



Las propiedades físicas de la materia en el segundo curso de Educación Primaria a través de una secuencia de indagación

María Ayuso Goig – Universidad Autónoma de Madrid
Beatriz Bravo Torija – Universidad Autónoma de Madrid

 0000-0002-5344-3548

 0000-0001-6236-6807

Recepción: 30.09.2022 | Aceptado: 05.10.2022

Correspondencia a través de **ORCID**: María Ayuso Goig

 **0000-0002-5344-3548**

Citar: Ayuso Goig, M y Bravo Torija, B (2022). Las propiedades físicas de la materia en el segundo curso de Educación Primaria a través de una secuencia de indagación. *REIDOCREA* 11(43), 508-526.

Área o categoría del conocimiento: Didáctica de las Ciencias Experimentales

Resumen: En este trabajo se discute el diseño de una propuesta didáctica de indagación para abordar las propiedades físicas de la materia y las destrezas científicas en segundo de Educación Primaria. Para ello, se consideran las ideas previas y dificultades de aprendizaje del alumnado y la metodología de enseñanza-aprendizaje empleada. Primero, se realiza un análisis bibliográfico (2009-2021) en las ocho revistas de Didáctica de las Ciencias más destacadas en España, hallándose 42 artículos clasificados en base al año de publicación, el tipo de estudio, las ideas de materia trabajadas y la etapa educativa. Segundo, en base a los resultados obtenidos, se discute el diseño de la secuencia de aprendizaje para segundo de Educación Primaria. Los resultados muestran que apenas hay estudios que abordan los estados de la materia en Educación Primaria y, de los encontrados, ninguno lo hace a través del Aprendizaje basado en Indagación. Por ello, se discute un diseño de cuatro sesiones cuyo objetivo principal es que el alumnado de 2º de Educación Primaria pueda reconocer las propiedades físicas de los materiales. Este trabajo subraya la necesidad de que la comunidad investigadora centre sus esfuerzos en promover estudios sobre el aprendizaje de las propiedades físicas en Educación Primaria.

Palabra clave: Destrezas científicas

The physical properties of matter in the second year of Primary Education through an Inquiry-based Learning sequence

Abstract: In this paper it is discussed the design of a didactic proposal to approach the physical properties of matter and scientific skills in the second year of Primary Education, considering the previous ideas and learning difficulties of the students and the teaching-learning methodology adopted. First, a bibliographic analysis has been carried out in the eight most important Science Didactic journals in Spain between 2009 and 2021, finding a total of 42 articles classified according to the year of publication, the type of study, the ideas of matter worked on and the educational stage. Secondly, based on the results obtained, the design of the learning sequence for the second year of Primary Education is discussed. The results show that there are hardly any studies that address the states of matter in Primary Education and, of those found, none do so through Inquiry-based Learning. Therefore, a four-session design is developed, the main objective of which is to recognise the physical properties of the materials presented. This work underlines the need for the research community to focus its efforts on promoting studies on the learning of physical properties in Primary Education.

Keyword: Scientific skills

Introducción

Históricamente, los seres humanos hemos desarrollado distintos conocimientos sobre la materia con el fin de utilizar y modificar los materiales necesarios para la construcción de objetos orientados a garantizar la supervivencia en la naturaleza, así como colmar las necesidades cotidianas (Valcárcel y Sánchez, 2009). Por tanto, el conocimiento sobre la materia, los materiales y sus características ha sido imprescindible desde hace siglos. Además, es también un conocimiento que se va adquiriendo desde la primera infancia. Los niños y niñas, desde que pueden distinguir texturas, olores etc., son capaces de reconocer las características de los materiales del mundo que les rodea.

Por ello, conocer el mundo a través del contacto directo con este constituye una experiencia de gran riqueza, puesto que alberga un sinfín de situaciones con las que se interaccionan día a día. Además, durante la infancia se producen los primeros contactos con los fenómenos naturales, como la brisa del aire que hace mover las hojas, frente a los cuales los niños y niñas manifiestan un interés natural, queriendo conocerlos e interactuar con ellos. Esto hace que los pequeños se planteen numerosas preguntas, que ellos mismos buscan responder a través de la percepción, exploración y actuación sobre él (Mateo et al., 2020).

El planteamiento constante de preguntas y respuestas hace que tengan una motivación intrínseca por conocer el mundo que les rodea (Eshach y Fried, 2005; Ruiz de Velasco y Abad, 2016). En palabras de Orozco et al. (2022), la curiosidad y disposición de los infantes para entender el mundo exterior actúan como fuerzas impulsoras para desarrollar conocimientos y procedimientos científicos. A su vez, Tiberghien (2003) afirma que los pequeños son muy receptivos a los estímulos que brinda el mundo natural, pudiendo iniciarse en la construcción de modelos básicos para la interpretación del entorno, los cuales deben evolucionar progresivamente hacia concepciones más cercanas a las ciencias (Rivero et al., 2017).

En todo lo anterior, la educación científica juega un papel decisivo. El incremento, tanto en calidad como en cantidad, de ideas y destrezas científicas favorece la modificación y construcción de nuevos conocimientos, brindando autonomía y capacidad de decisión a los niños y niñas (Cañal et al., 2016). Esto conduce a la comprensión de la realidad circundante, siendo el aula de Educación Primaria un espacio idóneo para que aprendan a observar el mundo desde un punto de vista científico (Pérez, 2018).

Además, en esta etapa educativa, comienzan progresivamente a efectuar operaciones intelectuales de gran relevancia para entender la materia. De esta forma, se empieza a realizar una distinción más marcada entre la realidad y la fantasía. También, se conceptualiza la realidad material a través de la clasificación por categorías, las operaciones con números, el dominio del espacio y el tiempo o la comprensión de las propiedades de la materia (Cañal et al., 2016). De este modo, el concepto de materia se dibuja como una de las primeras abstracciones a las que deben hacer frente en el área de ciencias (Valcárcel y Sánchez, 2009).

Pero al trabajarlos en el aula, como muestran Sáez-López y Ruiz-Gallardo (2013), sigue existiendo una tendencia a abordar la materia a través del empleo de libros de texto, confiriendo a la ciencia escolar un carácter excesivamente propedéutico. Ello responde a un planteamiento didáctico que dificulta la construcción de conocimiento científico sobre la materia en el alumnado de Educación Primaria, al verse excluidas la exploración, la discusión de las ideas, el establecimiento de relaciones causa-efecto o la interrelación de conceptos (Cañal et al., 2016).

En contraposición, el Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) presenta múltiples oportunidades para el aprendizaje de la materia. En primer lugar, busca abordar problemas significativos y de relevancia para el alumnado, pudiendo emplear para ello objetos y materiales que favorezcan la identificación de las propiedades que caracterizan la materia. A su vez, promueve el hallazgo de respuestas a raíz de la implicación personal en el proceso de aprendizaje (Aragüés, 2021; Rivero et al., 2017). Además de favorecer el desarrollo de destrezas y habilidades científicas (Romero-Ariza, 2017).

Actualmente, el ABI constituye un enfoque metodológico cuyos buenos resultados han sido reportados en diferentes trabajos de investigación (Tena, 2021; Aragüés, 2019;

Fernández y Greca, 2014; Minner et al., 2010; Cuevas et al., 2005), si bien aún no hay una amplia bibliografía sobre su empleo en las etapas de Educación Infantil y Primaria (Cantó et al., 2016; Solé-Llussà et al., 2018). Por su parte, este enfoque de enseñanza guarda coherencia con aquello que representan las ciencias naturales.

