



TRABAJO DE FIN DE GRADO

**Elaboración y aplicación de un instrumento de análisis
de secuencias de ciencias fundamentado en la IBSE**

Autor: Francisco Camero Balaguer

Tutor: Rafael López-Gay

Grado en Educación Primaria (PT)

Facultad de Ciencias de la Educación

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Curso Académico: 2018 / 2019

Almería, mayo de 2019

Resumen

Es una idea socialmente aceptada entre el colectivo docente que la IBSE (aprendizaje de las ciencias basado en la indagación) supone el uso de una metodología motivadora para los estudiantes de la que se obtienen, según múltiples estudios e investigaciones a las que haremos referencia a lo largo de los siguientes apartados, aprendizajes de mayor calidad y más significativos que en los entornos tradicionales. Es de vital importancia el papel activo del alumno/a, la capacidad de decisión a lo largo de la secuencia de enseñanza y la simulación del método científico. En este trabajo se ha elaborado un guion de análisis de secuencias, según la fundamentación previa basada en una revisión de documentos y propuestas relacionadas con la IBSE. A pesar de que los resultados no muestran la realidad de un aula de ciencias sí que podemos extraer de ellos conclusiones sobre la implementación de la IBSE en las propuestas didácticas. La intención es, tras este análisis, crear una serie de ítems que puedan evaluar si una secuencia de enseñanza y aprendizaje de contenidos concretos de ciencias presenta o no las principales características y fases de la IBSE. En este caso, hemos seleccionado el contenido de “los estados de la materia y los cambios de estado” para estudiar la metodología IBSE en once secuencias de enseñanza extraídas de diversas fuentes: libros de texto, propuestas didácticas y proyectos europeos. Los resultados extraídos concluyen que estas secuencias se alejan de las fases de la IBSE, sobre todo, en cuanto a la búsqueda de pruebas y la creación de modelos.

Palabras clave: IBSE, indagación, libros de texto, secuencias, modelización, ideas previas, evidencias y cambios de estado.

Abstract

It is a socially accepted idea among the teaching community that the IBSE (Inquiry Based Science Education) involves the use of a motivating methodology for the students which provides, according to multiple studies and investigations to which we will refer throughout the following sections, a meaningful learning with higher quality compared to the traditional environments. For this methodology, it is necessary that the student has an active role, being able to make decisions throughout the teaching sequences and to simulate the scientific method. A script of sequence analysis has been elaborated in this work, according to the previous foundation based on a review of documents and proposals related to the IBSE. Although the results do not show the reality of a science classroom,

we can draw conclusions about the implementation of the IBSE in the didactic proposals. The purpose of this analysis is to create a series of items that can evaluate whether a sequence of teaching and learning of concrete science contents presents or not the main characteristics and phases of IBSE. In this case, we have selected following content: "State of matter. Changes of state". The aim is to study the IBSE methodology in eleven teaching sequences drawn from different sources: textbooks, didactic proposals and European projects. With the obtained results, it can be concluded that these sequences are too far away from the phases of the IBSE, especially when it refers to searching for evidences and creating models.

Key words: ISBE, inquiry, textbooks, sequences, modeling, previous ideas, evidence and changes of state.

Introducción

Tanto los niños como los adultos, cuando nos enfrentamos a una situación desconocida, intentamos determinar lo que está sucediendo y predecir lo que sucederá después. Reflexionamos sobre el mundo que nos rodea mediante la observación, recopilación, montaje y síntesis de información. Desarrollamos y usamos instrumentos para medir, así como para analizar información y crear modelos. Comprobamos una y otra vez lo que pensamos que sucederá y comparamos los resultados con lo que ya sabíamos. Podemos cambiar nuestras ideas sobre la base de lo que aprendemos. Se trata de indagación y modelización. Además, estos términos interrelacionados que son intrínsecos al comportamiento de los niños/as pueden ser entendidos como una forma de enseñanza, no solo una manera de enfocar secuencias de actividades.

