Competencia científico-tecnológica en Educación Primaria: validación de su estructura unifactorial y su relación con las actitudes hacia la ciencia a través de modelos estructurales de ecuaciones

Mª Victoria Vega Agapito – Universidad de Valladolid 0000-0002-9435-9457
Mª Antonia López Luengo – Universidad de Valladolid 0000-0001-7334-5278
Jaime Delgado Iglesias – Universidad de Valladolid 0000-0001-8726-6976

Recepción: 20.07.2026 | Aceptado: 22.10.2026

Correspondencia a través de **ORCID**: Mª Victoria Vega Agapito **0000-0002-9435-9457**

Citar: Vega Agapito, MV, López Luengo, MA, &, Delgado Iglesias, J (2026). Competencia científico-tecnológica en Educación Primaria: validación de su estructura unifactorial y su relación con las actitudes hacia la ciencia a través de modelos estructurales de ecuaciones. REIDOCREA, 15(56), 749-768.
Estudio de investigación de tesis
Área o categoría del conocimiento: Educación

Resumen: Este estudio presenta el diseño y la validación de un instrumento para medir la Competencia científico-tecnológica en Educación Primaria y su relación estructural con las Actitudes hacia la ciencia. Tras una revisión de la literatura y ante la necesidad de una herramienta más completa y adaptada a la edad, se elaboró una escala con 29 ítems refinada mediante juicio de expertos y una prueba piloto. Esta escala depurada se administró a 609 estudiantes de Educación Primaria (11-12 años). El análisis factorial confirmatorio permitió comparar varias estructuras del constructo y los modelos de ecuaciones estructurales a través de la evaluación de la invarianza de medida según el contexto familiar y el género, posibilitaron examinar la relación con las Actitudes hacia la ciencia. Los resultados muestran que el modelo con mejor ajuste es el unifactorial con 20 ítems y que las Actitudes hacia la ciencia y la presencia de familiares dedicados a la ciencia predicen significativamente la competencia. No se hallaron diferencias de género, aunque sí mayor inclinación hacia la ciencia en niñas. Se concluye que la Competencia científico-tecnológica es un constructo integrado en esta etapa, y que las Actitudes hacia las ciencias son un predictor modesto pero significativo de su desarrollo.

Palabra clave: Competencia científico-tecnológica

Scientific-Technological Competence in Primary Education: Validation of Its Unifactorial Structure and Its Relationship with Attitudes Toward Science through Structural Equation Models

Abstract: This study presents the design and validation of an instrument to measure Scientific-Technological Competence in Primary Education and its structural relationship with Attitudes Toward Science. Following a literature review and given the need for a more comprehensive, age-appropriate instrument, a 29-item scale was developed and refined through expert judgment and a pilot test. This refined scale was administered to 609 Primary Education students (11-12 years old). Confirmatory factor analysis allowed for the comparison of several construct structures, and structural equation models, through the assessment of measurement invariance by family context and gender, made it possible to examine the relationship with Attitudes Toward Science. Results show that the best-fitting model is the unifactorial one with 20 items, and that Attitudes Toward Science and having family members engaged in scientific occupations significantly predict competence. No gender differences were found, although girls showed a greater inclination toward science. It is concluded that Scientific-Technological Competence is an integrated construct at this educational stage, and that Attitudes Toward Science are a modest but significant predictor of its development.

Keyword: Scientific-Technological Competence

Introducción

Importancia de la competencia científico-tecnológica y la alfabetización científica

El proyecto Definition and Selection of Competencies (DeSeCo), impulsado por la OCDE, es una referencia fundamental en la conceptualización de las competencias a nivel educativo; las considera como un conjunto complejo con componentes cognitivos,

emocionales, conductuales y motivacionales (Rychen y Salganik, 2001). También por primera vez habla de competencias clave como aquellas que son transversales y por tanto sirven para varios dominios o áreas permitiendo responder a demandas de la vida en sus vertientes cotidiana, laboral o social (Rychen y Salganik, 2001). DeSeCo sentó las bases conceptuales que posteriormente generaron la enseñanza por competencias en las reformas educativas.

La competencia científico-tecnológica (CCT) fue establecida ya en 2006 como una de las competencias clave para el aprendizaje permanente por el Consejo de la Unión Europea (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2006). En su revisión posterior en 2018 se amplió el marco y se establecieron las ocho competencias clave, pasando la CCT a integrarse dentro de la competencia STEM, competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (Consejo de la Unión Europea, 2018).

Las competencias clave se introdujeron rápidamente en la legislación educativa española y actualmente las ocho competencias clave se encuentran recogidas en el currículo de Educación Primaria, en el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, que establece la ordenación y enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (MEyFP, 2022), como parte del perfil de salida del alumnado. En este se definen las competencias clave y el nivel de desarrollo que el alumnado debe de haber alcanzado al final de la Etapa de Educación Primaria.

Este enfoque competencial de la educación actual ha supuesto un cambio en el paradigma educativo (Guzmán-Barra et al., 2021), de modo que ahora se prioriza la capacitación del alumnado para desarrollar y utilizar sus habilidades en contextos cotidianos. En esa misma línea, la European Commission (2015) afirma que es necesaria la participación activa y responsable de la ciudadanía como parte de la sociedad dada la creciente importancia tanto de la ciencia como de la tecnología en la toma de decisiones colectivas.

La CCT posee tres vertientes: conceptual, metodológica y actitudinal, que se suman generando una dimensión integrada (Cañal, 2012). Vázquez-Rodríguez (2024) mantiene esa conceptualización, pasando a hablar de componentes cognitivos y metacognitivos, metodológicos y operativos, y afectivo-actitudinales que se unen en una única competencia. En ambos casos se propone una estructura tripartita de la CCT.

Esta unión de conocimientos, procedimientos y actitudes en un único constructo es coherente con la evolución reciente de los marcos internacionales de evaluación de ciencias, como el marco de PISA (OECD, 2023). Este incorpora ahora explícitamente la "identidad científica" —que engloba actitudes, valores y conexión emocional con la ciencia— como componente central de la alfabetización científica, superando el tratamiento anterior de las actitudes como un factor periférico o meramente motivacional.

Así pues, en el actual contexto educativo hay que trabajar para que el alumnado: desarrolle unas actitudes adecuadas hacia la ciencia y la tecnología, adquiera la capacidad de utilizar métodos del mundo científico en su rutina diaria y domine y sepa aplicar conocimientos de diversas áreas de la ciencia en su entorno cotidiano.

El desarrollo de la CCT genera adultos que se involucran, entienden y se desenvuelven en cuestiones científicas (Martín y Osorio, 2003) y por tanto poseen un correcto nivel de alfabetización científica. La CCT y la alfabetización son conceptos relacionados y que se influyen mutuamente (Sánchez-Emeterio y Fernández-Cézar, 2022).

La alfabetización científica según Kemp (2002) incluye tres dimensiones: la afectiva, vinculada con el interés y la valoración de la ciencia; la procedimental, ligada con el dominio de las destrezas y métodos científicos; y la conceptual, unida a la comprensión de conceptos científico-tecnológicos y su interacción con la sociedad. En el siglo XXI es una habilidad imprescindible que permite desarrollar el pensamiento crítico a los ciudadanos (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2018), y que les posibilita para entender y usar el conocimiento científico en el día a día (Lu et al., 2023).

Costa et al. (2021) han realizado una revisión del concepto de alfabetización científica en los primeros años del siglo XXI. Concluyen que la alfabetización científica es un constructo dinámico que depende del contexto social, cultural y político y confirman su multidimensionalidad: valoración o apreciación de la ciencia, conceptos e ideas sobre ciencia, naturaleza de la ciencia, e interacciones ciencia-sociedad.

Sin embargo, pese a la importancia creciente que se le otorga tanto a la adquisición de la CCT, como a la alfabetización científica, datos de la CRUE (2026) muestran que, aunque hay un ligero ascenso en la matriculación de estudiantes en las carreras de ciencias, este no es suficiente. Por tanto, es necesario centrarse en la adquisición de la CCT en las etapas de escolarización obligatoria, para que una vez adquirida, los futuros ciudadanos, aunque no realicen estudios de disciplinas científicas, desarrollen una correcta alfabetización.

Necesidad de evaluar adecuadamente la CCT en Educación Primaria

Dada la complejidad del concepto de CCT y sus dimensiones o componentes, muchos estudios se han dirigido solo a medir alguna de sus tres dimensiones, lo cual permite únicamente un abordaje parcial de la competencia. Esto se suma a que algunos de los instrumentos utilizados no han pasado por un correcto proceso de validación del contenido, del constructo o de la fiabilidad y a que muchas de las herramientas descritas no están destinadas a la etapa de Educación Primaria.

Se comenzará la justificación de esta necesidad de crear una herramienta que permita evaluar de forma adecuada la CCT en Educación Primaria con el análisis de investigaciones que solo miden alguna de las dimensiones y no la totalidad de la competencia.

Toma y Lederman (2022) en una revisión sobre instrumentos de medida de las actitudes hacia la ciencia, encontraron 18 instrumentos distintos en los que había una falta general de validez del contenido, del constructo, de su función predictiva, de la validez discriminativa o de la fiabilidad. Aunque en esta revisión, estaban presentes instrumentos para medir las actitudes hacia la ciencia en Educación Primaria —el ASATSCS—, los dos mejores instrumentos considerados fueron el short TOSRA y la versión inglesa del ASCIv2. Ambos, el short TOSRA (Villafañe y Lewis, 2016), y el ASCIv2 (Brandriet et al., 2011) se validaron en estudiantes de primer año de Universidad. Por tanto, se manifiesta, por un lado, la falta de una herramienta sólida que mida las actitudes hacia la ciencia y por otro, que esa herramienta esté adaptada al alumnado de Educación Primaria.

También existen trabajos como el de Santamaría-Domínguez et al. (2023) centrado en la etapa de Educación Primaria, que, aunque afirme medir la CCT, únicamente contiene cuestiones sobre motivación, actitudes y percepciones, sin preguntas que evalúen conocimiento científico, razonamiento o destrezas procedimentales.

Si nos dirigimos hacia estudios de relevancia internacional que se centren en la parte conceptual y metodológica, se debería comentar en primer lugar el Programa PISA. En 2016 consideraba la necesidad de dominar tres tipos de conocimientos —conceptuales, metodológicos y epistémicos— para poder alcanzar las subcompetencias que pretendía evaluar: explicar fenómenos científicamente, evaluar/diseñar investigaciones e interpretar datos y pruebas científicas (INEE, 2016). Aunque PISA-2015 se centró en la evaluación de contenidos, de manera colateral se consideró que las actitudes eran importantes, aunque solo en su parte de interés en ciencia y tecnología, y la valoración de los enfoques científicos (INEE, 2016).

Por tanto, aunque la herramienta del cuestionario de PISA es sólida, exceptuando en su parte actitudinal, está diseñada para el alumnado de 15 años, quedándose de nuevo la Educación Primaria sin una herramienta que mida los conocimientos y habilidades de su alumnado.

Si nos dirigimos a estudios que evalúen la adquisición de contenidos en la franja de edad de Educación Primaria en España, nos encontramos con los resultados de la Evaluación de final de etapa de las competencias básicas en ciencia y tecnología de sexto curso de Educación Primaria realizados por el MEFP en los años 2016, 2017 ,2018 y 2019. Estas evaluaciones definidas en la Resolución de 30 de marzo de 2016 eran enteramente cognitivas y de desempeño, sin incluir aspectos actitudinales (Resolución de 30 de marzo de 2016).

Además de los estudios parciales comentados, existen investigaciones que proponen un enfoque holístico con el que se pretende evaluar al completo la CCT, ese es el caso de TIMSS. Estos estudios realizados a nivel internacional tratan de evaluar el rendimiento científico de alumnado de dos franjas de edad: 9-10 años y 13-14 años; el equivalente a 4º curso de Educación Primaria y 2º curso de la Educación Secundaria Obligatoria del sistema educativo español en más de 60 sistemas educativos (Von Davier et al., 2024), lo que evidencia el interés global por conocer el nivel de CCT del alumnado desde las primeras etapas de escolarización obligatoria. TIMSS incluye preguntas sobre contenidos/temas curriculares y preguntas que evalúan procesos mentales (conocer, aplicar, o razonar), junto con preguntas que se aproximan al componente afectivo/motivacional de las actitudes.

Sin embargo, estas evaluaciones a gran escala no siempre captan las dimensiones actitudinales del constructo con el nivel de detalle que sería deseable. En TIMSS (Von Davier et al., 2024) se utiliza la Students Like Learning Science scale, que como se ha indicado antes abarca parcialmente el componente actitudinal. Además, según Toma y Lederman (2022) la Students Like Learning Science scale es uno de los instrumentos con menor evidencia psicométrica reportada, sin evidencia a nivel de validez de contenido, capacidad predictiva o discriminativa. En consecuencia, TIMSS es una herramienta útil y estandarizada para comparaciones internacionales, pero con una base de validación limitada.