Desafortunadamente, se tiende a reducir la enseñanza de estas y, específicamente de las propiedades de la materia, a la obtención de resultados y conclusiones (Tuzón, 2016), sin considerar otras destrezas tan relevantes como la formulación de preguntas investigables o el diseño de investigaciones para responderlas. Esta dificultad se incrementa, aún más, en las aulas de Educación Primaria, debido a la falta de formación del profesorado, puesto que, generalmente, el docente es quien elige junto al alumnado el problema a investigar, necesitando anticipar aquello que este va a requerir (Vílchez-González y Bravo-Torija, 2015).

Por todo ello, el presente trabajo pretende profundizar en los estudios realizados sobre el aprendizaje de la materia y los materiales en el período de 2009 a 2021, identificando qué ideas han sido las más abordadas, qué metodologías se han empleado, qué dificultades de enseñanza-aprendizaje se han identificado y a qué etapas educativas se han dirigido estos trabajos. Incluimos dentro de estas etapas, la formación inicial del profesorado, dado que el conocimiento adquirido durante su formación juega un papel crucial en su desempeño profesional posterior (Gil et al., 2008). De esta forma, una vez obtenidos los resultados, se procede a discutir el diseño de una propuesta didáctica que permite abordar las limitaciones encontradas en los estudios anteriores.

Objetivos

Por todo lo anterior, los objetivos perseguidos en el presente trabajo son:

- Identificar cómo se ha trabajado la materia y sus propiedades físicas desde la investigación educativa en España en el período de 2009 a 2021.
- Diseñar y discutir, en base a los resultados encontrados, una propuesta didáctica dirigida al segundo curso de Educación Primaria para promover el aprendizaje de las propiedades físicas de la materia.

Método

Para conocer cómo se ha trabajado la materia y sus propiedades físicas desde la investigación educativa, en particular desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales, se procedió a realizar un análisis bibliográfico. Específicamente, la búsqueda se orientó al hallazgo de trabajos en los que se abordara la materia a través de las propiedades sensoriales.

Para ello, se realizó una revisión de los artículos sobre la citada temática en las ocho revistas de Didáctica de las Ciencias Experimentales más destacadas en España: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Investigación en la Escuela*, *Aula de Infantil*, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* y *Aula de Innovación Educativa*.

La selección de artículos se efectuó leyendo sus correspondientes títulos y resúmenes, así como las palabras clave. Al inicio, se escogió el periodo de estudio del 2013 al 2021 al coincidir con en el período de vigencia de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Dado el tamaño muestral resultante, se decidió

ampliar el periodo de estudio hasta 2009 con el fin de generar una muestra más amplia, permitiéndonos tener una visión más aproximada de cómo se abordaba la materia desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Fueron elegidos aquellos artículos en los que aparecieron los siguientes términos, tanto en el título, como en las palabras clave o en el resumen: materia, propiedades físicas de la materia y mezclas. Se hallaron un total de 42 artículos, cuya distribución en el tiempo se presenta en la Figura 1.

Estos artículos fueron clasificados considerando el *año de publicación*, el *tipo de estudio*, las *ideas de materia* trabajadas, así como la *etapa educativa* a la que se dirigían los estudios desarrollados en ellos. Específicamente en los estudios de aula, se prestó también atención al tipo de *metodología* empleada durante la intervención (Tabla 1). A modo de ejemplo, se muestra la clasificación del artículo A1, publicado en el año 2017. Es un estudio de aula, en el que se trabaja el cambio químico y, más específicamente, la evolución de los modelos mentales que experimenta una muestra de ocho estudiantes de 4º de la ESO en relación con la reacción química de la combustión.

Tabla 1. Modelo de clasificación de los artículos que conforman la muestra.

Cód.	Revista	Autores	Año	Idea de materia trabajada	Tipo de estudio	Etapa educativa
A1	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Sesto y García-Rodeja.	2017	<u>Cambio químico:</u> reacción química de la combustión.	<u>Estudio de aula:</u> actividad experimental.	ESO

Una vez codificados todos los artículos, se consideró la frecuencia de aparición de cada una de las categorías existentes por cada uno de los ítems: *año de publicación*; *ideas de materia trabajadas* (cambio físico, cambio químico, clasificación de la materia, sustancia pura, mezclas, modelo de materia, propiedad física y otros -su frecuencia de aparición no es superior a 1-); *tipo de estudio* (revisión, estudio de aula, actitudes y creencias, propuestas y recursos) y *etapa educativa* (Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria, Bachillerato, Educación Universitaria). En el Anexo I se recoge la clasificación de los artículos que conforman la muestra

Las categorías relativas a la *metodología* empleada en los estudios de aula fueron: actividad experimental, empleo de analogías, formulación de preguntas conductoras por parte del docente, indagación, resolución de problemas, modelización y otras (su frecuencia de aparición no es superior a 1). Estas categorías fueron establecidas a medida que los artículos fueron consultados, configurando temáticas comunes. La diferenciación entre actividad experimental e indagación es debida a que, al igual que consideramos que las actividades meramente manipulativas podrían considerarse actividades experimentales, no son actividades de indagación, ya que estas últimas implican partir de una pregunta de investigación que es necesario responder (Vorhorlizer y Von Aufschnaiter, 2019).

Una vez analizados los artículos e identificadas las principales deficiencias, en base a estas últimas se discute una propuesta educativa dirigida al segundo curso de Educación Primaria

Resultados

En este apartado, se muestran y discuten los resultados obtenidos tras la realización del análisis bibliográfico y, a continuación, se presenta la propuesta didáctica, la cual persigue hacer frente a las deficiencias halladas respecto al aprendizaje de la materia en Educación Primaria.

En cuanto a la frecuencia de aparición de los artículos en función del año de publicación (Figura 1), encontramos que el 2017 es el año donde se publica un mayor número de trabajos relacionados con el estudio de la materia y las propiedades físicas, mientras que en el resto de los años se publican entre dos y cuatro artículos. Solo hay un año, 2016, en el que no se encuentra ningún artículo.

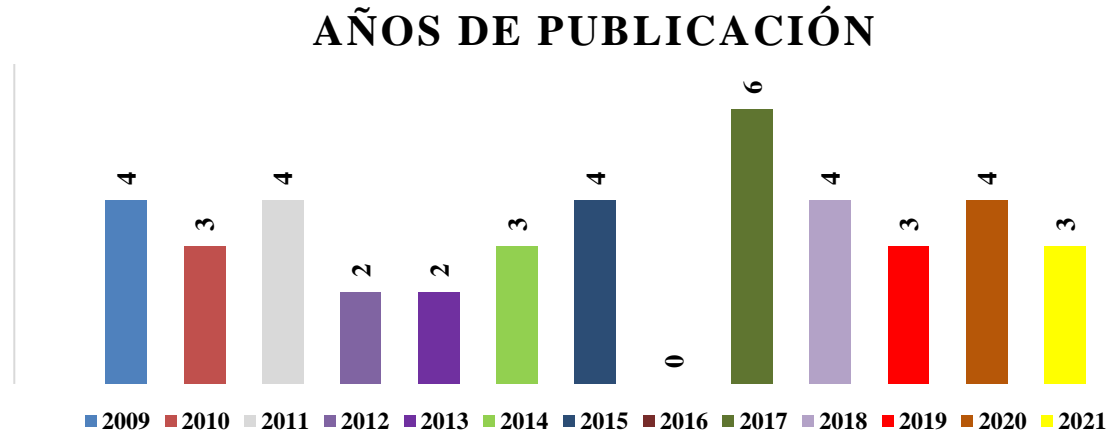


Figura 1. Artículos publicados por año.