La mayoría de autores que hablan sobre indagación y/o modelización, comparten la característica de mantener el papel activo del alumnado de tal manera que las actividades sean planteadas para que este resuelva algún problema concreto y, en su proceso para resolverlo, estará aprendiendo ciencias. Además, muchos autores como Cañal, Criado, García-Carmona y Muñoz (2013) defienden que esta metodología daría lugar a alejar las concepciones repetitivas, fragmentadas y memorísticas, más propias de enfoques tradicionales donde los libros de texto conforman el principal material didáctico.

Según el estudio *Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de la indagación* (Radu Bogdan Toma, Ileana María

Greca, Jesús Ángel Meneses-Villagrà, 2017), autores como Cañal (2000), Greca (2016), Murphy, Neil y Beggs (2007), Porlán, Martín, Rivero, Harres, Azcàrate y Pizzato (2010) “muestran que, en general, los maestros tienen puntos de vista de y sobre las ciencias a menudo incompatibles con las concepciones que aparecen en la investigación y en las propuestas de reforma: un conocimiento científico fragmentado, superficial y poco sòlido, tanto conceptual como procedimental y una concepción empírico-inductivista de la naturaleza de la ciencia, que les lleva a enseñar ciencias en primaria mayoritariamente de forma tradicional, con el libro de texto como principal recurso.” (p.242)

El análisis de propuestas de enseñanza de las ciencias está muy extendido entre los profesores, sin embargo, en muchas ocasiones presentan limitaciones y tienen que tomar decisiones para cambiar la metodología y en consecuencia, la mayoría de estos casos no obedece al enfoque de enseñanza de las ciencias basado en la indagación y modelización. Los principales motivos suelen ser falta de tiempo para ajustar los temarios al calendario escolar y, por otro lado, falta en la formación de los docentes. Aunque los posibles diferentes análisis de propuestas no describen lo que finalmente sucede dentro de un aula, sí que supone un acercamiento realista a la enseñanza de ciencias a través de una recopilación de información sobre en qué medida las propuestas de enseñanza recogen aportaciones de la IBSE.

Por estos motivos, resulta de vital importancia para el docente saber analizar y valorar textos y/o secuencias de enseñanza de las ciencias de manera fundamentada. En este caso se relacionará con este presente trabajo en cuanto a la hora de tratar de analizar secuencias, la mayor parte extraídas de libros de texto, en lo que supondrá la creación de un instrumento de análisis de secuencias de un contenido concreto de ciencias, en este caso, sobre la materia y sus cambios de estado. La pretensión de esta revisión de secuencias será la de responder a la siguiente pregunta: ¿Están diseñadas las secuencias de enseñanza para explicar los cambios de estado en estudiantes de Educación Primaria e Infantil desde la metodología IBSE? Para responder esta cuestión vamos a partir de los siguientes objetivos: construir un guion de análisis fundamentado y aplicarlo a secuencias, sobre la materia y los cambios de estado, extraídas de diferentes fuentes

Para alcanzar el objetivo y poder dar respuesta a la pregunta que hemos planteado, será necesario realizar una fundamentación didáctica desde el conocimiento de la DCE (Didáctica de las Ciencias Experimentales) donde: nos aproximemos al concepto de

IBSE, hablemos de la indagación y su relación con la modelización, justifiquemos la importancia de esta metodología y queden visibles las características para una adecuada enseñanza de las ciencias. Después, por tanto, tendremos que diseñar un guion de análisis, aplicarlo y extraer los resultados que concluyan los objetivos del trabajo, así como ofrezcan una respuesta a la pregunta planteada. De acuerdo con todo ello, este trabajo se organiza en torno al siguiente índice:

