the P value is not enough. *Journal of graduate medical education*, 4(3), 279-282. <https://doi:10.4300/JGME-D-12-00156.1>
- Tan, E., Calabrese, A., Kang, H. y O'Neill, T. (2013). Desiring a Career in STEM-related Fields: How Middle School Girls Articulate and Negotiate Identities-in-practice in Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(10), 1143-1179. <https://doi.org/10.1002/tea.21123>
- Treagust, D. F. y Won, M. (2023). Paradigms in science education research. In *Treagust D.F., Won, M. (coord.). Handbook of research on science education* (pp. 3-27). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367855758>
- UNESCO (2017). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479>
- Vennix, J., Den Brok, P. y Taconis, R. (2018). Do outreach activities in secondary STEM education motivate students and improve their attitudes towards STEM? *International Journal of Science Education*, 40(11), 1263-1283. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1473659>
- Verniers, C., Aelenei, C., Breda, T., Cimpian, J., Girerd, L., Molina, M., Sovet, L. y Cimpian, E. (2024). The Double-Edge Sword of Role Models: A Systematic Narrative Review of the Unintended Effects of Role Model Interventions on Support of the Status Quo. *Review of Research in Education*, 48(1), 89-120. <https://doi.org/10.3102/0091732X241261310>
- Vesanto, J. y Alhoniemi, E. (2000). Clustering of the self-organizing map. *IEEE Transactions on Neural Networks / a Publication of the IEEE Neural Networks Council*, 11(3), 586-600. <https://doi.org/10.1109/72.846731>
- Wasserstein, R. y Lazar, N. (2016). The ASA Statement on p-Values: Context, Process, and Purpose. *The American Statistician*, 70(2), 129-133. <https://doi.org/10.1080/00031305.2016.1154108>
- Wonch, P., McQuillan, J., Spiegel, A. y Diamon, J. (2018). Discovery Orientation, Cognitive, Schemas and Disparities in Science Identity in Early Adolescence. *Identity and Inequality*, 61(1), 99-125. <https://doi.org/10.1177/07311214177247>
- Yates, F. (1934). Contingency tables involving small numbers and the χ^2 test. *Supplement to the Journal of the Royal Statistical Society*, 1(2), 217-235. <https://doi.org/10.2307/2983604>