Todas estas evidencias corroboran la necesidad de tener una herramienta que nos permita medir al completo la CCT en todas sus dimensiones y que posea una validación completa para alumnado de Educación Primaria.

Actitudes hacia la ciencia y modelo de medición

Las actitudes hacia la ciencia (AHC) son un constructo diferente al de actitudes científicas (AC), aunque a menudo en la literatura se confunden por la falta de claridad en su definición y descripción. Las AHC se encuentran en el dominio emocional,

mientras que las AC se relacionan con la realización de tareas científicas: lógica, objetividad y escepticismo (Aydeniz y Kotowski, 2014).

En la Tabla 1 se presenta un resumen de la revisión de Toma y Lederman (2022) sobre herramientas de medida de las AHC, centrándose en las edades en las que se han administrado las distintas herramientas y las dimensiones consideradas, lo que permite comenzar a definir qué son las AHC y considerar diferentes escalas.

Tabla 1.
Comparativa de instrumentos de medida de las AHC y sus dimensiones.

Dimensión	Instrumento /Franja de edad	Observaciones sobre la dimensión
Adopción de actitudes científicas	TOSRA-Spanish/14-18 años Hassan/14-18 años SAI-II/11-18 años	Frecuente y consolidada en la literatura; procede del TOSRA de Fraser (1981).
Actitudes hacia los científicos	Short TOSRA/Universitarios TOSRA-Spanish/14-18 años Hassan/14-18 años	Aparece en el TOSRA y herramientas derivadas.
Inclinación por la ciencia	ASATSCS/9-11 años ASCI/Universitarios TOSRA-Spanish/14-18 años SITS/ 11-14 años TIMSS-HK/SG/14-18 años	Dimensión más representada entre todos los instrumentos revisados. Según el estudio se subdivide en subdimensiones u otras .
Importancia de la ciencia para el estudiante	ASCI/Universitarios Kind/14-18 años TIMSS-HK/SG/14-18 años	Coincide con el componente de "valor/utilidad" presente en varios instrumentos internacionales.
Autoeficacia	Kind/14-18 años TIMSS-HK/SG/14-18 años ASCI/ASCIv2/Universitarios y 14-18 años	Creencia en la propia capacidad.
Conexión con la vida diaria	CLASS Chemistry/Universitarios Kind/14-18 años	Solo aparece en instrumentos muy extensos.

Nota. Elaboración propia basada en Toma y Lederman (2022). Se encuentran excluidos los instrumentos ASSASS y BRAINS, también analizados, ya que en ellos no se describen dimensiones actitudinales al estar construidos sobre la Teoría de la Acción Razonada.

A los modelos anteriores, nos gustaría añadir la herramienta creada por Aguilera y Perales (2019). Según estos autores, las AHC se encuentran conformadas por cuatro dimensiones: el reconocimiento de la relación entre la ciencia y situaciones de la vida cotidiana; la valoración de la ciencia por el alumnado; el interés por aprender y practicar ciencia; y la autopercepción de las capacidades y la confianza para desenvolverse en ciencias. Estas cuatro dimensiones se delimitaron en una muestra de 259 estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria, a través de la escala actitudinal SSAQ de 20 ítems tipo Likert. El SSAQ se elaboró partiendo de la base del instrumento de actitudes creado en 2011 por Barak, Ashkar y Dori cuya modificación permitió ajustar la escala hacia las AHC más que hacia la motivación (Aguilera y Perales, 2019).

Por último, resulta imprescindible añadir también el trabajo de Toma et al. (2019), que adaptaron y simplificaron el instrumento de Fraser —TOSRA— elaborado en 1981, para poder utilizarlo en Educación Primaria. Tras la validación de la escala en una muestra de 960 alumnos de tercero, cuarto, quinto y sexto de Educación Primaria, las AHC revelaron tener 4 factores o dimensiones: Entusiasmo por la ciencia, Actitud hacia las clases de ciencias, Adopción de actitudes científicas y Actitud hacia los científicos.

De todas las herramientas mencionadas, solo existen 2 diseñadas para Educación Primaria: el ASATSCS de Wang y Berlin (2010, citado en Toma y Lederman, 2022) y la escala actitudinal de Toma et al. (2019).

Esta situación motivó que Vega-Agapito et al. (2025), crearan una herramienta basada en Toma et al. (2019), para medir las AHC en alumnado de sexto de Educación Primaria. En este caso se mostró la existencia de tres factores como parte del constructo AHC: Adopción de actitudes científicas; Actitudes hacia los científicos e Inclinación por la ciencia. Esta reducción en las dimensiones se debió a que Vega-Agapito et al. (2025) demostraron que dos de los cuatro factores se encuentran fuertemente asociados y en realidad conforman un único factor. Las dimensiones “Relación entre la ciencia y situaciones de la vida cotidiana” y “La autopercepción de las capacidades” para Aguilera y Perales (2019) y "Entusiasmo por la ciencia" y "Actitud hacia las clases de CCN" para Toma et al. (2019), son en realidad un único constructo: “Inclinación por la ciencia”.

Esta reducción en las dimensiones con respecto a Aguilera y Perales (2019) se produce probablemente porque a los 11-12 años estas actitudes (gusto por hablar de ciencia fuera de clase, querer más horas de clases de ciencias, imaginarse como científico, ...) covarían fuertemente y no se diferencian aún con la nitidez que sí se muestra en adolescentes.

En relación con Toma et al. (2019), la reducción dimensional se explicaría porque la muestra considerada por estos autores es autoseleccionada con alumnado que asistía voluntariamente a actividades extraescolares y por tanto tiene una fuente de motivación científica fuera del aula que puede no coincidir con la realidad de su aula. Sin embargo, la muestra de Vega-Agapito et al. (2025), es población general de sexto de Educación Primaria, para los cuales la asignatura de ciencias es a priori su única fuente de contacto con la ciencia, así que "me gusta la ciencia" y "me gustan las clases de ciencias" tienden a ser la misma cosa. Además, el rango más amplio de edades de Toma et al. (2019) puede ser una variable oculta que genere esa cuarta dimensión.

Por tanto, de los modelos comentados el que se considera más adecuado para su utilización en sexto de Educación Primaria es el tridimensional de Vega-Agapito et al. (2025).

Relación actitudes hacia la ciencia y adquisición de la competencia científico-tecnológica

Existe una amplia literatura internacional que relaciona AHC y CCT. Mao et al. (2021), en su metanálisis, encontraron una relación positiva y moderada entre AHC y rendimiento en ciencias. El rendimiento en ciencias había sido medido de diferentes maneras, pero mayoritariamente tomando evidencias de aspectos conceptuales, no quedando claro si se evaluaron aspectos procedimentales y estando ausentes de las pruebas la evaluación de aspectos actitudinales como juicios críticos, interés en cuestiones éticas o valoraciones del conocimiento científico. La intensidad del efecto dependía en concreto de qué vertiente de las AHC se analizara —interés, relevancia social, autoeficacia o actitud científica general— siendo mayor la influencia de la autoeficacia.

En el caso de Purkat y Devetak (2025), en su estudio realizado sobre estudiantes de Educación Primaria de la región central eslovena, se comprobó que alumnado con unas mejores AHC tenía mayores conocimientos de ciencia —medidos como conocimientos conceptuales y procedimentales, pero no actitudinales—, siendo en concreto la percepción de la autoeficacia del alumnado la parte de las AHC que más condicionaba los logros en ciencias, y el interés individual en menor medida.

Li et al. (2025) también en estudiantes de Educación Primaria observaron que cuando el estudiantado poseía AHC altas, sus resultados académicos eran también mayores.

En este caso los conocimientos en ciencias se midieron con una prueba que incluía aspectos conceptuales, procedimentales y habilidades cognitivas de nivel superior, pero de nuevo no actitudinales. Las AHC se midieron con una escala que incluía cuatro subdimensiones: interés, confianza en el aprendizaje de la ciencia, conciencia de innovación científica y hábitos de estudio.

En estudios realizados en España, Ortega-Rodríguez (2022), al analizar los resultados de cuarto de Educación Primaria en TIMSS 2019, también encontró esa relación entre mayor nivel de AHC y mejor rendimiento en ciencias. Las AHC se midieron, como ya se ha comentado, con la Students Like Learning Science scale, que abarca parcialmente el componente actitudinal y tiene pocas evidencias psicométricas. El rendimiento se examinó con cuestiones que evaluaban conceptos y habilidades instrumentales.

Estos estudios comparten una misma limitación, ya que, por un lado, no se evalúan de forma conjunta los tres componentes de la CCT —cognitivo, procedimental y actitudinal— y por otra no hay una garantía psicométrica sólida de la medición de las AHC. Esta limitación, junto con la escasez de herramientas validadas para Educación Primaria, motivó la creación de un nuevo instrumento más completo que es presentado en este trabajo.

Objetivos

En este trabajo se marcaron dos objetivos: diseñar y validar un instrumento, en forma de cuestionario, para medir la CCT al finalizar la etapa de Educación Primaria; y examinar mediante modelos de ecuaciones estructurales las posibles relaciones entre esta competencia y el constructo AHC para verificar si existe asociación entre las AHC y la CCT.

Método

Las etapas seguidas han sido: diseño del instrumento, aplicación de la escala refinada y exploración de las relaciones estructurales entre AHC y CCT mediante el análisis de modelos de ecuaciones estructurales (SEM). Esto último permitiría poner a prueba el modelo teórico, analizando su fiabilidad, estudiando la validez concurrente con otros constructos, demostrando que el cuestionario funciona igual para diferentes subgrupos y comparando las medias latentes de algunas variables.

Esta investigación respeta los principios y procedimientos de ética sugeridos por el Código de Buenas Prácticas Científicas del Committee on Publication Ethics ya que previamente a su comienzo recibió del Comité de Ética de la Universidad de Valladolid el informe favorable con número de Expediente PI 23-3162NOHCUV.

Diseño del instrumento

Se ha partido de una exhaustiva revisión de la literatura y de cuestionarios preexistentes. Eso ha permitido delimitar posibles subdimensiones del constructo al medir la CCT e identificar preguntas que pudieran ser útiles tal cual estaban formuladas o con pequeñas modificaciones; o elaborar otras nuevas.

Eso llevó al planteamiento de un primer cuestionario con 149 preguntas, de ellas, 30 fueron de nueva creación, mientras que las restantes eran preguntas extraídas de los cuestionarios de evaluación de las competencias básicas en ciencia y tecnología de sexto curso de Educación Primaria realizados por el MEFP en los años 2016, 2017, 2018 y 2019. Las preguntas contenían de modo equilibrado cuestiones relativas a los 5

bloques de Ciencias de la Naturaleza del currículo vigente en ese momento (Real Decreto 126/2014, 2014), más cuestiones de Geología que, aunque estaban integradas en el área de Ciencias Sociales, son también parte de las Ciencias de la Naturaleza.

En una primera revisión se redujeron por los autores las preguntas de 149 a 59. Para ello se organizaron los ítems en una plantilla y se valoraron de 1 a 5 su pertinencia, claridad, integración en la dimensión cognitiva de la CCT (saber científico: ideas, vocabulario, datos, teorías), su integración en la dimensión instrumental (saber hacer: identificar preguntas, resolver problemas, tratamiento de datos, llegar conclusiones) y su implicación en la dimensión actitudes (juicio crítico, respeto por sostenibilidad, interés cuestiones éticas, valorar conocimiento científico). Como además las preguntas se encontraban contextualizadas en diversas situaciones (un viaje fin de curso, una excursión, el recreo, …) se analizó también la flexibilidad de la situación en relación con la capacidad de generar tipos de preguntas y la claridad con la que se contextualizaba; ambos ítems se valoraron de 1 a 5.

Con esa preselección realizada, se elaboró una plantilla con las 59 preguntas que fue sometida a juicio de expertos. Se les remitió la plantilla con los objetivos de la investigación, los constructos y subdimensiones implicadas e instrucciones para llevar a cabo la valoración. Debían valorar de 1 a 5 la pertinencia, la claridad y la integración en la dimensión cognitiva, instrumental y actitudinal de la competencia científica. El panel de expertos estuvo compuesto por 13 expertos (3 hombres y 10 mujeres), todos ellos con amplia trayectoria profesional, sin implicación en la investigación y sin contacto entre ellos durante el proceso para garantizar la independencia de los juicios. Su distribución profesional fue: 7 profesores universitarios expertos en Didáctica de las Ciencias Experimentales, 5 maestros de Educación Primaria en ejercicio y 1 experto con perfil mixto (maestro de Educación Primaria y profesor asociado en una Universidad).