Índice

1. Fundamentación didáctica.....	5
1.1. Aproximación conceptual a la IBSE	5
1.2. Justificación de la importancia de la IBSE.....	7
1.3. Características y estructura del diseño de secuencias de enseñanza IBSE.....	9
2. Análisis de secuencias.....	11
2.1. Elaboración de un guion para analizar secuencias.	11
2.2. Creación de guion con preguntas abiertas.....	11
2.3. Selección de secuencias de enseñanza.	12
2.4. Aplicación del guion con preguntas abiertas.....	13
2.4.1. Sobre el comienzo del tema o apartado.....	13
2.4.2. Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes.....	14
2.4.3. Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas.....	15
2.4.4. Sobre los modelos y grandes ideas.....	17
3. Elaboración y aplicación de un instrumento de análisis con ítems cerrados.....	18
4. Conclusiones	21
5. Referencias bibliográficas	24
6. Anexos.....	27
6.1. Secuencias didácticas analizadas.	27
6.2. Guiones de preguntas abiertas.....	51
6.3. Tabla de ítems cerrados.....	76

1. Fundamentación didáctica.

1.1. Aproximación conceptual a la IBSE

La IBSE se trata de aquel tipo de enseñanza que se encuentra en la esfera científica de la indagación, cercana a las actividades empíricas. Se basa en planificar y realizar diseños experimentales que resuelvan preguntas, las cuales motivan dicha investigación.

Se realizan una serie de operaciones para llevar a cabo la indagación, tales como: observar, formular preguntas, emitir hipótesis, diseñar experimentos, así como experimentar, manipular, investigar, explorar, interpretar información y recoger datos. (Bargiela, Puig & Blanco, 2018)

Indagación y modelización pueden ser consideradas como extremos de un intervalo abierto donde se encuentra la actividad científica. La parte más cercana a la indagación llevaría al menos, a la construcción de modelos empíricos que describen patrones o regularidades inferidas de los datos, aunque se trate de una visión muy limitada de la modelización (Koponen, 2007; Hernández, Couso & Pintó, 2014). En el otro extremo, la parte del intervalo más cercana a la modelización llevaría al menos a la consideración de algunas pruebas del tipo de los llamados experimentos mentales. Fuera de ese intervalo, la indagación quedaría reducida a una secuencia de tareas mecánicas (Bevins & Price, 2016) y la modelización a un constructo teórico sin capacidad real para explicar el mundo, ambos ajenos a la actividad científica.

La indagación del mundo natural toma una amplia variedad de formas. Puede ir desde un niño que pregunta cómo es posible que las hormigas vivan bajo tierra hasta la búsqueda de nuevas partículas atómicas por grupos de físicos. El énfasis en la indagación nos lleva a pensar sobre lo que sabemos, por qué lo sabemos y cómo hemos llegado a saberlo. Además de entender la enseñanza de las ciencias basada en la indagación como aquella que, si se realiza de forma efectiva, facilita en gran medida la comprensión, el Proyecto Fibonacci (2010) afirma que dado que los alumnos cuando se enfrentan a conocimientos nuevos intentan asociarlos a experiencias cognitivas anteriores, la enseñanza basada en la indagación consistirá en realizar una predicción (basada en experiencias cognitivas previas) que puede ser comprobada.

Según los National Science Education Standards (1996; p. 23), los estándares afirman que la indagación en educación es una actividad polifacética que implica hacer

observaciones; plantear preguntas; examinar libros y otras fuentes de información para ver lo que ya se sabe; planificar investigaciones; revisar lo que ya se sabe a la luz de las pruebas experimentales; usar instrumentos para obtener, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones; y comunicar los resultados. La indagación exige la identificación de supuestos, el uso del pensamiento crítico y lógico, y considerar explicaciones alternativas.

Según Davis & Bell (2004, p. 4), “la indagación es el proceso intencional de identificación de problemas, evaluación y análisis de experimentos y búsqueda de alternativas, planificación de investigaciones, investigación sobre hipótesis, búsqueda de información, construcción de modelos, debate entre compañeros y construcción de argumentos coherentes” (citado por European Commission, 2007, p. 10).