En relación con las ideas sobre materia y propiedades de la materia, según se muestra en la Figura 2, la más abordada son las propiedades físicas de la materia, puesto que aparece en 15 trabajos. Es necesario detallar que, dentro de estas propiedades, la que se trabaja con mayor frecuencia es la densidad (6), especialmente, en la etapa de Educación Secundaria, que aparece en cuatro trabajos. Esta propiedad física aparece relacionada con la masa y el volumen, tanto en la Educación Secundaria (4) como en Educación Infantil (2).

Es preciso destacar que no hay ningún trabajo en que se detalle cómo es abordada esta propiedad en Educación Primaria, las ideas de los estudiantes sobre ella y las dificultades de aprendizaje que presentan, dado que siguiendo el Decreto 61/2022, de 13 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid la ordenación y el currículo de la etapa de Educación Primaria, la densidad aparece como contenido desde 5º, y como ha mostrado la literatura es un concepto difícil de adquirir por el alumnado (Palacios-Díaz y Criado, 2017; Napal et al., 2018).

A la densidad, le siguen en frecuencia los estados de agregación (4), los cuales son trabajados en la Educación Secundaria (2), la Educación Primaria (1) y la Educación Infantil (1). Al respecto, cabe destacar que esta propiedad física es la única trabajada en la etapa de Educación Primaria de entre los artículos que conforman esta muestra. La siguiente es la textura (3).

Otras propiedades físicas que también aparecen son: temperatura (2), la dureza (2), sonido (2), color (2), sabor (2) y olor (2). En cuanto a las menos frecuentes como el magnetismo (1), la permeabilidad (1), la absorción (1), la tensión superficial (1), la resistencia (1), la flexibilidad (1), la maleabilidad (1), la forma (1) y la luz (1) llama la atención que son trabajadas únicamente en Educación Infantil. El punto de fusión (1) solo es abordado en la Educación Secundaria y la conductividad térmica solo en la Educación Universitaria (1).

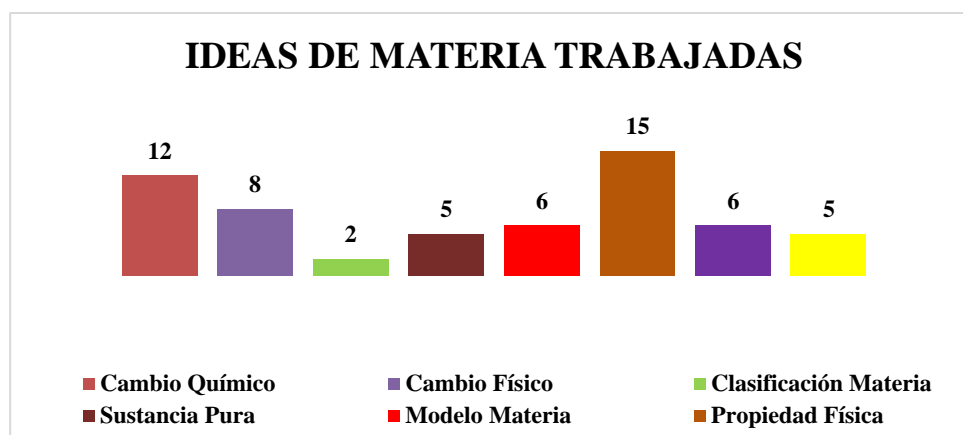


Figura 2. Frecuencia de las ideas de materia trabajadas en los artículos.

Como muestran los resultados, tanto las propiedades sensoriales como las que implican un mayor grado de abstracción, han sido identificadas en su mayoría en trabajos de Educación Secundaria e Infantil. No hay ninguno realizado en la etapa de Educación Primaria, a pesar de que la adquisición de este conocimiento es imprescindible para adquirir destrezas básicas, como la clasificación, presentes en esta etapa (Cañal et al., 2016).

En cuanto al conocimiento relacionado con los cambios químicos, que aparece en 12 trabajos, se abordan las reacciones químicas y, más concretamente, la fermentación y la combustión. La Educación Secundaria es la etapa educativa en la que más artículos de este tipo se han hallado (7), seguida de la Educación Universitaria (2). En cambio, tan solo se ha localizado un trabajo en Educación Primaria que trate el cambio químico. Resulta llamativo que uno de los artículos de la muestra sobre la Educación Infantil trabaje esta idea a modo de iniciación.

Por su parte, el cambio físico se ha encontrado en ocho trabajos, los cuales se enmarcan principalmente en el cambio de estado. De nuevo, en la etapa de Educación Primaria es en la que se ha investigado menos, encontrado solo un trabajo, frente a los tres que aparecen en Educación Secundaria y los tres de Educación Infantil.

La idea de materia y la idea de mezclas aparecen en el mismo número de trabajos, seis en total en cada caso, dirigiéndose principalmente a estudios en Educación Secundaria. En lo que respecta a las mezclas, la idea más tratada es la de las disoluciones. Las mezclas, aunque siendo muy escasa su presencia, es la más tratada en Educación Primaria, apareciendo en dos trabajos de la muestra. En ellos se trabaja principalmente la diferencia entre mezcla homogénea y mezcla heterogénea, indicando que su conceptualización es muy restringida, ya que los alumnos y alumnas tienden a identificar únicamente como mezclas aquellas en las que sus componentes son reconocibles por separado a simple vista, excluyendo aquellas de aspecto homogéneo (Martínez et al., 2009; Valcárcel y Sánchez, 2009).

En relación con la idea de sustancia pura (5), se aborda la distinción entre elementos químicos y compuestos (3). Ello se da en la Educación Secundaria (3) y, de forma aislada, en la Educación Universitaria (1) y Educación Primaria (1). En lo relativo a la clasificación de la materia, se hallan dos artículos: uno en Educación Primaria y otro en Educación Universitaria. Por último, hay otras ideas de materia (5) como: comportamiento eléctrico en sólidos, formulación química inorgánica, termodinámica, estructura y propiedades de los elementos químicos y reciclaje. En su mayoría (3) abordadas en la Educación Secundaria. En Educación Primaria (1) se trata específicamente el reciclaje.

En resumen, los resultados muestran que solo seis de los 42 artículos de la muestra se llevan a cabo en Educación Primaria. Las ideas de materia son: mezclas (2), clasificación de la materia (1), estados de agregación de la materia (1), cambio físico (1), cambio químico (1), reciclaje (1) y sustancia pura (1).

En cuanto al tipo de estudio, resulta llamativo el elevado número (29) de estudios de aula, en los cuales fueron empleadas diferentes metodologías que se concretan posteriormente en la Figura 4. Además, se encuentran siete estudios de propuestas y recursos, cuatro estudios de revisión y dos de actitudes y creencias, como se expone en la Figura 3.

TIPOS DE ESTUDIO

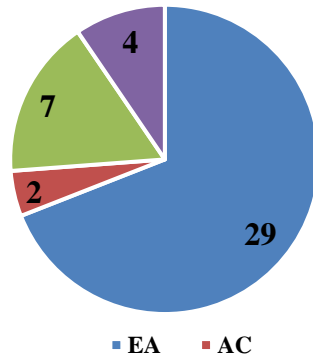


Figura 3. Tipos de estudio pertenecientes a la muestra. EA: estudio de aula, AC: estudios sobre actitudes y creencias, PR: estudios de propuestas y recursos y R: estudios de revisión.

En cuanto a la metodología empleada en los estudios de aula (Figura 4), entre los resultados encontrados, destacan, en primer lugar, los artículos sobre el uso de preguntas conductoras efectuadas por parte del docente (7), lo cual responde a una metodología docente constructivista.