Tras recibir las valoraciones se procedió al cálculo de los promedios de puntuaciones de cada experto para cada uno de los criterios pedidos para cada pregunta y se calculó el índice de ratio de validez del contenido (CVR) con la fórmula de Lawshe, siendo eliminados los ítems que no superaban el valor de 0,56 y en los que no alcanzaban el acuerdo de considerarlos esenciales 5 de los 13 expertos (Lawshe, 1975). A continuación, se determinó el índice de validez del contenido CVI empleando la fórmula de Tristán-López (2008), seleccionándose ítems con valores mayores de 0,640 y con acuerdos de como mínimo 8 de los 13 expertos.

El proceso permitió la selección de 33 preguntas que tras integrarse en el formato de cómic fueron objeto de una prueba piloto a través de Google Forms en una muestra de carácter incidental conformada por 23 alumnos de sexto de Educación Primaria de un centro público de Castilla y León. Tras la prueba piloto, se redujo el número de preguntas a 29 y se modificó la redacción de alguna pregunta para simplificarla y adaptarla al alumnado obteniendo lo que se denomina en este estudio “cuestionario refinado”.

Las 29 preguntas del cuestionario refinado se encuentran en Anexos. Están formadas por preguntas de opción múltiple en unos casos con 1 sola respuesta válida, en otros con 2 válidas y en otros con 3 o 4 respuestas correctas. Se encuentran contextualizadas en 4 situaciones explicadas a través de ilustraciones tipo viñetas de cómic generadas con Pixton. Las 4 situaciones son: una salida a un parque natural con su clase, el viaje de fin de curso del año anterior, el regalo de un kit científico en un cumpleaños y una excursión de senderismo, de forma que a partir de cada situación surgen entre 6 y 7 preguntas.

Aplicación del cuestionario refinado

La submuestra de este estudio procede del mismo marco poblacional que el estudio de Vega-Agapito et al. (2025), es decir, centros con convenio entre el Ministerio de Educación y Formación Profesional y la Fundación British Council durante el curso 2022/23, pero constituye una recogida de datos independiente. Se aplicó el cuestionario refinado de CCT junto con la escala de AHC (Vega-Agapito et al., 2025), con el fin de poder examinar su relación estructural mediante SEM. La submuestra no probabilística por conveniencia estuvo constituida por 609 estudiantes de sexto de Educación Primaria de entre 11 y 12 años, pertenecientes a 22 centros de las CCAA de Castilla y León, Castilla-La Mancha, Cantabria y Extremadura.

El cuestionario fue administrado en el curso 2022/23 en alumnado que había cursado toda su etapa educativa de EP bajo la vigencia de la LOMCE, cursando las ciencias de forma separada en dos asignaturas: Ciencias de la Naturaleza (CCN) y Ciencias Sociales (CCSS). La administración se hizo utilizando la aplicación 365 de Microsoft, licenciada con la Universidad de Valladolid a la que pertenecen los autores y que garantiza anonimato y protección de datos. Además, se han respetado todos los aspectos éticos requeridos por la legislación española y se obtuvo el permiso de la Fundación British Council España. Para mantener la privacidad y anonimato del alumnado y no influir en la muestra, se proporcionó a los y las tutoras un enlace al cuestionario y toda la información necesaria para poder administrarlo compartiendo en sus aulas el enlace con el alumnado. Los datos se recolectaron a partir de los archivos Excel generados por Microsoft Forms y posteriormente se analizaron.

Exploración de las relaciones estructurales entre AHC y CCT

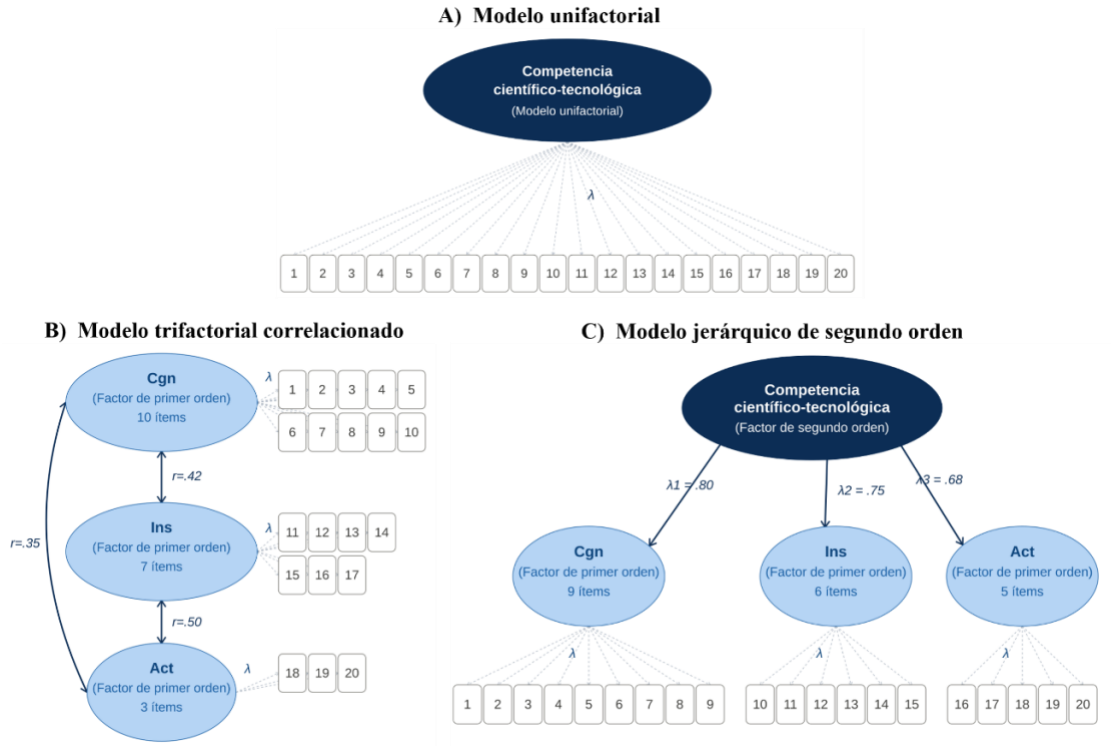
El análisis de los datos se realizó con el programa R (versión 4.5.1; R Core Team, 2025) utilizando los paquetes lavaan, psych y semPlot.

Para ello en primer lugar se realizó un análisis factorial confirmatorio (AFC) para evaluar la estructura del cuestionario sobre CCT. Se empleó el estimador robusto DWLS apropiado para datos ordinales, ya que las respuestas al cuestionario tenían una naturaleza dicotómica u ordinal. Las posibles respuestas eran 0 o 1 para las preguntas con solo una respuesta válida, 0, 1 o 2 para las preguntas con dos respuestas válidas, 0, 1, 2 o 3 para las preguntas con tres respuestas válidas y, 0, 1, 2, 3 o 4 para las preguntas con cuatro respuestas válidas. Al existir estas diferentes escalas de respuesta se utilizó una matriz de relaciones policóricas por ser más apropiado para esta situación (Holgado-Tello et al., 2010).

También se justifica el uso del estimador DWLS (Brown, 2015; Li, 2016) al no responder los datos a una distribución normal tras aplicar el test de Mardia, ya que la asimetría multivariante fue de 72,9 y la curtosis multivariante 985,4 siendo para ambas el p-valor menor de ,001.

El AFC se realizó basándose en la amplia bibliografía mencionada en la introducción que considera que la CCT está formada por 3 subdimensiones: cognitiva, instrumental y actitudinal (dimensiones cuya presencia se había analizado durante el juicio de expertos), suponiendo que podía tratarse de un modelo trifactorial o un modelo jerárquico de segundo orden. Sin embargo, se quiso comprobar también la posibilidad de un modelo unifactorial. En la figura 1 se pueden observar los ejemplos genéricos de esos tres posibles modelos.

Figura 1.
Plots de los posibles modelos



Nota. Los tres diagramas son ejemplos genéricos con fines exclusivamente ilustrativos y didácticos: el número de ítems, las cargas factoriales (λ), las correlaciones (r) y los índices de ajuste indicados son valores ficticios y no corresponden a resultados reales del instrumento. Abreviaturas: Cgn = cognitivo, Ins = instrumental y Act = actitudinal.

Por último, pasamos a estudiar el modelo estructural de ecuaciones que permitía comprobar las relaciones estructurales entre AHC y competencias y cómo cada subdimensión de las actitudes predice la CCT.

Resultados

Análisis factorial confirmatorio

Tras un primer análisis sobre los tres modelos anteriormente comentados para la depuración del instrumento, se siguió el criterio de Hair et al. (2019) y Tabachnick y Fidell (2019), eliminando aquellos ítems en los tres modelos que poseían cargas factoriales estandarizadas inferiores a ,30, dado que valores por debajo de este umbral indican que el ítem no contribuye significativamente a la explicación del constructo competencia científico-tecnológica. Así los 29 ítems del cuestionario se vieron reducidos a 20, quedando un cuestionario mucho más fácilmente manejable en Educación Primaria.

En la tabla 2 se comprueban los índices de ajuste de los distintos modelos: el modelo 1 (M1) se corresponde con un modelo unifactorial considerando los 29 ítems, el modelo 2 (M2) se corresponde con un modelo unifactorial considerando 20 ítems tras haber simplificado el M1 al quitar ítems con cargas bajas, el modelo 3 (M3) se corresponde con un modelo trifactorial considerando los 29 ítems, el modelo 4 (M4) se corresponde con un modelo trifactorial considerando 20 ítems tras haber simplificado el M3 y el modelo 5 (M5) se corresponde con un modelo jerárquico de segundo orden con un factor de segundo orden que es la CCT y tres factores de primer orden que serían el factor cognitivo, instrumental y actitudinal considerando los 20 ítems. En la tabla 2 se recogen los índices de fiabilidad de los modelos.

Tabla 2.
Índices de ajuste de los distintos modelos.

	Modelo analizado				
	M1	M2	M3	M4	M5
Tipo modelo	Unifactorial	Unifactorial	Trifactorial	Trifactorial	Jerárquico
Número ítems	29	20	29	20	20
CFI est/rob	,959/,672	,986/,845	,964/,695	,995/,887	,992/NA
TLI est/rob	,956/,647	,985/,827	,960/,668	,994/,870	,991/NA
RMSEA est/rob	,029/,077	,021/,064	,028/,074	,013/,055	,016/NA
SRMR	,070	,059	,069	,055	,056
p (χ^2)	,000	,008	,000	,159	,103
Alfa ordinal	,849	,853	,780 Cgn ,677 Ins ,464 Act	,770 Cgn ,742 Ins ,464 Act	,737 Cgn ,708 Ins ,464 Act
$\omega_{mcdonald}$	,791	,785	,711 Cgn ,426 Ins ,371 Act	,684 Cgn ,476 Ins ,372 Act	,654 Cgn ,575 Ins ,371 Act
AVE	,194	,246	NA Cgn NA Ins ,321 Act	NA Cgn NA Ins ,324 Act	,223 Cgn ,331 Ins ,322 Act

Nota. Abreviaturas: est/rob = estándar/robusto, Cgn = cognitivo, Ins = instrumental y Act = actitudinal.

Los modelos M2, M4 y M5 con 20 ítems mostraron mejores ajustes estadísticos, fiabilidad y validez que los respectivos modelos con 29 ítems. Por tanto, nos centramos en analizar esos modelos M2, M4 y M5.

Aunque los modelos jerárquicos (M5) y trifactorial (M4) mostraron mejor ajuste estadístico superficial (CFI estándar más altos) presentan varios problemas. El modelo jerárquico M5 presentó limitaciones críticas: correlaciones interfactoriales >,90 que invalidan la validez discriminante (Rönkkö & Cho, 2022), solución inadmisible con caso Heywood en el factor Actitudinal (varianza=-0,012, carga=1,028 y correlación entre dimensión cognitiva y actitudinal muy alta r= ,928) lo que suele indicar sobreajuste o tamaño muestral insuficiente respecto al modelo planteado (Farooq, 2022; Kolenikov & Bollen, 2012), y fiabilidad inaceptable del factor Actitudinal (α ordinal= ,464). Estas limitaciones sugieren que, aunque existe evidencia de un factor general, los datos no apoyan la diferenciación empírica de tres dimensiones independientes en esta población subyacentes a un factor general.