La modelización es cercana al mundo de las ideas y las actividades mentales, se trata del proceso de creación, revisión y uso de modelos de una forma dinámica y creativa para explicar o predecir un fenómeno natural. Implica operaciones como explicar fenómenos naturales, representar entidades o fenómenos mediante dibujos, maquetas, etc... (Bargiela, Puig & Blanco, 2018).

Tal y como describe el National Research Council (2012) y teniendo en cuenta los componentes que propone para entender la indagación, usar la metodología IBSE no se trata de encontrar procesos que lleven hasta a los estudiantes desarrollar destrezas propias para indagar, sino que también precisan de conceptos científicos tales como leyes, teorías o modelos. Según Schauble, Glaser, Duschl, Schulze y John (1995), si atendemos a los modelos, excepto a propuestas muy concretas, estos se encuentran olvidados a la hora de diseñar secuencias de enseñanza de las ciencias en Educación Primaria.

Es ingenuo pensar que pueda existir la indagación en exclusiva pues siempre incluye un modelo que selecciona lo que considera relevante de un fenómeno, del que nacen las hipótesis o en el que tienen consecuencias los resultados de la indagación (Martínez-Chico, López-Gay & Jiménez-Liso, 2014a). Por todo ello, a partir de ahora con cada vez que use el término “indagación” estaré incluyendo también por tanto el concepto de modelización.

1.2. Justificación de la importancia de la IBSE

“Todas las personas, a lo largo de nuestra vida, dentro y fuera de la escuela, elaboramos y compartimos conocimientos sobre el mundo que nos rodea. Esos conocimientos cumplen una función: ayudarnos a desenvolvernos en nuestro entorno, dotarlo de sentido a nuestros ojos y realizar predicciones útiles; además, tales conocimientos dirigen nuestra atención hacia determinados aspectos de nuestro alrededor y no hacia otros, actúan a modo de “gafas” de nuestros sentidos y pensamientos. Estos conocimientos funcionales, poco estructurados y generalmente implícitos en nuestra mente, son llamados concepciones pues constituyen una concepción del mundo físico.” (López-Gay, Rafael.”DCE I: Concepciones de los estudiantes”. 2º Grado Maestro/a Ed. Primaria. Universidad de Almería. 23-10-2016.)

Las funciones de las concepciones son amplias: nos ayudan a desenvolvernos en nuestro entorno, dotarlo de sentido a nuestros ojos, realizar predicciones útiles, dirigir nuestra atención hacia determinados aspectos de nuestro alrededor y no hacia nosotros. Pueden actuar de “gafas” de nuestros sentidos y pensamientos. Por ello, distinguimos pueden distinguirse las concepciones y los conocimientos puntuales. Las concepciones personales no coinciden con las científicas, son denominadas “**concepciones alternativas**” y suelen dar respuesta a las preguntas que constituyen “errores conceptuales” (Carrascosa, 2005).

Según la visión constructivista del aprendizaje las concepciones personales no son obstáculos ni elementos pasivos, sino un instrumento para procesar la información del exterior. Aprender ciencias consiste en interaccionar la nueva información con los esquemas previos con el objetivo de modificarlos, mediante la construcción de significados y esa relación de la información de forma sustancial y no arbitraria, es decir, al pie de la letra, con lo que hay en la mente. Novar (1988), quien habla de los mapas conceptuales en de esta manera estaremos alcanzando un aprendizaje significativo.

¿Por qué las CA (concepciones alternativas) no coinciden con las concepciones científicas? Podemos atender a diferentes criterios para construirlas y darlas por válidas, por lo que podemos analizar las diferencias entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico según los siguientes parámetros que se reflejan en la *Tabla 1*.

Tabla 1:

Diferencias entre el conocimiento científico y cotidiano.