METODOLOGÍAS EMPLEADAS EN LOS ESTUDIOS DE AULA

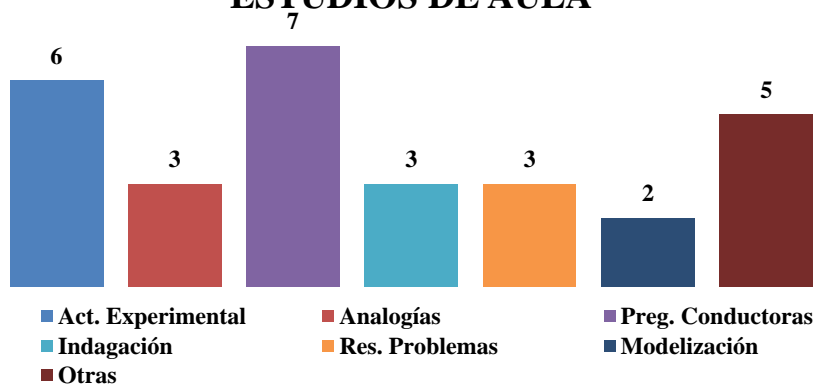


Figura 4. Metodologías empleadas en los estudios de aula.

A continuación, aparecen en frecuencia las actividades experimentales (6). Tras estas, con la misma frecuencia (3), encontramos el uso de analogías, la resolución de problemas y la indagación. En relación con estas categorías, todas las propuestas son implementadas en la etapa de Educación Secundaria. El empleo de la modelización como estrategia metodológica aparece en dos artículos. Por último, la categoría *otras*

metodologías (5), entre las que se incluyen aquellas cuya frecuencia es de 1, se encuentra: empleo de las TIC, rincones, juego, evocación libre y actividad teórica.

En resumen, el hallazgo de un único artículo situado en Educación Primaria sobre los estados de agregación de la materia constituye una de las principales deficiencias detectadas, al confirmar la escasa importancia de la que goza el tratamiento de las propiedades físicas en esta etapa. Este resultado contrasta con el amplio número de ideas alternativas que el alumnado presenta al respecto, así como con la extensa presencia de este contenido en el Decreto 61/2022, de 13 de julio. A su vez, como ha quedado expuesto, el empleo de la indagación como enfoque metodológico para el trabajo de las propiedades físicas de la materia en Educación Primaria es inexistente. Por todo ello, se plantea en las siguientes líneas una propuesta didáctica dirigida al segundo curso de Educación Primaria que persigue paliar estas deficiencias encontradas.

Propuesta Didáctica

La propuesta didáctica dirigida al segundo curso de Educación Primaria persigue cumplir los siguientes objetivos:

- Identificar los sentidos como herramienta fundamental para la exploración y el descubrimiento de las propiedades físicas.
- Reconocer la utilidad de los objetos y materiales considerando las propiedades físicas que los caracterizan.
- Adquirir vocabulario adecuado para describir las propiedades físicas de los objetos y materiales.
- Iniciarse en el empleo de destrezas científicas como la clasificación, la observación, la medición, la identificación de problemas, la emisión de hipótesis, la representación simbólica o el registro de datos.

En base a ello, se han configurado los contenidos en tres ejes:

- Propiedades físicas de la materia: identificación del oído para percibir el sonido, del tacto para percibir la temperatura, del olfato para percibir el olor y de la vista para percibir la transparencia; asociación de los sentidos a su órgano sensorial correspondiente; reconocimiento del sonido, la temperatura, el olor y la transparencia como propiedades físicas de la materia; adquisición de vocabulario específico sobre las propiedades físicas mencionadas.
- Destrezas científicas: destrezas técnicas (manipulación de los objetos y materiales; construcción de una simulación), destrezas básicas (observación, clasificación, medición, registro y análisis de datos), destrezas de investigaciones (identificación de hechos y fenómenos, identificación de problemas, realización de predicciones y emisión de hipótesis, diseño experimental, obtención de conclusiones), destrezas comunicativas (uso de técnicas comunicativas, representación simbólica).
- Emociones y actitudes: comunicación de emociones, intereses e ideas en las diferentes investigaciones propuestas; aparición de acciones colaborativas entre iguales.

En términos de metodologías docentes, la presente propuesta didáctica gira en torno al aprendizaje basado en la indagación, como se ha expuesto con anterioridad. A su vez, se estructura en base al “digital storytelling”, dado que el storytelling ayuda a los estudiantes a: desarrollar sus destrezas escritas y orales (Elenein, 2019), mejorar su comprensión sobre el contenido científico (Esquivel-Martín et al., 2021) y aumentar su motivación e interés (Hung et al., 2012). En el storytelling empleado en esta propuesta,

se presenta una historia ficticia creada con la herramienta Genially en la que se integran imágenes, texto y voz a fin de proporcionar un contexto de investigación que guíe al alumnado a través de la propuesta (Figura 5).



Figura 5. Contexto y pregunta de investigación que guían la propuesta.

En dicha historia, el protagonista, llamado “Teodoro el sabio”, pide ayuda al alumnado para elaborar los objetos que sus vecinos le han encomendado por medio de la búsqueda de los materiales más pertinentes (ver Anexo II). En este contexto, se introducen de manera indirecta ciertas propiedades físicas, tales como la textura, el brillo, el color o la dureza. En cambio, no se mencionan aquellas que se desea trabajar con el alumnado (sonido, temperatura, olor y transparencia) para que, de esta forma, sean ellos y ellas quienes las identifiquen. El abordaje de las propiedades escogidas es debido al escaso número de propuestas de aula que las trabajan en Educación Infantil (Garriga, 2009; Puig et al., 2020) y la Educación Secundaria (Franco, 2015) y la ausencia de las mismas en Educación Primaria.

Además, se solicita a los niños y niñas trabajar en un pequeño grupo de cinco o seis miembros. Cada uno de ellos ha de pasar por las cuatro pruebas para dar respuesta al desafío inicial. Es importante que todos ellos resuelvan tales retos, ya que, al finalizarse, obtienen una letra que, combinada y ordenada con las demás, configura la palabra que “Teodoro el sabio” quiere enviarles.

Cabe destacar que cada investigación está centrada en una relación sentido-propiedad física y que se exige que el alumnado elabore un cuaderno investigador mientras que realiza las actividades (ver Anexo III). Específicamente, en cada una de las pequeñas investigaciones se hace necesaria la intervención puntual de uno de los dos docentes que dirigen la sesión a través de preguntas orientadas a que el alumnado sea capaz de conocer la respuesta por sí mismo y cuya formulación ha de ser valorada en el momento de la puesta en práctica.

A modo de ejemplo, en la segunda investigación se trabaja la relación tacto-temperatura (Figura 6) y, al finalizarla, los alumnos y alumnas obtienen las letras C y A. En el contexto, se hace mención de los términos “caliente” y “frío”, sin llegar a mencionar la temperatura como propiedad sensorial a descubrir. Por otro lado, se hace referencia al término “tiempo”, lo que conduce al alumnado a tener en cuenta esta variable en el diseño de su experimento, lo cual constituye una de las destrezas científicas a trabajar.

En primer lugar, los alumnos y alumnas han de identificar qué les pide exactamente Teodoro el Sabio, correspondiéndose, por tanto, con la identificación del problema a investigar. Una vez esto, los integrantes del grupo han de emitir sus hipótesis, momento en el que el docente puede formular preguntas como las siguientes: “¿Cuál de los materiales creéis que hará que el café se mantenga caliente durante más tiempo?, ¿Por qué creéis que es así?”