En relación con modelo trifactorial (M4) el factor Actitudinal con α= ,464 no puede ser considerado fiable y se mediría con 2 ítems. Coppi et al. (2023), en un estudio similar con alumnado de Educación Primaria, reportaron que todas sus dimensiones tenían un α > ,75 y no tenían ninguna dimensión con menos de 4 ítems. Nuestro modelo trifactorial carecería de esas cuestiones.

Sin embargo, el modelo unifactorial con 20 ítems (M2) mostró un ajuste excelente según los índices estándar y aceptable según los índices robustos (χ^2 = ,008, gl = 170, p < ,001; CFI robusto= ,845; TLI robusto= ,827; RMSEA robusto= ,064, IC 90% [,053, ,075]; SRMR = ,059), siendo además la fiabilidad del constructo adecuada (ω mcdonald = ,785)

El que los CFI/TLI robustos estén ligeramente por debajo de ,90, no es problemático, se encuentran en el rango > ,80 que Marsh et al. (1998), Shi y Maydeu-Olivares (2020). consideran aceptable. Esto se une a que como indica Kenny (2016) al ser RMSEA y SRMR buenos (< ,08), CFI/TLI moderados son aceptables.

Las cargas factoriales estandarizadas de los 20 ítems oscilaron entre λ = ,333 (I29) y λ = ,646 (I22), siendo todas estadísticamente significativas (p < ,001). Así, se concluye que el modelo unifactorial con 20 ítems (M2) es el que mejor explica el constructo CCT.

Los ítems finales que conforman el cuestionario validado son: I1, I2, I3, I5, I6, I7, I9, I11, I12, I13, I14, I15, I19, I20, I21, I22, I24, I25, I28 e I29 (ver descripción completa en Anexos).

En la Tabla 3 se muestran los CVR' de Tristán de estos 20 ítems finales para comprobar cuál es la composición teórica de este factor general y único revelado por el análisis factorial confirmatorio.

Tabla 3.
Resultados de los jueces expertos que reconocen cada dimensión teórica (cognitiva, instrumental, actitudinal) en cada uno de los 20 ítems retenidos.

Ítem	CVR' Tristán Dimensión cognitiva	CVR' Tristán Dimensión instrumental	CVR' Tristán Dimensión actitudinal
I1	,923	,769	,308
I2	,692	,462	,923
I3	1,000	,615	,385
I5	1,000	,385	,308
I6	,615	,615	,923
I7	,692	,692	,615
I9	,846	,583	,308
I11	,615	,846	,538
I12	,615	,846	,538
I13	,846	1,000	,462
I14	,846	1,000	,462
I15	,750	,917	,335
I19	,692	,615	,615
I20	1,000	,846	,231
I21	,769	,615	,538
I22	,615	,615	,385
I24	,769	,615	,385
I25	,769	,615	,385
I28	,846	,538	,692
I29	,750	,917	,335

Nota: valores calculados según la razón de acuerdo de expertos de Tristán (2008); banda ausente <,334, moderada ,334-,666, alta ≥,667.

De esas 20 preguntas los jueces expertos habían considerado que las dimensiones cognitivas e instrumentales estaban presentes en todas –bien como dimensión aislada o de forma integrada con otras-- y en 16 de las 20 para la dimensión actitudinal –bien como dimensión aislada o de forma integrada--. Además, siempre hubo un consenso de al menos 4 jueces que consideraban que las tres dimensiones estaban presentes a la vez en las preguntas.

Si tenemos en cuenta la pertenencia de cada pregunta a un bloque de contenidos del Real Decreto 126/2014 (2014), los 5 bloques de contenidos de ciencias naturales y el de geología añadido se encuentran presentes de forma muy similar. Por tanto, el cuestionario final de 20 preguntas se encuentra muy equilibrado en cuanto a la presencia de las dimensiones de la CCT y de los bloques de contenidos del currículo.

De los ítems eliminados: 4, 8, 10, 16, 17, 18, 23, 26 y 27, cinco se corresponden con el bloque de Materia y energía, un ítem se corresponde con la conceptualización de ser vivo, y tres ítems con el bloque de iniciación a la actividad científica.

Para la escala de AHC, se utilizó un instrumento ya validado previamente por el equipo de investigación (Vega-Agapito et al., 2025). El análisis factorial confirmatorio confirmó la estructura trifactorial de esta escala actitudinal, compuesta por: (1) Adopción de actitudes científicas (3 ítems, λ = ,399-,658), (2) Actitudes hacia los científicos (2 ítems, λ = ,531-,614), y (3) Inclinación por la ciencia (5 ítems, λ = ,520-,679). Todas las cargas factoriales fueron significativas (p < ,001); este resultado constituye una validación cruzada en una muestra distinta, reforzando la solidez y generalización de la estructura de las AHC propuesta en Vega-Agapito et al. (2025).

Análisis del modelo estructural

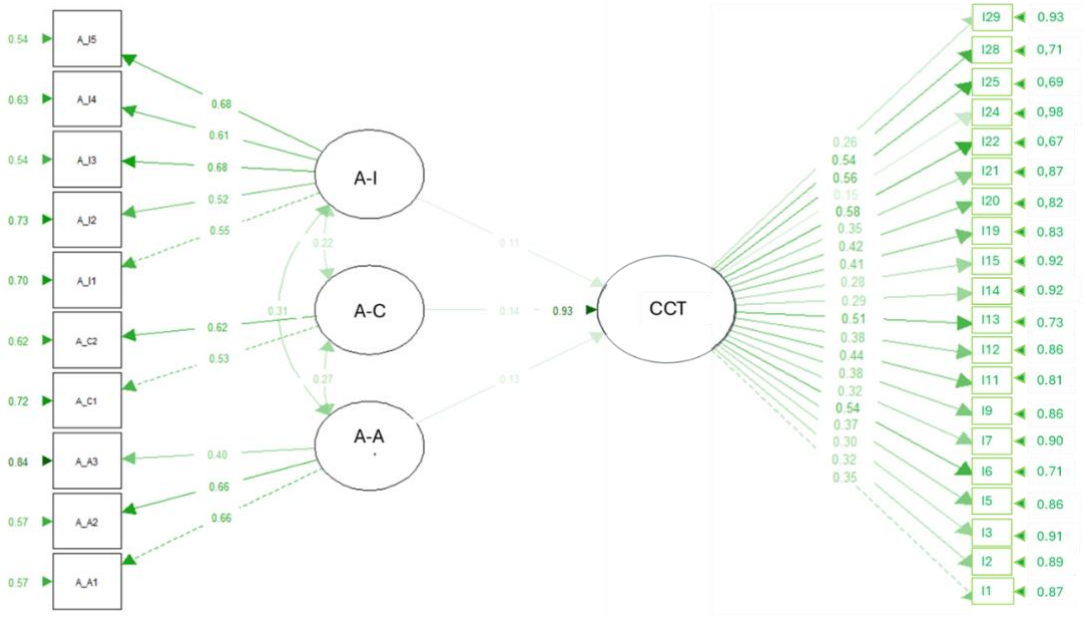
Se especificó un modelo de ecuaciones estructurales (SEM) para examinar las relaciones entre las AHC y la CCT, controlando por género y presencia de familiares en ciencia. El modelo mostró un ajuste aceptable a los datos (Figura 2).

Los resultados revelaron que las actitudes hacia los científicos se asociaron significativamente con la CCT (β = ,149, p = ,027), indicando que los estudiantes con actitudes más positivas hacia los científicos mostraron mayor competencia. Asimismo, tener familiares dedicados a la ciencia se asoció significativamente con mayor competencia científica (β = ,153, p < ,001).

La adopción de actitudes científicas (β = ,109, p = ,082) y la inclinación por la ciencia (β = ,104, p = ,063) mostraron tendencias marginalmente significativas en la predicción de la CCT.

En conjunto, el modelo explicó el 9,1 % de la varianza en CCT (R^2 = ,091). Los tres factores de actitudes mostraron correlaciones positivas entre sí (r = ,218-,312, p < ,01), indicando que representan dimensiones relacionadas pero distinguibles de las AHC.

Figura 2.
Diagrama del modelo estructural con coeficientes estandarizados



Nota. Los valores junto a las flechas representan coeficientes estandarizados. Las líneas discontinuas indican relaciones no significativas (p > ,05). A-I = actitudes de Inclinación a la ciencia; A-C= actitudes hacia los científicos; A-A = Adopción de actitudes científicas; CCT = Competencia científico-tecnológica.

Invarianza de medida

Se evaluó la invarianza de medida del modelo por género y presencia de familiares en ciencia mediante análisis multigrupo. Para género, se compararon niños (n = 299) y niñas (n = 296), los 14 estudiantes que seleccionaron la opción «prefiero no contestar» se excluyeron de este análisis, al ser un grupo de tamaño insuficiente para estimar el modelo multigrupo. Para familiar en ciencia, se compararon estudiantes con familiares en este ámbito (n = 293 y 48,1%) y sin familiares (n = 316 y 51,9%).

En ambos casos, se obtuvieron resultados que apoyaron invarianza escalar completa. Para género: modelo configural (CFI = ,867), métrico (ΔCFI = +,003, p = ,826) y escalar (ΔCFI = -,006, p = ,032). Para familiar en ciencia: modelo configural (CFI = ,837), métrico (ΔCFI < ,010, p = ,119) y escalar (ΔCFI < ,010, p = ,746).

Todos los valores de ΔCFI fueron inferiores al criterio de ,010 establecido por Cheung y Rensvold (2002), indicando que el cuestionario mide el constructo de manera equivalente en todos los grupos. Estos hallazgos aportan evidencia sólida de que el instrumento no presenta sesgos de género ni relacionados con contexto familiar científico, las comparaciones entre grupos son válidas, y las diferencias que puedan observarse entre los grupos van a reflejar variaciones genuinas en competencia científica.

Comparación de medias latentes

Dado que se confirmó invarianza escalar completa tanto por género como por presencia de familiares en ciencia, se procedió a comparar las medias latentes entre grupos.

Diferencias por género

La comparación entre niños (n = 299) y niñas (n = 296) reveló que no existen diferencias significativas en CCT (diferencia = -,004, p = ,956), evidenciando la ausencia de brechas de género en el desarrollo de esta competencia en sexto de Educación Primaria. Este hallazgo refuerza la validez del instrumento al demostrar que no presenta sesgos de género. Asimismo, no se encontraron diferencias significativas en la adopción de actitudes científicas (p = ,679) ni en actitudes hacia los científicos (p = ,203).

Únicamente se observó una diferencia significativa en la inclinación por la ciencia (diferencia = -,077, p = ,046), con las niñas mostrando mayor disposición afectiva hacia el ámbito científico que los niños. Este resultado es particularmente relevante, ya que indica que, aunque niños y niñas poseen niveles equivalentes de CCT, las niñas manifiestan una mayor motivación intrínseca hacia la ciencia.

Diferencias por contexto familiar científico

Se compararon estudiantes con familiares dedicados a la ciencia (n = 293 y 48,1%) y sin familiares en este ámbito (n = 316 y 51,9%). Aunque la diferencia en CCT no alcanzó significación estadística convencional (diferencia = ,046, p = ,118), se observó una tendencia que sugiere que los estudiantes con familiares en ciencia tienden a mostrar mayor competencia.

En relación con las AHC, se encontraron diferencias significativas en dos dimensiones: los estudiantes con familiares en ciencia mostraron significativamente mayor adopción de actitudes científicas (diferencia = ,148, p = ,020) y mayor inclinación por la ciencia

(diferencia = ,079, p = ,050). No se encontraron diferencias en actitudes hacia los científicos (p = ,986).

Estos hallazgos sugieren que el contexto familiar científico influye principalmente en las AHC, más que en la CCT per se. Coherentemente con el modelo estructural, tener un familiar en ciencia predijo significativamente la competencia (β = ,153, p < ,001). Los resultados de medias latentes indican que este efecto puede estar mediado por las actitudes: la presencia de modelos de rol científicos en el hogar promueve actitudes más positivas hacia la ciencia, las cuales a su vez facilitan el desarrollo de la CCT.

Discusión

Explicación del modelo unifactorial de la Competencia científico-tecnológica

Los resultados apoyan una conceptualización de la CCT como constructo global e integrado para el alumnado de sexto de Educación Primaria, en lugar de dimensiones diferenciadas (cognitiva, instrumental, actitudinal). Este hallazgo es coherente con estudios recientes que demuestran que la estructura factorial de la alfabetización científica varía según el nivel educativo (Zhang et al., 2023). Mientras que en educación secundaria y superior las dimensiones tienden a diferenciarse (Kruit et al., 2018), en educación básica los componentes operan de forma más integrada.

Teóricamente, este patrón es coherente con teorías del desarrollo cognitivo que postulan que a los 11-12 años los estudiantes están en transición del pensamiento concreto al formal (Piaget, 1964), lo que dificulta la metacognición necesaria para diferenciar conocimientos de procedimientos. Asimismo, los modelos de competencia definen precisamente las competencias como integración holística de conocimientos, habilidades y actitudes (Weinert, 2001).

Desde una perspectiva práctica, el modelo unifactorial facilita la interpretación y comunicación de resultados a docentes, familias y estudiantes, evitando reportar subescalas con fiabilidad cuestionable que podrían generar interpretaciones erróneas sobre fortalezas y debilidades del alumnado.

Validez convergente, cargas factoriales y composición teórica del factor general

Aunque el ajuste global del modelo fue adecuado y su fiabilidad compuesta aceptable (ω = ,785), el índice AVE (,246) se sitúa por debajo del criterio convencional de ,50 (Fornell y Larcker, 1981) y las cargas factoriales, aunque todas significativas, oscilaron en un intervalo moderado. Esta situación con ajuste adecuado, pero AVE y cargas factoriales modestas, es frecuente en constructos con una naturaleza amplia y heterogénea en su contenido, como es el caso de la CCT que integra conocimientos, procedimientos y actitudes de distintas áreas curriculares (Malhotra y Dash, 2011). Esto debería interpretarse como una muestra de la amplitud del constructo CCT y no como una invalidez del modelo. Además, aunque exista una discrepancia entre índices incrementales y absolutos, es un hecho común en modelos complejos con correcciones robustas (Savalei, 2021; Shi y Maydeu-Olivares, 2020); todas estas cuestiones tomadas en conjunto nos llevan a considerar que el modelo está dentro del criterio de ajuste aceptable, con buen ajuste de residuos, y con todos los parámetros estadísticamente significativos y teóricamente coherentes.

En cuanto a la composición teórica de los 20 ítems que se mantienen en el cuestionario a partir de la clasificación individual de los jueces (Tabla 3), las dimensiones cognitiva e instrumental estuvieron presentes a un nivel moderado o alto en todos los ítems,

mientras que la actitudinal estuvo presente en 16 de las 20 preguntas y ausente en cuatro. También hay que resaltar la diferencia en la intensidad con que cada dimensión fue reconocida por cada uno de los jueces. La dimensión cognitiva tuvo un consenso alto en 16 ítems, la instrumental en 9 y la actitudinal en 3. Por tanto, cuando la dimensión actitudinal aparece solo en un ítem, los expertos suelen coincidir en ella de forma moderada. Si tomamos todas estas cuestiones en conjunto, siguen apuntando a que el factor general integra las tres dimensiones de la CCT, aunque la actitudinal queda en un segundo plano.

Ausencia de brecha de género en la competencia científica

Los resultados no mostraron diferencias de género en competencia científica, lo cual contrasta con estudios que documentan brechas emergentes en etapas posteriores de la Educación Secundaria (Eccles & Wang, 2016; OECD, 2019). Más aún, las niñas manifestaron mayor inclinación afectiva por la ciencia que los niños, sugiriendo que las desigualdades de género en carreras STEM no se explican por déficits tempranos en competencia o interés. Por el contrario, estos hallazgos apuntan a que otros factores —como estereotipos de género, socialización diferencial, o experiencias escolares durante la transición a secundaria— podrían ser los responsables de la progresiva desvinculación de las niñas de los ámbitos científicos (Cheryan et al., 2017).

Estos resultados respaldan la importancia de implementar intervenciones durante la transición a la educación secundaria para mantener el compromiso de las niñas con la ciencia, dado que en sexto de Educación Primaria aún poseen tanto la competencia como la motivación necesaria para continuar desarrollándose en este ámbito.

Influencia del contexto familiar científico

Los estudiantes con familiares dedicados a la ciencia mostraron actitudes significativamente más positivas hacia la ciencia, particularmente en la adopción de actitudes científicas e inclinación por la ciencia. Aunque la diferencia en CCT no alcanzó significación estadística en la comparación de medias latentes ($p = ,118$), el modelo estructural reveló que tener un familiar en ciencia predice significativamente la competencia ($\beta = ,153$, $p < ,001$). Esta aparente discrepancia sugiere un efecto de mediación: el contexto familiar científico influye en la competencia principalmente a través de su impacto en las actitudes. Es decir, tener un modelo de rol científico en la familia promueve actitudes más positivas, las cuales a su vez facilitan el desarrollo de la CCT.

Este patrón es coherente con la teoría del aprendizaje social (Bandura, 1977) y la teoría de la expectativa-valor (Eccles & Wigfield, 2020), que postulan que los modelos de rol familiares influyen en el desarrollo de intereses y competencias académicas a través de la transmisión de valores, expectativas y oportunidades de aprendizaje. Los hallazgos subrayan la relevancia de promover experiencias científicas en el hogar y de hacer visibles las carreras científicas para todos los estudiantes, especialmente aquellos sin acceso directo a modelos de rol científicos en su entorno familiar.

Implicaciones para la práctica educativa

La relación identificada entre actitudes y competencia sugiere que las intervenciones educativas deberían abordar ambos aspectos simultáneamente. Programas que promuevan actitudes positivas hacia los científicos y fomenten la adopción de actitudes científicas podrían, indirectamente, facilitar el desarrollo de la CCT.

Los hallazgos tienen además implicaciones directas para la evaluación y enseñanza de las ciencias en Educación Primaria. El cuestionario validado proporciona una herramienta práctica y psicométricamente robusta para: (a) diagnosticar el nivel de competencia científico-tecnológica del alumnado al finalizar Educación Primaria; (b) evaluar la efectividad de intervenciones educativas mediante diseños pre-post; e (c) identificar grupos que puedan beneficiarse de apoyos específicos.

La ausencia de brechas de género en sexto de Educación Primaria, junto con la mayor inclinación de las niñas por la ciencia, subraya la pertinencia de intervenir durante la transición a Educación Secundaria para prevenir la desvinculación progresiva de las niñas de los ámbitos STEM.

Finalmente, que ocho de los nueve ítems eliminados pertenezcan a los bloques de Materia y energía e Iniciación a la actividad científica, sugiere posibles carencias del alumnado de Educación Primaria en estas áreas; lo que podría estar relacionado con carencias del profesorado. Tanto los maestros en formación (Brígido et al., 2013; Hernández-Barco et al., 2021), como en ejercicio (Sanz-Trigueros et al., 2025), muestran sentimientos más negativos y menor autoeficacia percibida en la enseñanza de la física y química frente a otras áreas. Markwick y Reiss (2024) muestran que en Inglaterra donde la perdida de importancia de las ciencias dentro de los centros - debido entre otros factores a que los maestros no se sienten seguros enseñándola- puede revertirse mediante talleres formativos que combinen conocimientos, destrezas prácticas, aplicación de vocabulario científico y planteamiento de tiempos de discusión y reflexión, mejorando así significativamente la confianza docente para enseñar ciencias. Este tipo de formación podría ser la solución para mejorar la autoconfianza del profesorado, sus conocimientos teóricos y prácticos en las áreas problemáticas y en último término mejorar la enseñanza de estas y paliar las carencias del alumnado de Educación Primaria. En cualquier caso, estas posibles carencias tanto de profesorado como de alumnado relacionadas con los bloques temáticos señalados podrían constituir una futura línea de investigación.

Limitaciones del estudio

Este trabajo presenta varias limitaciones, que podrían conducir a futuras líneas de investigación. Así, el muestreo, como se ha indicado, fue no probabilístico e incidental, al encontrarse el equipo de investigación realizando estudios en centros pertenecientes al Programa Educativo Bilingüe de la Fundación British Council. Esto limitaría la generalización a la población general de sexto de Educación Primaria, ya que además de poseer estos centros un alumnado bastante homogéneo desde el punto de vista sociocultural, en ellos las Ciencias de la Naturaleza/Conocimiento del medio natural se imparten en lengua inglesa. En futuros estudios, se recurrirá a una muestra sociocultural más diversa y a centros en los que la materia se imparta en español.

El diseño transversal del estudio impide establecer relaciones causales entre las AHC y la CCT y concretar el sentido de influencia, ya que esta podría ser bidireccional o estar mediada por variables no controladas. En futuros estudios se podría hacer un diseño longitudinal, con dos momentos temporales, que permitiera ver la direccionalidad.

Aunque el modelo unifactorial mostró el mejor ajuste comparativo de todos, el AVE obtenido (,246) y el rango de cargas factoriales (λ = ,333-,646) indican una validez convergente moderada. Sin embargo, no creemos que sea una limitación importante ya que estaría en consonancia con la bibliografía que se ha comentado de Cañal (2012) que habla de una suma de las tres dimensiones en otra integrada.

El análisis de la composición teórica de los 20 ítems retenidos mostró que la dimensión actitudinal está presente solo en el 80 % de los ítems, con una intensidad predominantemente moderada más que alta (3 ítems en el nivel alto), y se encuentra ausente en el 20% restante; por lo que futuros estudios podrían valorar incorporar más ítems de naturaleza actitudinal, y de mayor intensidad, para reforzar su peso dentro del factor general.

Por último, no se han explorado otras variables como la influencia del rendimiento académico general o la comprensión lectora, pudiendo estar esta última influida por el formato cómic. En futuros estudios se podrían registrar estos datos para ver su posible influencia y presentar el contexto en un formato texto para evitar distracciones.

Referencias

Aguilera, D., & Perales, F. J. (2019). Actitud hacia la Ciencia: desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 16(3), 3103 https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3103

Aydeniz, M., & Kotowski, M. R. (2014). Conceptual and Methodological Issues in the Measurement of Attitudes Towards Science. Electronic Journal of Science Education, 18(3), 1-24. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1188279.pdf

Bandura, A. (1977). Social learning theory. Prentice Hall.

Barak, M., Ashkar, T., & Dori, Y. J. (2011). Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation. Computers & Education, 56(3), 839–846. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.025

Brandriet, A. R., Xu, X., Bretz, S. L., & Lewis, J. E. (2011). Diagnosing changes in attitude in first-year college chemistry students with a shortened version of Bauer's semantic differential. Chemistry Education Research and Practice, 12(2), 271-278, doi:10.1039/C1RP90032C

Brígido, M., Borrachero, A. B., Bermejo, M. L., & Mellado, V. (2013). Prospective primary teachers' self-efficacy and emotions in science teaching. European Journal of Teacher Education, 36, 200 - 217. https://doi.org/10.1080/02619768.2012.686993

Brown, T. A. (2015). Confirmatory factor analysis for applied research (2nd ed.). Guilford Press.

Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? Investigación en la Escuela, 78, 5-17. https://doi.org/10.12795/IE.2012.i78.01

Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & 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

Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. Structural Equation Modeling, 9(2), 233-255. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_5

Consejo de la Unión Europea. (2018). Recomendación del Consejo, de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente (2018/C 189/01). Diario Oficial de la Unión Europea, C 189, 1-13. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)

Coppi, S., Rosário, P., Magalhães, P., Núñez, J. C., & Vallejo, G. (2023). Developing a scientific literacy assessment instrument for Portuguese 3rd cycle students. Education Sciences, 13(9), 941. https://doi.org/10.3390/educsci13090941

Costa, A., Ferreira, M. y da Silva, M. (2021). Scientific Literacy: The Conceptual Framework Prevailing over the First Decade of the Twenty-First Century. Revista Colombiana de Educación, 1(81), 195-228. https://doi.org/10.17227/rce.num81-10293

CRUE. (2026). La universidad española en cifras 2023/2024. CRUE. https://www.crue.org/wp-content/uploads/2026/01/UEC_2023-2024.pdf

Eccles, J. S., & Wang, M. T. (2016). What motivates females and males to pursue careers in mathematics and science? International Journal of Behavioral Development, 40(2), 100-106. https://doi.org/10.1177/0165025415616201

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. Contemporary Educational Psychology, 61, 101859. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859

European Commission. (2015). Science education for responsible citizenship. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2777/12626

Farooq, R. (2022). Heywood cases: Possible causes and solutions. Universal Journal of Educational Research, 1(2), 79-97. https://doi.org/10.31586/ujer.2022.253

Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. Journal of Marketing Research, 18(1), 39-50. https://doi.org/10.1177/002224378101800104

Guzmán-Barra, I., Marín-Uribe, R., y Ortega-Alderete, C. L. (2021). El enfoque por competencias: un acercamiento a la práctica docente. Cultura Educación Sociedad, 12(2), 27-48. https://doi.org/10.17981/culteduso.12.2.2021.02

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). Multivariate data analysis (8th ed.). Cengage Learning.