A continuación, deben decidir cómo llevar a cabo el experimento, a lo largo del cual se ponen en marcha la clasificación, la medición y el registro de datos. En este momento, el docente puede formular cuestiones como: “¿Por qué pensáis que Teodoro os ha dejado tres frascos?, ¿Cuál es el motivo por el que creéis que debéis emplear los tres?, ¿Qué debéis hacer con la tela de algodón y la de lana?, ¿Cómo podéis saber cómo cambia la temperatura del café a medida que pasa el tiempo?”

Con estas preguntas, se espera que los alumnos y alumnas sean capaces de realizar el experimento. Este consiste en depositar la misma cantidad de café caliente en cada uno de los tres frascos, midiendo y anotando su temperatura inicial. Para ello, deben utilizar el termómetro y, también, tocar con sus manos los frascos. Estos últimos deben cerrarse. El primero de ellos no se envolverá con nada, el segundo se envolverá con una tela de algodón y el tercero de ellos se envolverá con otra de lana. Se deberán dejar transcurrir alrededor de 20 minutos, tiempo durante el cual los alumnos/as podrán continuar formulando hipótesis a raíz de sus observaciones.

Pasado el tiempo, los alumnos y alumnas deberán tocar con sus manos los recipientes, determinando de forma cualitativa cuál de ellos se encuentra más caliente y, también, deberán medir la temperatura del café con el termómetro, para así aportar veracidad a los datos obtenidos. Incluso, pueden probar el café, para percibir la temperatura también a través de los termorreceptores ubicados en la lengua.

A lo largo de este proceso, el docente podrá formular cuestiones como: “¿Qué sucede cuándo el frasco no se envuelve con ninguna tela?, ¿Y cuándo se envuelve con la tela de algodón?, ¿Y cuándo se envuelve con la tela de lana?” Finalmente, se concluirá la investigación estableciendo que la lana es un aislante térmico, a diferencia del algodón, lo cual implica el análisis de los resultados y la consiguiente obtención de conclusiones. El proceso descrito para la segunda investigación se sigue de forma similar en las otras tres investigaciones propuestas.

“Mi tía Teresa es una mujer que trabaja en el campo. Para mantenerse despierta y realizar bien su trabajo, toma café durante la mañana. Pero, cuando es invierno, su café se enfría muy rápido. A Teresa no le gusta nada porque dice que es como beber agua de río. Teresa me ha pedido que le fabrique la mejor funda para conservar su café caliente durante más tiempo.

En cambio, no sé si para ello es mejor el algodón o la lana. Por eso, os he dejado aquí una tela de algodón y otra de lana pura, junto a tres frascos de plástico transparente, un termómetro, un cronómetro y un litro de café caliente. ¿Cuál piensas que sería el mejor material para que el café de doña Teresa se conserve caliente durante más tiempo?, ¿por qué?”

“¿Cómo podríamos comprobarlo?, ¿por qué?”

Figura 6. Segunda investigación presentada al alumnado.

Por otro lado, el hilo del desarrollo general de las sesiones es el siguiente. Al inicio, se presenta al alumnado el contexto de investigación a través de la lectura del relato protagonizado por “Teodoro el sabio”. A su vez, el docente formula la pregunta de investigación: *¿cómo podéis ayudar a Teodoro a fabricar los objetos que sus vecinos le han pedido?* A partir de ahí, se espera que los alumnos y alumnas reflexionen sobre los datos aportados, comunicando sus ideas iniciales sobre cómo fabricar los diversos objetos. Para ello, deben movilizar sus conocimientos previos sobre las propiedades físicas que caracterizan los materiales que se les aportan, ya que es en estas donde reside el requisito para dar respuesta al reto.

A continuación, se realizan dos sesiones, teniendo lugar durante una hora y media cada una. En cada una de ellas, se llevan a cabo dos pequeñas investigaciones de 45 minutos. Se justifica dicho tiempo debido a que los alumnos y alumnas deben ir completando un breve informe escrito de lo acontecido en las investigaciones. Finalmente, en la sesión de cierre, se realiza una puesta en común de las conclusiones halladas por cada uno de los grupos participantes, resolviéndose de forma grupal el reto inicial planteado.

En cuanto a la atención a la diversidad, se ha considerado la realización de un planteamiento inclusivo en el que no solamente tengan cabida aquellos alumnos y alumnas que presentan discapacidad o alguna dificultad de aprendizaje, sino, también, los diferentes niveles de aprendizaje de cada uno de los niños y niñas participantes del grupo-clase.

Finalmente, la evaluación se realiza desde tres perspectivas distintas: evaluación del alumnado, evaluación de la propuesta y autoevaluación docente. En el primer caso, se realiza a través de la evaluación del cuaderno investigador y las respuestas dadas por los alumnos y alumnas a las preguntas del o la docente, además de la ejecución de la actividad por parte del alumnado. Para poder evaluar el desempeño de los estudiantes, para la observación se emplea una rúbrica de evaluación diseñada para tal fin (Anexo IV). Esta rúbrica se aplicará a cada uno de los pequeños grupos de trabajo, identificando el nivel de desempeño de cada pequeño grupo, así como las dificultades encontradas por el alumnado durante la propuesta.

En la evaluación de la propuesta, si esta es llevada a cabo en un contexto real de aprendizaje, habría de tenerse en cuenta si el tiempo empleado en cada una de las sesiones se adecúa a las capacidades del alumnado, si los materiales empleados son lo suficientemente ricos sensorialmente y variados, si el enfoque de indagación escolar resulta pertinente para el tratamiento de los objetivos y los contenidos, si el carácter guiado de las preguntas formuladas por la maestra contribuye de forma positiva a la consecución de las distintas etapas de la investigación y si el carácter abierto de los momentos de experimentación con los objetos y materiales otorga la suficiente autonomía al alumnado. En la autoevaluación docente, se haría necesario que los docentes participantes valorasen su actuación a lo largo de las distintas sesiones, con el fin de implementar las mejoras necesarias.

Conclusiones

Con respecto al primer objetivo, se ha determinado que la conceptualización de la materia debe efectuarse a través de la identificación de las propiedades y cambios de esta y que la idea de materia más abordada en los artículos de investigación son las propiedades físicas de la materia. En relación con esta idea, cabe destacar el hallazgo de un único artículo ubicado en Educación Primaria sobre los estados de agregación de la materia.

La tendencia encontrada en la idea de estados de agregación se repite en el resto de las ideas identificadas. Solo hay en una, las mezclas, en la que en lugar de un artículo encontramos dos. Estos resultados conducen a pensar que la investigación educativa en España se ha centrado más en el estudio de la adquisición de estas ideas en etapas como Secundaria o Infantil que en Primaria, a pesar de que la materia y sus propiedades constituyen un contenido recurrente a lo largo de toda esta etapa educativa y que es imprescindible, por tanto, profundizar en su estudio. De esta forma, se hace necesario que la comunidad investigadora centre sus esfuerzos en promover estudios y propuestas didácticas basadas en el aprendizaje de las propiedades físicas de la materia en Educación Primaria, tal y como se ha realizado en otras etapas educativas.

En concordancia con el párrafo anterior, en las propuestas que aparecen en la literatura, se observa una tendencia en cómo es tratado el tema de materia y propiedades a lo largo de la escolaridad. En Educación Infantil predomina un enfoque sensorial, el cual se pierde en Educación Primaria, donde se manifiesta que los alumnos y alumnas han de aprender desde un punto de vista más teórico y formal las características a nivel macroscópico, para en la Educación Secundaria pasar a trabajar la materia desde una perspectiva microscópica.