Hernández-Barco, M., Cañada-Cañada, F., Corbacho-Cuello, I., & Sánchez-Martín, J. (2021). An Exploratory Study Interrelating Emotion, Self-Efficacy and Multiple Intelligence of Prospective Science Teachers. Frontiers in Education, 6 https://doi.org/10.3389/feduc.2021.604791

Holgado-Tello, F. P., Chacón-Moscoso, S., Barbero-García, I., & Vila-Abad, E. (2010). Polychoric versus Pearson correlations in exploratory and confirmatory factor analysis of ordinal variables. Quality & Quantity, 44(1), 153-166. https://doi.org/10.1007/s11135-008-9190-y

INEE. (2016). PISA 2015. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. https://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:c6ea3844-8ce9-4715-abf9-698a8543ecc9/pisa2015preliminarok.pdf

Kemp, A.C. (2002). Implications of diverse meanings for "scientific literacy". En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (Eds.), Proceedings of the 2002 Annual International Conference of

the Association for the Education of Teachers in Science (1202-1229). AETS

Kenny, D. A. (2016). Measuring model fit. http://www.davidakenny.net/cm/fit.htm

Kolenikov, S., & Bollen, K. A. (2012). Testing negative error variances: Is a Heywood case a symptom of misspecification? Sociological Methods & Research, 41(1), 124-167. https://doi.org/10.1177/0049124112442138

Kruit, P. M., Oostdam, R. J., van den Berg, E., & Schuitema, J. A. (2018). Assessing students' ability in performing scientific inquiry: Instruments for measuring science skills in primary education. Research in Science & Technological Education, 36(4), 413-439. https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1421530

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. Personnel Psychology, 28(4), 563-575. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x

Li, C. H. (2016). Confirmatory factor analysis with ordinal data: Comparing robust maximum likelihood and diagonally weighted least squares. Behavior Research Methods, 48(3), 936-949. https://doi.org/10.3758/s13428-015-0619-7

Li, Z., Ji, S., Zhang, Y., Du, C., Chen, T., Liu, T., & Li, X. (2025). Associations among science study attitudes, habits and science academic performance of elementary school students: a latent profile approach. International Journal of Science Education, 47(12), 1568 - 1589. https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2369725

Lu, Y. Y., Smith, T. J., Hong, Z. R., Lin, H. S., & Hsu, W. Y. (2023). Exploring the relationships of citizens' scientific interest and self-understanding to their learning enjoyment and self-efficacy in science. Current Psychology, 42(18), 15475-15487. https://doi.org/10.1007/s12144-022-02785-w

Malhotra, N. K., & Dash, S. (2011). Marketing Research: An Applied Orientation (6th ed.). Pearson Education

Mao, P., Cai, Z., He, J., Chen, X., & Fan, X. (2021). The Relationship Between Attitude Toward Science and Academic Achievement in Science: A Three-Level Meta-Analysis. Frontiers in Psychology, 12. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.784068

Markwick, A., & Reiss, M. J. (2024). Professional learning in primary science: developing teacher confidence to improve the leadership of teaching and learning. International Journal of Science Education, 46(13), 1339 - 1359. https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2288660

Marsh, H. W., Hau, K. T., Balla, J. R., & Grayson, D. (1998). Is more ever too much? The number of indicators per factor in confirmatory factor analysis. Multivariate Behavioral Research, 33(2), 181-220. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr3302_1

Martín, M., y Osorio, C. (2003). Educar para Participar en Ciencia y Tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. Revista Iberoamericana de educación, 32,165-210. https://rieoei.org/historico/documentos/rie32a08.htm

MEyFP. (2022). Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, 52, 30906-31129. https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157

OECD. (2019). PISA 2018 results (Volume II): Where all students can succeed. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en

OECD. (2023). PISA 2025 science framework. OECD Publishing. https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/

Ortega-Rodríguez, P. J. (2022). Influence of individual factors on student science performance in primary education. RELIEVE, 28(2), art. 5. http://doi.org/10.30827/relieve.v28i2.24444

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2006). Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. Diario Oficial de la Unión Europea, L 394, 10-18. https://www.educacionyfp.gob.es/dctm/ministerio/educacion/mecu/movilidad-europa/competenciasclave.pdf?documentId=0901e72b80685fb1

Piaget, J. (1964). Part I: Cgnnitive development in children: Piaget development and learning. Journal of Research in Science Teaching, 2(3), 176-186. https://doi.org/10.1002/tea.3660020306

Purkat, M., y Devetak, I. (2025). Fifth-grade Students' Science Competencies – An Opportunity to Rethink Further Education for Science Competence. Center for Educational Policy Studies Journal, 15(3), 41-71. https://doi.org/10.26529/cepsj.1658

R Core Team. (2025). R: A language and environment for statistical computing (Versión 4.5.1) [Software]. R Foundation for Statistical Computing. https://www.R-project.org/

Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, núm. 52, de 1 de marzo de 2014. https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/02/28/126

Resolución de 30 de marzo de 2016, de la Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades, por la que se definen los cuestionarios de contexto y los indicadores comunes de centro para la evaluación final de Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, núm. 91, de 15 de abril de 2016, pp. 26024-26037. https://www.boe.es/eli/es/res/2016/03/30/(2)

Rönkkö, M., & Cho, E. (2022). An updated guideline for assessing discriminant validity. Organizational Research Methods, 25(1), 6-14. https://doi.org/10.1177/1094428120968614

Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (Eds.). (2001). Defining and selecting key competencies. Hogrefe & Huber.

Sánchez-Emeterio, G. y Fernández-Cézar, R. (2022), ¿Cómo se difunde la investigación sobre alfabetización científica en educación? Un estudio documental de la producción científica. Boletín Redipe,11(4), 21-35. https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1799/1715

Santamaría-Domínguez, M., Jiménez-Vivas, A., & Gómez-Marcos, M. (2023). Competencia científica en Educación Primaria: diseño y validación de un instrumento. Education in the Knowledge Society (EKS), 24, e28111. https://doi.org/10.14201/eks.28111

Sanz-Trigueros, F. J., Barranco-Izquierdo, N., Delgado-Iglesias, J, Vega-Agapito, M. V. (2025). Autoevaluación competencial de los docentes de Natural Sciences en centros con Programa Educativo Bilingüe. Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete, 40(1), 138-156. https://doi.org/10.18239/ensayos.v40i1.3594

Savalei, V. (2021). Improving fit indices in structural equation modeling with categorical data. Multivariate Behavioral Research, 56(3), 390-407. https://doi.org/10.1080/00273171.2020.1717922

Shi, D., & Maydeu-Olivares, A. (2020). The effect of estimation methods on SEM fit indices. Educational and Psychological Measurement, 80(3), 421-445. https://doi.org/10.1177/0013164419885164

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). Using multivariate statistics (7th ed.). Pearson.

Toma, R. B., & Lederman, N. G. (2022). A comprehensive review of instruments measuring attitudes toward science. Research in Science Education,52, 567-582. https://doi.org/10.1007/s11165-020-09967-1

Toma, R. B., Ortiz-Revilla, J., & Greca, I. M. (2019). ¿Qué actitudes hacia la ciencia posee el alumnado de Educación Primaria que participa en actividades científicas extracurriculares? Ápice. Revista de Educación Científica, 3(1), 55-69. https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4599

Tristán-López, A. (2008). Modification of the model of Lawshe to the minimum interval of the validity of content of a reagent. Avances en Medición, 6(1), 37-48.

Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M.A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el

pensamiento. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,17(2), 309-336.

Vázquez-Rodríguez, O. (2024). Evaluación de la competencia investigativa en el campo educativo: un análisis de los instrumentos de medición. Alteridad, 19(2), 208-222. https://doi.org/10.17163/alt.v19n2.2024.05

Villafañe, S. M., & Lewis, J. E. (2016). Exploring a measure of science attitude for different groups of students enrolled in introductory college chemistry. Chemistry Education Research and Practice, 17(4), 731–742. doi:10.1039/c5rp00185d

Von Davier, M., Kennedy, A., Reynolds, K., Fishbein, B., Khorramdel, L., Aldrich, C., Bookbinder, A., Bezirhan, U., & Yin, L. (2024). TIMSS 2023 International Results in Mathematics and Science. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. https://doi.org/10.6017/lse.tpisc.timss.rs6460

Vega-Agapito, M.V., Delgado-Iglesias, J., Barranco-Izquierdo, N. y Sanz-Trigueros, F. J. (2025). Actitudes hacia la ciencia del alumnado de educación primaria de centros con programa educativo bilingüe. Relieve: Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 31(1). https://doi.org/10.30827/relieve.v31i1.31633

Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Eds.), Defining and selecting key competencies (pp. 45-65). Hogrefe & Huber.

Zhang, L., Liu, X., & Feng, H. (2023). Development and validation of an instrument for assessing scientific literacy from junior to senior high school. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 5(1), 21. https://doi.org/10.1186/s43031-023-00093-2

Anexos

Lee el cómic que describe la excursión de Vega y sus compañeros del colegio.

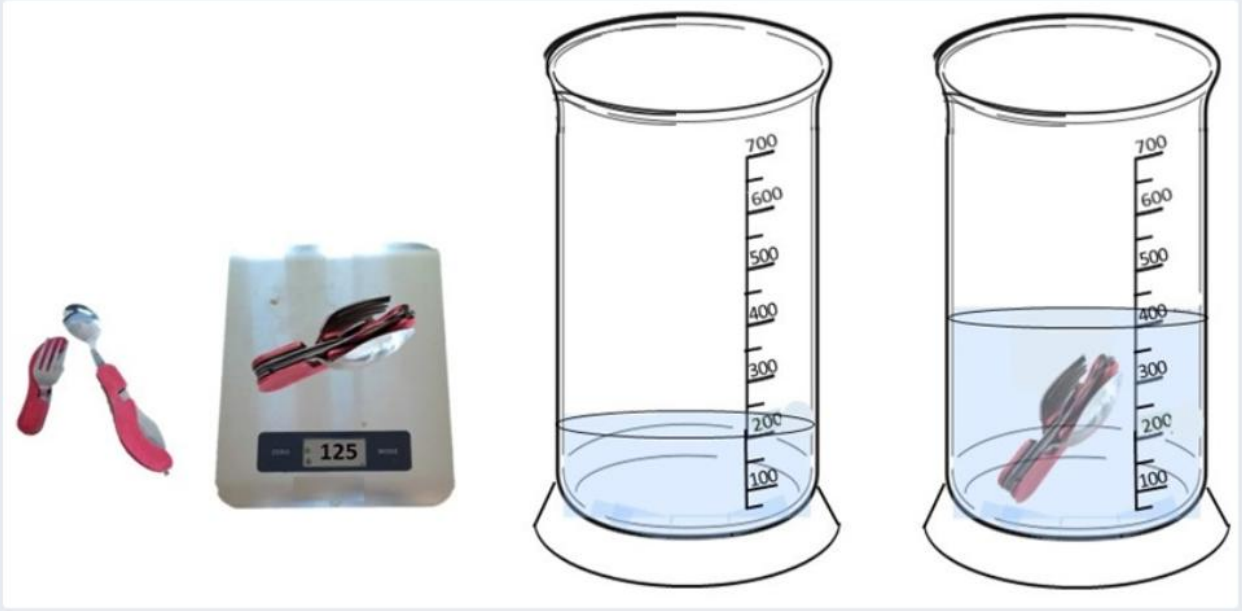
Contesta las prequntas que están a continuación.



1

Para no llevar mucho peso en la mochila, Vega quiso saber cuál era la masa de sus cubiertos plegables y cuánto ocupaban. Para ello, midió la masa de los cubiertos en una balanza y luego los metió en un vaso graduado de cocina.

Basándote en las imágenes, selecciona la opción que creas verdadera sobre cuál es la masa y la opción que creas verdadera sobre el volumen de los cubiertos. **Selecciona 2 opciones.**
(2 puntos)



- [ ] Sus cubiertos tienen de masa 125 g
- [ ] Sus cubiertos tienen de masa 125 ml
- [ ] Sus cubiertos ocupan 200 g de volumen
- [ ] Sus cubiertos ocupan 200 ml de volumen

2

Los seres vivos del parque establecen entre ellos y con su entorno distintos tipos de relaciones. Tienes varias afirmaciones poniéndole nombre a dichas relaciones.

Selecciona todas las opciones que creas correctas. ***Pueden ser 2 o más:*** (2 puntos)



- [ ] Las abejas al obtener el néctar de las flores establece una relación de comensalismo.
- [ ] El buitre negro que se alimenta de carroña, establece una relación de mutualismo.
- [ ] La garrapata que se adhiere a la piel del tejón establece una relación de parasitismo.
- [ ] Un pino al crecer más que otros para captar más luz, establece una relación de competencia.

3

Hugo les cuenta que su abuelo pesca truchas y luego se las comen juntos. Pablo, su guía, decide aprovechar la ocasión y les pregunta:

¿Cuál creéis que es el camino que siguen los nutrientes de la trucha en nuestro sistema digestivo cuando nos la comemos?
Selecciona la opción que creas verdadera. (1 Punto)



- ( ) Boca, esófago, estómago, faringe, intestino delgado (absorción de nutrientes), intestino grueso y ano.
- ( ) Boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado (absorción de nutrientes), intestino grueso y ano.
- ( ) Boca, laringe, intestino delgado (absorción de nutrientes), estómago, esófago, intestino grueso y ano.
- ( ) Boca, estómago, faringe, esófago, ano, intestino delgado (absorción de nutrientes), e intestino grueso.

4

Cuando Pablo pregunta si alguien le quiere ayudar a remar, Ibrahim contesta rápidamente que sí y afirma, además, que su brazo es una máquina.

¿Sabrías responder si su brazo es una máquina?
Selecciona todas aquellas afirmaciones que creas correctas. ***Pueden ser 2 o más:*** (3 puntos)



- [ ] El brazo es una máquina compuesta.
- [ ] El brazo es una máquina simple.
- [ ] El brazo no es una máquina.
- [ ] Las máquinas solo son artefactos construidos por el ser humano y, por tanto, el brazo no es una máquina.
- [ ] El brazo es una máquina y requiere energía para funcionar.
- [ ] El brazo es una palanca.

5

Cuando terminaron la excursión, visitaron el pueblo. Al verlo discutieron varias opciones para mejorarlo. Ayúdales a decidir.
Selecciona todas las opciones que consideres correctas. ***Pueden ser 2 o más:*** (2 puntos)



- [ ] Amir opina que el ser humano puede cambiar la naturaleza, si eso le beneficia.
- [ ] Lucía afirma que si se coge agua del lago, el nivel de este disminuirá y morirán animales.
- [ ] David dice que abrir una mina les beneficiaría, ya que les daría recursos.
- [ ] Jing piensa que al talar árboles y trazar una autovía, se quitan estorbos para hacer el trazado más recto y se puede vender madera para ganar dinero.
- [ ] Lucía comenta que, si se quitan árboles, aumentará la temperatura en la zona.
- [ ] Jing dice que se podría abrir una mina, pero para su funcionamiento debería usar energía procedente del viento (eólica) en vez de combustibles fósiles (gasoil).

Lee el cómic de la "aventura" que tuvieron Laida, Martín, Noa y Younes y contesta a las preguntas que encontrarás después.



...

6

Las pilas de los auriculares de Martín se gastaron en el ferry, y las tiró en el punto limpio que tenían habilitado.
Selecciona todas aquellas razones por las que crees que lo que ha hecho Martín es beneficioso para el medio ambiente. ***Pueden ser 2 o más:*** (2 puntos)



- [ ] Si tiramos las pilas en el contenedor, adecuado tendremos la basura separada. Esto es peor para recogerla porque se necesitan más vehículos.
- [ ] Porque la mayoría de las pilas contienen sustancias muy contaminantes que ponen en riesgo los ecosistemas de la Tierra.
- [ ] Si no tiramos las pilas en el contenedor adecuado, contaminan el aire que respiramos por los gases que desprenden.
- [ ] Si tiramos las pilas en el contenedor adecuado, estamos beneficiando la salud de todos los seres vivos respecto a su alimentación. Así los animales no se las comen por accidente.

7

Pregunta Noa:
-¿Por qué hay tantas tortugas marinas?
Contesta Martín:
- Porque las han traído para acabar con la plaga de medusas y esto ha alterado el ecosistema.



¿Cómo podríamos saber si la introducción de una especie invasora en un ecosistema puede afectar a la población de una especie autóctona?
Selecciona la opción que tú creas verdadera. (1 Punto)

- ◯ Midiendo la evolución de la población de la especie invasora desde el momento en que se introdujo la autóctona.
- ◯ Midiendo la evolución de la población de la especie invasora desde el momento en que se introdujo.
- ◯ Comparando la evolución de la población de la especie autóctona antes y después del momento en que se introdujo la invasora.
- ◯ Comparando la evolución de la población de la especie autóctona con la de la invasora.

8

En la cubierta del barco hacía mucho calor porque daba mucho el sol. Laida intentó abrir una puerta metálica y no pudo porque estaba atascada. De las razones que se presentan a continuación



¿Cuál crees que es la razón por la que la puerta se ha quedado atascada?
Selecciona la opción que creas verdadera. (1 Punto)

- ◯ Se ha atascado porque se ha producido un cambio de estado en el material de la puerta.
- ◯ Se ha atascado porque el material de la puerta ha recibido mucho calor y se ha dilatado al elevarse su temperatura.
- ◯ Se ha atascado porque el material de la puerta se ha enfriado por el frío que hace por las noches en la cubierta del barco.
- ◯ Se ha atascado porque el material de la puerta se ha contraído por los cambios de temperatura, de día (calor) y de noche (frío).

9

Younes llegó al hotel y vio un cartel con instrucciones de comportamiento ante un terremoto.

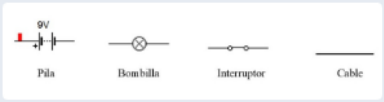


*Selecciona la opción de las siguientes que **NO** es cierta.* (1 Punto)

- ◯ Los habitantes de la zona no han visto terremotos en esta región por lo que el cartel puede ser decorativo; se habrá traído de países pobres, donde suelen ocurrir estas catástrofes.
- ◯ Aunque aquí nadie recuerda haber vivido ningún terremoto, los científicos consideran a esta zona de riesgo sísmico.
- ◯ Los terremotos son una manifestación de la actividad interna de la Tierra, donde se libera energía que llega a la superficie de la litosfera.

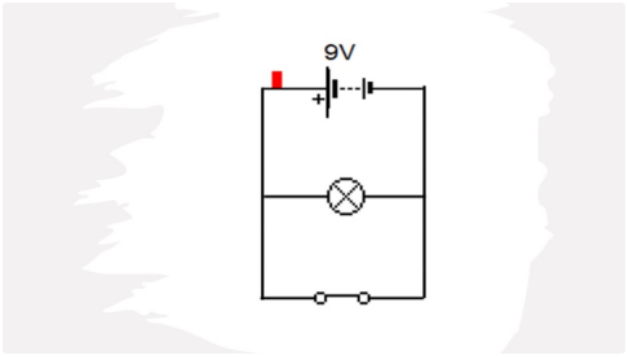
10

Cuando se cortó la luz en el hotel, Noa, que sabe mucho de electricidad, decidió construir un circuito para encender la lámpara. En la habitación encontró: una pila, un interruptor, un cable y una bombilla. Los símbolos de esos elementos los puedes ver en la imágen.

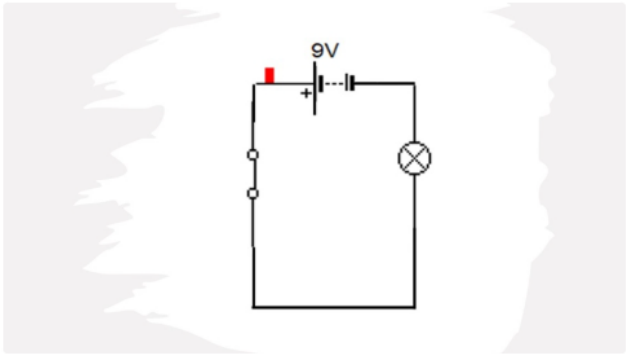


Noa montó un circuito y la bombilla brilló.

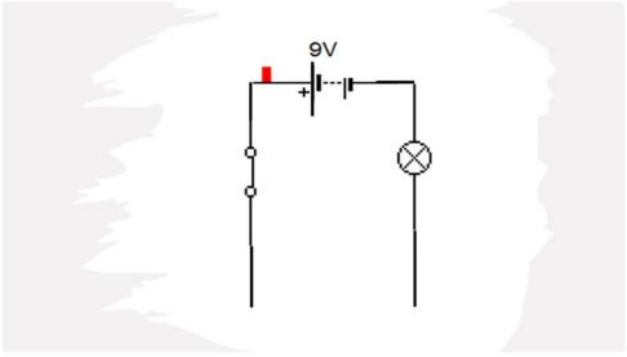
¿Cuál de los siguientes circuitos crees que es el que ha montado Noa y ha funcionado?
Selecciona la opción que creas verdadera.
(1 Punto)



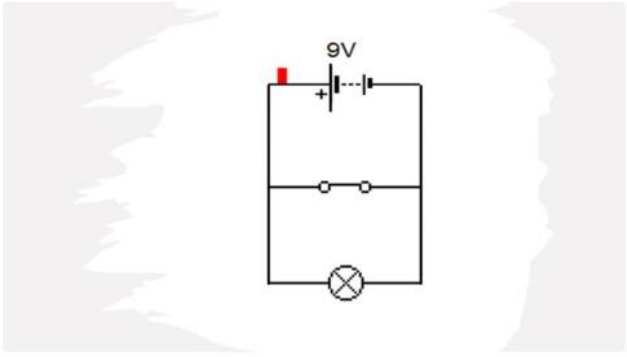
Opción 1



Opción 2



Opción 3



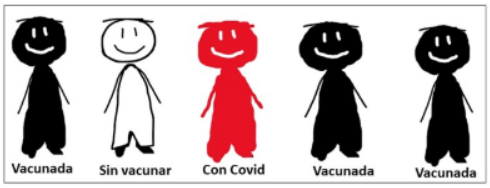
Opción 4

11

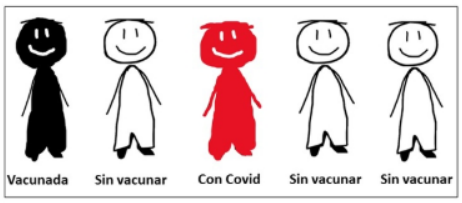
Los siguientes dibujos, representan cuál ha podido ser la situación para acabar contagiados por el COVID.

Contesta esta pregunta.
A) ¿En qué caso se contagian **MÁS** personas de COVID?
Selecciona la opción que creas verdadera.
* (1 Punto)

Caso 1



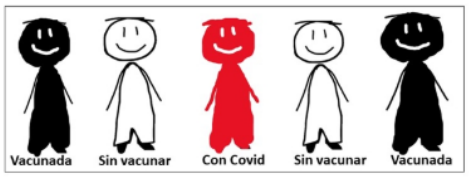
Caso 2



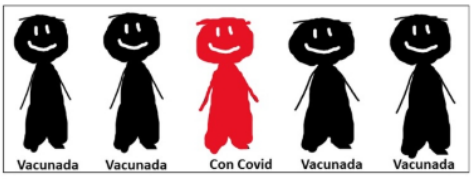
◯ Caso 1, porque en un lado del enfermo hay una persona vacunada y al otro lado otra sin vacunar.

◯ Caso 2, porque las personas a los lados del enfermo no están vacunadas y la siguiente tampoco.

Caso 3



Caso 4



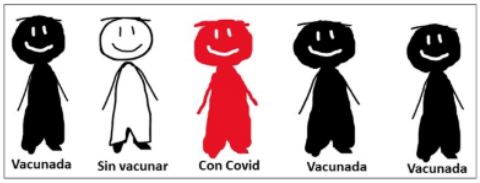
◯ Caso 3, porque hay dos personas a los lados del enfermo que no están vacunadas pero las dos siguientes sí.

◯ Caso 4, porque las personas que están al lado del enfermo están vacunadas y las siguientes también.

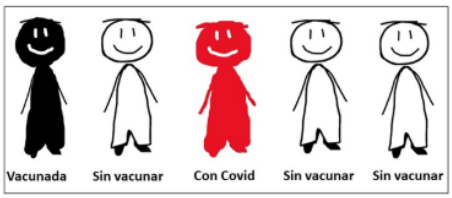
12

B) ¿En qué caso se contagian **MENOS** personas de COVID?
Selecciona la opción que creas verdadera. (1 Punto)

Caso 1



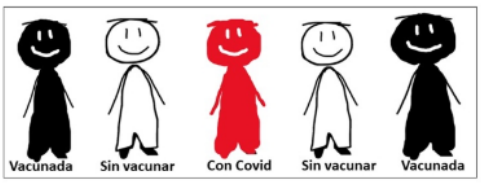
Caso 2



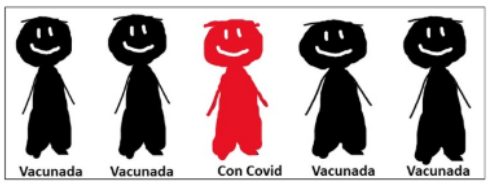
◯ Caso 1, porque en un lado del enfermo hay una persona vacunada y al otro

◯ Caso 2, porque las personas a los lados del enfermo no están vacunadas y

Caso 3



Caso 4



◯ Caso 3, porque hay dos personas a los lados del enfermo que no están vacunadas pero las dos siguientes sí.