Si bien la progresión nos parece adecuada, no consideramos acertado el salto que se produce en Educación Primaria, ya que estimamos que, al menos al inicio de esta etapa, sigue siendo necesario que los aprendizajes relacionados con la materia y los materiales se continúen a través de la exploración física y sensorial de objetos y materiales cotidianos. De esta forma, en cursos superiores se podrá pasar a identificar las propiedades que definen a cada uno de ellos, ya no solo sensoriales sino otras como la masa, la dureza, la densidad etc., que hacen posible conectar la materia y los materiales con los usos a los que se destinan.

También, otro hallazgo importante en relación con el primer objetivo es la ausencia de trabajos en Educación Primaria que aborden la materia a través de secuencias de indagación, si bien estas promueven que los alumnos y alumnas adquieran el conocimiento a través de su aplicación para responder a una pregunta de investigación. Además de promover que los alumnos y alumnas puedan implicarse personalmente al adquirir un papel activo en el desarrollo de la actividad, favorecen que estos y estas también pongan en práctica destrezas del trabajo científico. Consideramos que esta necesidad justifica la importancia de realizar propuestas como la presentada en este trabajo, donde el aprendizaje basado en indagación constituye el eje metodológico.

Con respecto al segundo objetivo, se ha logrado diseñar una propuesta didáctica para el trabajo de las propiedades físicas de la materia a través de una secuencia de indagación que promueve, a su vez, la puesta en práctica de múltiples destrezas científicas por parte del alumnado. Si bien con este trabajo se ha conseguido, gracias al análisis bibliográfico realizado, identificar la necesidad de abordar en Educación Primaria las propiedades físicas de la materia desde un enfoque de aprendizaje basado en la indagación, reconocemos que la principal limitación de este trabajo, y que se abordará en el futuro, es la implementación real de esta propuesta.

Esto último nos permitirá conocer qué ideas son capaces de adquirir los alumnos y alumnas sobre la materia y sus propiedades a partir de las actividades diseñadas, qué estrategias ha de emplear el profesorado para acompañar al alumnado en el proceso y qué limitaciones se han encontrado. El estudio mostrado en este trabajo es, por tanto, el punto de partida de una investigación mucho más amplia, cuyo paso siguiente es llegar al aula.

Referencias

- Aragüés, AM (2019). Video-análisis de una actividad de indagación en Primaria. *REIDOCREA*, 8, 309-318.
- Aragüés, AM (2021). ¿Promueven los libros de texto la indagación científica? *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 17(39), 05-13.
- Cantó, J, de Pro, A y Solbes, J (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 25-50.
- Cañal, P, García-Carmona, A y Cruz-Guzmán, M (2016). Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria. *Paraninfo*.
- Cuevas, P, Lee, O, Hart, J, & Deaktor, R (2005). Improving Science Inquiry with Elementary Students of Diverse Backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 337-357.
- Decreto 61/2022, de 13 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid la ordenación y el currículo de la etapa de Educación Primaria. *Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid*, núm. 169, de 18 de julio de 2022, pp. 15 a169.
- Elenein, A (2019). The effect of utilizing digital storytelling on developing oral communication skills for 5th grade students at Rafah primary schools. *International Journal of Language and Literary Studies*, 1(1), 30-46.
- Eshach H, & Fried, MM (2005). Should Science be taught in Early Childhood? *Journal of Science, Education and Technology*, 14(3), 315-336.
- Esquivel-Martín, T, Pérez-Martín, JM, & Bravo-Torija, B (2021). The Use of Storytelling to Promote Literacy Skills in Biology Education. In MD Ramírez-Verdugo, y B Otcu-Grillman (Eds). *Interdisciplinary approaches toward enhancing teacher education* (pp. 155-177). IGI Global.
- Fernández, D y Greca, I (2014). Uso de la metodología de la indagación para la enseñanza de nociones sobre fuerzas en primer ciclo de la escuela primaria. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(extra), 265-273.
- Franco, AJ (2015). Investigación con helados para caracterizar las propiedades de la materia. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 80, 73-82.
- Garriga, N (2009). Los materiales y la magia de las mezclas. *Revista Aula de Infantil*, 47, 29-33.
- Gil, MJ, Martínez, MB, de la Gándara, M, Calvo, JM y Cortés, AL (2008). De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 63, 81-100.
- Hung, CM, Hwang, GJ, & Huang, I (2012). A project-based digital storytelling approach for improving students' learning motivation, problem-solving competence and learning achievement. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(4), 368-379.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 295, de 10 de diciembre de 2013, pp. 97858 a 97921.
- Martínez, C, García, S y Rivadulla, JC (2009). Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 137-155.
- Mateo, E, Ferrer, LM, Mazas, B y Cascarosa, E (2020). ¿Entras a la cueva? Una experiencia multisensorial para trabajar las Ciencias en la etapa de Educación Infantil. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 51-62.
- Minner, DD, Levy, AJ, & Century, J (2010). Inquiry-based science instruction-What is it and does it matter? Results from a research synthesis year 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Napal, M, Echevarría, J, Zulet, A, Santos, L y Ibarra, J (2018). Estrategias del alumnado de Educación Secundaria para estimar la densidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 61-78.
- Orozco, MM, Franco, AJ y Blanco, A (2022). Ayudando a maestros en formación inicial a desarrollar indagaciones en la Educación Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 160101-160119.
- Palacios-Díaz, R y Criado, AM (2017). Lo que no dicen los libros españoles de texto de educación secundaria obligatoria sobre la masa, el volumen y la densidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 51-70.
- Pérez, JM (2018). Un viaje en el tiempo por la alfabetización científica en España. *Revista de Didácticas Específicas*, 18, 144-166.
- Puig, M, López-Lozano, L y García, R (2020). Experimentando con los sentidos: un rincón de ciencias en Educación Infantil. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 39, 117-134.
- Rivero, A, Martín, R, Solís, E y Porlán, R (2017). Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria. *Síntesis*.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299.
- Ruiz de Velasco, A y Abad, J (2016). Lugares de juego y encuentro para la infancia. *Revista Iberoamericana de Educación*, 71, 37-62.
- Sáez-López, JM y Ruiz-Gallardo, JR (2013). Enseñanza de las ciencias, tecnología educativa y escuela rural: un estudio de casos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 45-61.
- Solé-Llussà, A, Aguilar, D, Ibáñez, M y Coiduras, JL (2018). Análisis de la comunicación de experiencias indagadoras presentadas en congresos de ciencias dirigidos a alumnos de educación infantil y primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 13021-130213.
- Tena, E (2021). ¿Está contaminado el aire de la escuela? Una propuesta de indagación basada en la modelización para el aula de primaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 5(2), 87-97.
- Tiberghien, A (2003). Des connaissances naïves au savoir scientifique.

Toma, RB, Greca, I y Meneses, JA (2017) Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14(2), 442-457.

Tuzón, P (2016). Ciencias naturales por indagación en primaria: breves notas y dos propuestas prototípicas.

Valcárcel, MV y Sánchez, G (2009). El estudio de los materiales de uso cotidiano en Educación primaria. Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, 59, 9-23.

Vilchez-González, JM y Bravo-Torija, B (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. Enseñanza de las Ciencias, 33(1), 185-202.

Vorholzer, A, & Von Aufschnaiter, C (2019). Guidance in inquiry-based instruction—an attempt to disentangle a manifold construct. International Journal of Science Education, 41(11), 1562–1577.

Anexos

Anexo I. Clasificación de los artículos que conforman la muestra.