◯ Caso 4, porque las personas que están al lado del enfermo están vacunadas y las siguientes también.

A María le han regalado un Kit de Ciencias por su cumpleaños.

¡Contiene un montón de cosas! Un pequeño laboratorio con sustancias químicas y utensilios, algunas muestras de rocas y minerales y un libro con problemas, experimentos y curiosidades científicas.



13

El libro propone recoger agua del río y de un charco en dos pequeñas botellas y comprobar si hay seres vivos. Observa la imagen con las botellas ¿Hay seres vivos en ellas?¿Con qué instrumento se podría comprobar?.



Selecciona todas las opciones que creas verdaderas. ***Pueden ser 2 o más:*** (2 puntos)

- [ ] Puede haberlos, aunque no los aprecies a simple vista.
- [ ] No los hay, porque si no los veo con mis ojos no hay nada.
- [ ] Con una lupa sería suficiente.
- [ ] Necesitaría un microscopio

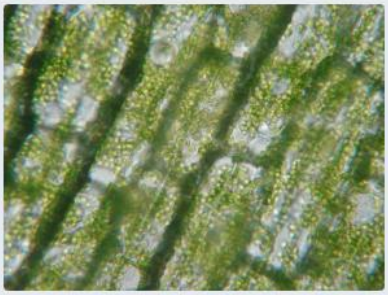
14

Selecciona de las siguientes opciones la que es correcta para poder ver los microorganismos con un microscopio. (1 Punto)

- ○ Poner un pequeño cuenco con agua bajo el microscopio, teñir los microorganismos, poner una luz y enfocar con el microscopio
- ○ Poner una gota de agua en un soporte de cristal, teñir los microorganismos, poner una luz y enfocar con el microscopio
- ○ Teñir los microorganismos en la botella, poner una gota de agua en un soporte de cristal y enfocar con el microscopio

15

María sigue leyendo el libro. En él, se afirma que el color verde de las plantas se debe a la presencia de clorofila. ¿Por qué es importante la clorofila? Ayuda a María y *selecciona la opción que creas verdadera.* (1 Punto)



- ◯ Es una sustancia que a través de la fotosíntesis libera dióxido de carbono.
- ◯ Es una sustancia que constituye una fuente de vitaminas para la alimentación animal.
- ◯ Es una sustancia que a través de la fotosíntesis libera oxígeno y fabrica el alimento de las plantas.
- ◯ Es una sustancia que se puede utilizar como combustible vegetal no contaminante.

16

Sabemos que la falta de ejercicio físico afecta a la obesidad. Para poder comprobarlo necesitarías hacer un experimento con los animales y objetos que aparecen en la imagen. Contesta las siguientes preguntas para poder planificarlo.

Fase 1. ¿Dónde colocarías a los hámster? *Selecciona la opción que creas verdadera.* * (1 Punto)



- ◯ A los dos en la jaula con ruedas y escaleras
- ◯ A uno en la jaula con rueda y escaleras, y al otro en la jaula vacía, sin rueda ni escaleras
- ◯ A los dos en la jaula sin rueda, ni escaleras

17

Fase 2. ¿Cómo distribuirías la comida? *Selecciona la opción que creas verdadera.* * (1 Punto)

- ◯ Solo daría comida a un hámster
- ◯ Más comida a uno que otro
- ◯ La misma cantidad de comida a cada uno

18

Fase 3. *Selecciona la opción que creas más correcta* para saber si los hámster aumentan de peso y cómo ha evolucionado su crecimiento. * (1 Punto)

- ◯ Pesar a los dos hámsteres cada día
- ◯ Pesar a los dos únicamente al inicio y final del experimento
- ◯ Pesar solo a uno de los dos cada día

19

Otro de los capítulos del libro, señala que para fabricar una bici necesitamos diferentes elementos: el hierro, aluminio, titanio, carbono, cobre.

¿De dónde crees que proceden esos elementos químicos?
Selecciona la opción que creas verdadera. (1 Punto)



- Hay depósitos de estos elementos en el fondo del mar y en las montañas, y se consiguen sin apenas degradar el medio y utilizando poca energía.
- Principalmente, se obtienen a partir de minerales y rocas a los que hay que someter a complejos procesos para conseguir extraer el elemento químico, con un consumo muy elevado de energía y agua.
- Actualmente todos los elementos se obtienen reciclando materiales metálicos y de desecho.

20

Cuando lee el siguiente experimento, María se pone muy contenta. ¡Es con velas! Le pide ayuda a su hermano mayor. Este enciende una vela y coloca un vaso invertido sobre ella. Después de poco tiempo, la vela se ha apagado.

¿Por qué se apagó?
Selecciona la opción que consideres verdadera. (1 Punto)



- Porque dentro del vaso se acabó el nitrógeno del aire.
- Porque dentro del vaso se acabó el hidrógeno del aire.
- Porque dentro del vaso se acabó el carbono del aire.
- Porque dentro del vaso se acabó el oxígeno del aire.

21

El libro también tiene un capítulo sobre alimentación saludable. En él hay cuatro ejemplos de menús para niños como María.

*Fíjate en los cuatro y selecciona, cuál de ellos es el que **MÁS** se corresponde con los principios básicos de una buena alimentación.* (1 Punto)

Menú 1
- Gazpacho.
- Filete de ternera a la plancha con verduras.
- Macedonia de frutas.
- Agua.

◯ Menú1

Menú 2
- Croquetas y calamares fritos.
- Hamburguesa con lechuga y tomate.
- Helado de chocolate.
- Refresco de cola.

◯ Menú 2

Menú 3
- Sopa de fideos
- Salmón a la plancha.
- Yogurt natural.
- Limonada.

◯ Menú 3

Menú 4
- Ensalada de pasta
- Pasta con champiñones, espinacas y queso.
- Naranjada.

◯ Menú 4

Lee el siguiente cómic y responde a las preguntas que se hacen a continuación.



22

¿Qué consejos les darías a los cuatro amigos para que la caminata no fuera tan dura?
Selecciona todas las opciones que consideres correctas. ***Pueden ser 2 o más:*** (3 puntos)



- [ ] Que cojan el aire por la boca en vez de la nariz mientras caminan.
- [ ] Que beban agua para estar hidratados.
- [ ] Que no desayunen para ir más ligeros.
- [ ] Que duerman bien la noche anterior
- [ ] Que se pongan una gorra para evitar la insolación
- [ ] Que no utilicen crema de protección solar, porque no es verano y ensucia la piel.

23

Durante la excursión encuentran un pozo con agua, que procede de aguas subterráneas.

¿Crees que el agua subterránea es siempre más potable que la de un río en superficie?
Selecciona la opción que creas verdadera. * (1 Punto)



- ◯ Sí
- ◯ No
- ◯ A veces

24

¿Por qué crees que tu elección es cierta?
Selecciona todas las opciones que creas correctas. ***Pueden ser 2 o más:*** * (3 puntos)

- ☐ El agua subterránea puede estar también sucia o contaminada y puede no ser potable.
- ☐ El suelo ayuda a limpiar el agua de lluvia que cae y las aguas subterráneas tienen menos partículas en suspensión.
- ☐ Al agua subterránea no le llega ningún contaminante, ni químico (residuos industriales), ni biológico (bacterias).
- ☐ Al agua subterránea le llegan menos contaminantes químicos o biológicos que al agua de superficie.
- ☐ Al no haber mucho oxígeno o nutrientes en el agua subterránea no crecen casi las bacterias.

25

¿Cómo comprobarías las afirmaciones anteriores?
Selecciona todas las opciones que creas correctas. ***Pueden ser 2 o más:*** (3 puntos)

- ☐ Utilizaría una lupa.
- ☐ Utilizaría un microscopio para ver si hay bacterias.
- ☐ Filtraría los dos tipos del agua y observaría si han quedado partículas en el filtr...
- ☐ Podría usar reacciones químicas para comprobar si tienen contaminantes por algún vertido.

26

Durante la caminata, Mateo y sus amigos han podido ver multitud de seres vivos.

¿Qué diferencia a un ser vivo de uno inerte?
Selecciona todas las opciones que creas ciertas. ***Pueden ser 2 o más:*** (4 puntos)

- [ ] Un ser vivo realiza la función de reproducción y la materia inerte no
- [ ] Un ser vivo se puede comer y algo inerte no.
- [ ] Un ser vivo se nutre y la materia inerte no.
- [ ] Un ser vivo se puede mover y la materia inerte no.
- [ ] Un ser vivo puede crecer y algo inerte no puede.
- [ ] Un ser vivo se relaciona (responde a los estímulos) y la materia inerte no.
- [ ] Un ser vivo procede de otro ser vivo y algo inerte nunca procede de un ser vivo.

27

Tras recoger las muestras de agua, hay que limpiarlas para no recoger ramas o tierra.



¿Cómo se consigue separar el líquido de los sólidos a través del proceso de filtración?
Selecciona la opción que creas verdadera. (1 Punto)

- ( ) Calentando la mezcla para que un componente pase a estado gaseoso y se separe.
- ( ) Evaporando el líquido disolvente y cristalizando el sólido disuelto.
- ( ) Decantando el sólido más denso en el fondo del recipiente.
- ( ) Separando el sólido y el líquido a través de un tamiz.

28

Cuando vieron los aerogeneradores, Claudia les recordó a sus amigos que las fuentes de energía no son infinitas, ni siquiera las renovables.

¿Qué beneficios piensas que tiene el ahorro de energía? *Selecciona todas las opciones que consideres correctas.* ***Pueden ser 2 o más:*** (3 puntos)



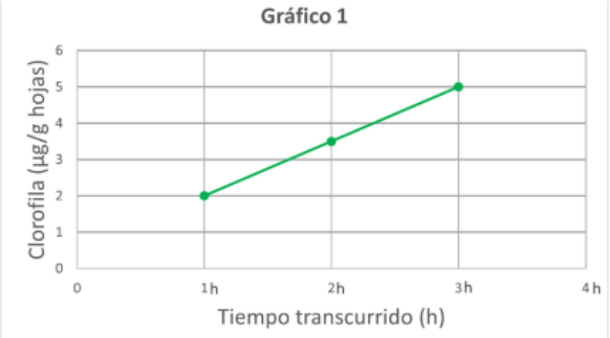
- [ ] Se reduce el gasto de recursos naturales como el agua.
- [ ] Se aumenta la producción de dióxido de carbono.
- [ ] Se disminuye el riesgo de lluvia ácida.
- [ ] Se disminuye la producción de residuos radiactivos.

29

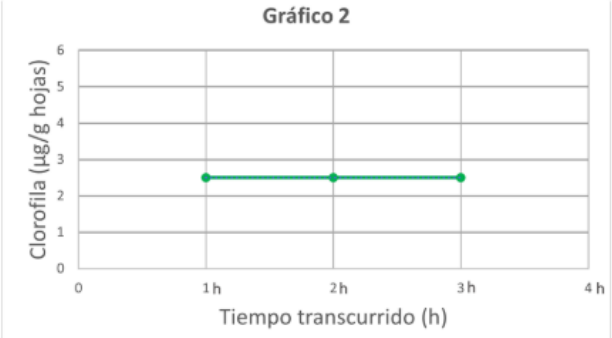
Amira recogió algunas flores rojas durante su visita al Parque. Cuando ha llegó a casa usó su juego de laboratorio para extraer el pigmento que da color a los pétalos. Para ello los puso con alcohol en tres vasos y esperó distintos tiempos, la imagen muestra el proceso:



¿Qué gráfico de los siguientes crees que refleja mejor lo que ha observado Amira tras finalizar los diferentes tiempos?
Selecciona la opción que creas verdadera.
(1 Punto)



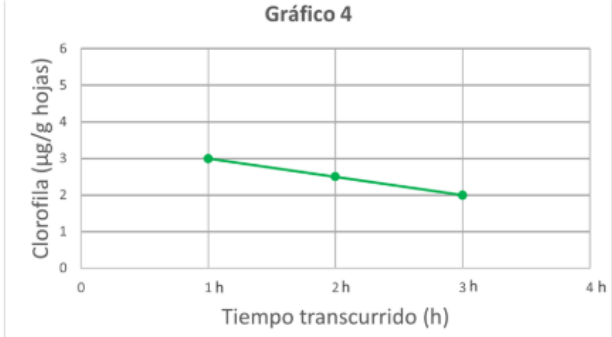
○ Gráfico 1



○ Gráfico 2



○ Gráfico 3



○ Gráfico 4