Cód	Revista	Autores	Año	Idea de materia trabajada	Tipo de estudio	Etapas educativas
A1	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Sesto y García-Rodeja.	2017	<u>Cambio químico</u> : reacción química de la combustión.	<u>Estudio de aula</u> : actividad experimental.	ESO
A2	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Rubio et al.	2018	<u>Cambio físico</u> : comportamiento de los sólidos, líquidos y gases según sus propiedades durante los cambios de estado.	<u>Estudio de aula</u> : empleo de analogías.	ESO
A3	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Martín del Pozo y Galán.	2012	<u>Clasificación de la materia</u> : criterios empleados por el alumnado espontáneamente.	<u>Estudio de aula</u> : actividad teórica (otro).	Educación Primaria
A4	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	García-Carmona.	2010	<u>Otros</u> : comportamiento eléctrico de los materiales sólidos.	<u>Estudio de aula</u> : actividad experimental.	ESO
A5	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Moltó y Pintó.	2021	<u>Modelo de materia</u> : modelo avanzado.	<u>Estudio de aula</u> : preguntas conductoras.	ESO
A6	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Dávila et al.	2015	<u>Cambio químico</u> : reacciones químicas. <u>Cambio físico</u> <u>Propiedad física</u> : densidad y conductividad térmica.	<u>Actitudes y creencias</u> .	Universidad con estudiantes
A7	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	López y Boronat.	2013	<u>Cambio químico</u> : reacción química de la fermentación.	<u>Propuestas y recursos</u> .	Bachillerato
A8	Revista Eureka sobre Enseñanza y	Marzo y Monferrer.	2015	<u>Otros</u> : formulación química inorgánica.	<u>Estudio de aula</u> : indagación.	ESO

	Divulgación de las Ciencias.					
A9	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Boronat y López.	2011	<u>Cambio químico</u> : reacción química de la fermentación.	<u>Propuestas y recursos</u> .	ESO
A10	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Torres.	2011	<u>Otros</u> : termodinámica.	<u>Estudio de aula</u> : empleo de las TIC (otro).	Bachillerato
A11	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Estrada.	2019	<u>Otros</u> : estructura y propiedades de los elementos químicos.	<u>Estudio de aula</u> : resolución de problemas.	ESO
A12	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Dávila-Acedo.	2017	<u>Mezclas</u> : procesos de separación de los componentes de las mezclas y conceptualización. <u>Propiedad física</u> : estados de agregación de la materia y densidad. <u>Sustancia pura</u> : conceptualización.	<u>Actitudes y creencias</u> .	ESO
A13	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Monteira y Jiménez.	2019	<u>Cambio físico</u> : cambios de estado en el caso del agua.	<u>Estudio de aula</u> : actividad experimental.	Educación Infantil
A14	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.	Moraga et al.	2019	<u>Clasificación de la materia</u> . <u>Cambio químico</u> : reacciones químicas. <u>Mezclas</u> : disoluciones.	<u>Revisión</u> .	Universidad con estudiantes
A15	Enseñanza de las Ciencias.	Benarroch y Núñez.	2015	<u>Modelo de materia</u> : modelo corpuscular de la materia.	<u>Estudio de aula</u> : actividad experimental.	ESO
A16	Enseñanza de las Ciencias.	Napal et al.	2018	<u>Propiedad física</u> : densidad.	<u>Estudio de aula</u> : juego (otro).	ESO
A17	Enseñanza de las Ciencias.	Cruz-Guzmán et al.	2017	<u>Cambio físico</u> : cambios de estado.	<u>Estudio de aula</u> : preguntas conductoras.	Educación Infantil
A18	Enseñanza de las Ciencias.	Palacios-Díaz y Criado.	2017	<u>Propiedad física</u> : masa, volumen y densidad.	<u>Revisión</u> .	ESO
A19	Enseñanza de las Ciencias.	García-Martínez et al.	2018	<u>Cambio físico</u> . <u>Cambio químico</u> .	<u>Propuestas y recursos</u> .	ESO
A20	Enseñanza de las Ciencias.	González et al.	2017	<u>Propiedad física</u> : propiedades de la materia en general.	<u>Estudio de aula</u> : actividad experimental.	Universidad con estudiantes
A21	Enseñanza de las Ciencias.	Oliva et al.	2021	<u>Propiedad física</u> : conservación de la masa.	<u>Estudio de aula</u> : resolución de problemas.	ESO

A22	Enseñanza de las Ciencias.	Furió-Más et al.	2012	<u>Sustancia pura</u> : elementos y compuestos.	<u>Estudio de aula</u> : preguntas conductoras.	ESO
A23	Enseñanza de las Ciencias.	Aragón et al.	2014	<u>Cambio químico</u> .	<u>Estudio de aula</u> : empleo de analogías.	ESO
A24	Enseñanza de las Ciencias.	Lacolla et al.	2014	<u>Cambio químico</u> : reacciones químicas.	<u>Estudio de aula</u> : evocación libre (otro).	ESO
A25	Enseñanza de las Ciencias.	Aragón et al.	2013	<u>Cambio químico</u> .	<u>Estudio de aula</u> : empleo de analogías.	ESO
A26	Investigación en la escuela.	Caamaño.	2011	<u>Sustancia pura</u> : elementos y compuestos.	<u>Propuestas y recursos</u>	No se indica
A27	Aula de Infantil Graó.	Mateo et al.	2021	<u>Propiedad física</u> : absorción.	<u>Estudio de aula</u> : preguntas conductoras.	Educación Infantil
A28	Aula de Infantil Graó.	Garriga.	2009	<u>Cambio físico</u> : romper, deshacer, rasgar, doblar, estirar. <u>Cambio químico</u> : a través de mezclas y sus posibles reacciones químicas. <u>Propiedad física</u> : textura, temperatura, magnetismo, permeabilidad, densidad, tensión superficial, resistencia, flexibilidad, maleabilidad, dureza (específicas), masa y volumen (generales).	<u>Estudio de aula</u> : preguntas conductoras.	Educación Infantil
A29	Aula de Infantil Graó.	Solans et al.	2018	<u>Propiedad física</u> : el estado gaseoso.	<u>Estudio de aula</u> : resolución de problemas.	Educación Infantil
A30	Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.	Tuzón y Solbes.	2014	<u>Modelo de la materia</u> : estructura e interacciones.	<u>Revisión</u> .	Bachillerato
A31	Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.	Puig et al.	2020	<u>Propiedad física</u> : dureza, textura, forma, luz, color, sonido, sabor y olor.	<u>Estudio de aula</u> : rincones (otros).	Educación Infantil
A32	Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.	Solé et al.	2020	<u>Modelo de materia</u> : modelo corpuscular de la materia. <u>Propiedad física</u> : el estado gaseoso.	<u>Estudio de aula</u> : modelización.	ESO
A33	Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.	Franco.	2015	<u>Propiedad física</u> : color, textura, densidad, olor, sabor, punto de fusión y volumen.	<u>Estudio de aula</u> : indagación.	ESO
A34	Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.	Sánchez y Valcárcel.	2009	<u>Propiedad física</u> : estado de agregación. <u>Mezclas</u> : homogéneas y heterogéneas. <u>Cambio físico</u> . <u>Cambio químico</u> .	<u>Recursos y propuestas</u> .	Educación Primaria

				Otros: reciclaje.		
A35	Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.	Pintó et al.	2009	<u>Propiedad física</u> : propiedad acústica de los materiales.	<u>Recursos y propuestas</u> .	ESO
A36	Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.	Dávila et al.	2017	<u>Cambio físico</u> . <u>Cambio químico</u> : reacciones químicas.	<u>Estudio de aula</u> : modelización.	ESO
A37	Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.	Benarroch.	2010	<u>Sustancia pura</u> . <u>Mezclas</u> .	<u>Estudio de aula</u> : preguntas conductoras.	Universidad con estudiantes
A38	Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.	Crujeiras y Peña.	2020	<u>Propiedad física</u> : temperatura.	<u>Estudio de aula</u> : indagación.	ESO
A39	Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.	Martínez et al.	2020	<u>Modelo de materia</u> : modelo corpuscular de materia.	<u>Recursos y propuestas</u> .	ESO
A40	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.	Espíndola y Cappannini.	2010	<u>Modelo de materia</u> : estructura de la materia.	<u>Estudio de aula</u> : preguntas conductoras.	ESO y Universidad con estudiantes
A41	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.	Martínez et al.	2009	<u>Sustancia pura</u> : elementos y compuestos. <u>Mezclas</u> .	<u>Revisión</u> .	Educación Primaria y ESO
A42	Aula de Innovación Educativa.	Segura y Valls.	2011	<u>Mezclas</u> : mezclas y soluciones.	<u>Estudio de aula</u> : actividad experimental.	ESO

Anexo II. Genially presentado a los alumnos.

<https://view.genial.ly/6288cfc6b8b7d20011477594/presentation-presentacion-einstein>

Anexo III. Cuaderno investigador.

https://www.canva.com/design/DAFBURgPdEY/s6ZirJdofZkYPKc9_EDjEQ/view?utm_content=D AFBURgPdEY&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Anexo IV. Rúbrica de evaluación del alumnado.

Indicadores	Insuficiente (1)	Regular (2)	Bien (3)	Muy bien (4)	Puntuación total
Asociación sentido-propiedad	No relaciona ningún sentido con su correspondiente propiedad física.	Relaciona un único sentido con su correspondiente propiedad física.	Relaciona dos o tres sentidos con su correspondiente propiedad física.	Relaciona los cuatro sentidos abordados con su correspondiente propiedad física.	
Asociación sentido-órgano sensorial	No asocia ningún sentido con su correspondiente órgano sensorial.	Asocia un único sentido con su correspondiente órgano sensorial.	Asocia dos o tres sentidos con su correspondiente órgano sensorial.	Asocia los cuatro sentidos abordados con su correspondiente órgano sensorial.	

Reconocimiento de las propiedades físicas	No reconoce ninguna de las propiedades físicas estudiadas.	Reconoce una de las propiedades físicas estudiadas.	Reconoce dos o tres propiedades físicas estudiadas.	Reconoce todas las propiedades físicas estudiadas.	
Adquisición de vocabulario	No amplía el vocabulario para referirse a las propiedades físicas estudiadas.	Amplía en tres o cuatro términos su vocabulario para referirse a las propiedades físicas estudiadas.	Muestra una mejora notable tanto cualitativa como cuantitativa en el uso de vocabulario para referirse a las propiedades físicas estudiadas, aunque no emplea términos exactos para nombrar ciertas características o tipos de material.	Emplea términos apropiados para nombrar cada una de las propiedades físicas y sus respectivas manifestaciones en los objetos y materiales presentados.	
Manipulación de los objetos y materiales y construcción de una simulación con estos	No muestra ningún interés por manipular los objetos y materiales de las investigaciones.	Muestra un reducido interés por manipular los objetos y materiales de las investigaciones.	Muestra un interés destacable por manipular los objetos y materiales de las investigaciones, si bien no manipula todos ellos.	Muestra un alto grado de interés por manipular los objetos y materiales de las investigaciones, dedicando tiempo a la exploración minuciosa de todos ellos.	
Observación	No describe oralmente ni registra ninguna de las observaciones realizadas ni las propiedades físicas a trabajar.	Describe oralmente y registra de forma muy restringida las observaciones realizadas y las propiedades físicas a trabajar.	Describe oralmente y registra algunas de las observaciones realizadas y las propiedades físicas a trabajar.	Describe oralmente y registra todas las observaciones realizadas y las propiedades físicas a trabajar.	
Clasificación	No se establece ningún tipo de clasificación de los objetos y materiales presentados.	Se clasifican algunos de los objetos y materiales presentados empleando criterios subjetivos.	Se clasifican algunos de los objetos y materiales presentados empleando criterios como la funcionalidad o la apariencia física.	Se clasifican los objetos y materiales presentados atendiendo a la propiedad física que les caracteriza.	
Medición	No conoce ni emplea el termómetro para realizar un registro cuantitativo de la temperatura.	Conoce, pero no emplea el termómetro para realizar un registro cuantitativo de la temperatura.	Conoce y emplea, aunque con ciertos errores, el termómetro para realizar un registro cuantitativo de la temperatura.	Conoce y emplea correctamente el termómetro para realizar un registro cuantitativo de la temperatura.	
Transformación de datos	No organiza de ningún modo los datos obtenidos.	Organiza únicamente algunos de los datos obtenidos.	Organiza la mayor parte de los datos obtenidos, aunque no emplea para ello la tabla.	Organiza adecuadamente todos los datos obtenidos, recurriendo al empleo de una tabla.	
Reconocimiento de semejanzas y diferencias	No reconoce ninguna semejanza ni diferencia entre	Reconoce una semejanza y una diferencia entre los objetos y	Reconoce algunas semejanzas y diferencias entre los objetos y	Reconoce todas las semejanzas y diferencias entre los objetos y	

	los objetos y materiales proporcionados.	materiales proporcionados.	materiales proporcionados.	materiales proporcionados.	
Identificación del problema	No sabe cuál es el problema a resolver planteado por la pregunta de la investigación.	Reconoce, aunque con grandes dificultades, el problema a resolver planteado por la pregunta de investigación.	Presenta ciertas dificultades para reconocer el problema a resolver inicialmente, aunque termina identificándolo.	Reconoce correctamente el problema a resolver planteado por la pregunta de investigación.	
Emisión de hipótesis	No emite ninguna hipótesis, ya que no sabe cuál es el problema a resolver.	Emite muy pocas hipótesis acerca del problema a resolver.	Emite bastantes hipótesis una vez identificado el problema a resolver.	Emite muchas hipótesis debido a la correcta identificación del problema a resolver.	
Diseño experimental	No identifica ninguna estrategia para resolver el problema planteado.	Identifica estrategias erróneas para resolver el problema planteado.	Identifica alguna estrategia correcta para resolver el problema planteado.	Identifica diversas estrategias correctas para resolver el problema planteado, organizando los pasos necesarios para ello.	
Conclusiones	No formula ninguna conclusión a raíz de los resultados hallados.	Formula conclusiones erróneas.	Formula alguna conclusión correcta a raíz de los resultados hallados.	Formula varias conclusiones correctas a raíz de los resultados hallados.	
Representación simbólica de la guitarra	No elabora ningún dibujo de la simulación de la guitarra.	Elabora un dibujo de la simulación de la guitarra, pero sin incluir los materiales proporcionados.	Elabora un dibujo de la simulación de la guitarra, olvidando algunos de los materiales proporcionados.	Elabora un dibujo de la simulación de la guitarra, incluyendo todos los materiales proporcionados.	
Emociones y actitudes	Los miembros no comunican sus ideas y emociones ni trabajan conjuntamente.	Algunos miembros comunican sus ideas y emociones y trabajan conjuntamente.	La mayor parte de los miembros comunica sus ideas y emociones y trabaja conjuntamente.	Todos los miembros comunican sus ideas y emociones y trabajan conjuntamente.	