	Conocimiento científico	Conocimiento cotidiano
Finalidad	Respuesta particular a situación	Elaborar sistema coherente que explique mundo físico (aplicación general)
Destinatario	Individuo que lo usa o grupo reducido.	Colectivo, trabajo en equipo, discusión pública
Precisión en la expresión	No importa que las ideas/términos sean ambiguas	Conceptos y leyes con significado preciso
Aspectos en los que se centra	Basado en la percepción, rasgos llamativos o evidentes	Propiedades abstractas no directamente observables
Carácter confirmatorio/hipotético	Solo características que confirman su (verificacionismo)	Ideas = hipótesis confirmada-rechazada pruebas (pensamiento divergente/creatividad)

Fuente (López-Gay, Rafael.”DCE I: concepciones de los estudiantes”. 2º Grado Maestro/a Ed. Primaria. Universidad de Almería. 23-10-2016.)

De este análisis podemos concluir y justificar la necesidad de que se lleven a cabo, en la enseñanza de las ciencias, formas de construir y validar propias de ciencia (prácticas científicas), de manera que el conocimiento construido pueda acercarse más al conocimiento científico. El enfoque adoptado por el National Research Council (2012) desarrolla un marco para los Estándares de Educación en Ciencias en el que se propone un enfoque integrado para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en tres dimensiones: prácticas científicas, conceptos transversales e ideas básicas de las disciplinas. De esta manera se garantiza que los alumnos y alumnas adquieran un aprendizaje de carácter significativo.

La finalidad de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación no es simplemente que los alumnos/as aprendan palabras como “hipótesis” o “inferencia” o que memoricen los procedimientos o pasos del “método científico”. Los alumnos deben experimentar de una manera directa la indagación para conseguir una profunda comprensión de sus características, pero la experiencia por sí misma no es suficiente. El papel del docente debe ser también el de llevar a los estudiantes a esa reflexión sobre las características del proceso del que ellos mismos se encuentran inmersos y del que son protagonistas. Sin embargo, los docentes no deben limitarse a cuestionarios iniciales, sino a situaciones cercanas con las que justifiquen ideas personales. Se trata de realizar una doble interacción entre en los esquemas previos y los de los compañeros/as.

A pesar de que el análisis de secuencias no describe lo que realmente sucede en las aulas, sí que supone un acercamiento a una enseñanza realista, en este caso, de las ciencias. Tal y como hemos mencionado anteriormente, los docentes presentan dificultades como la falta de tiempo o la formación, pero estos análisis nos pueden facilitar información sobre en qué medidas las secuencias o propuestas de enseñanza se ajustan al enfoque y la metodología de la IBSE. Además, cabe destacar que este análisis nos permitirá identificar carencias y virtudes de las diferentes propuestas que pueden ser el punto de partida para diseñar otras nuevas.

1.3. Características y estructura del diseño de secuencias de enseñanza IBSE

En consonancia con el anterior apartado, un diseño de enseñanza de las ciencias basado en la indagación debe facilitar reconocer concepciones, discutir las, utilizarlas para explicar o hacer predicciones contrastables, buscar pruebas que apoyen o refuten sus ideas, analizar los resultados y extraer conclusiones.

Las características esenciales de la indagación en el aula son (Cap.2 Indagación en los NSES: National Science Education Standards):

1. Los que aprenden están comprometidos con la orientación científica.
2. Los que aprenden dan prioridad a las pruebas, que les llevan a desarrollar y evaluar explicaciones para abordar preguntas de orientación científica.
3. Los que aprenden formulan explicaciones a partir de las pruebas para enfrentarse con preguntas de orientación científica.
4. Los que aprenden evalúan sus explicaciones a la luz de explicaciones alternativas, en particular las que reflejan comprensión científica.
5. Los que aprenden comunican y justifican las explicaciones que proponen.

Los componentes o fases comunes compartidos por los modelos de instrucción son los siguientes:

- Fase 1: Los estudiantes se comprometen con preguntas científicas, sucesos o fenómenos. Esto conecta con lo que ellos ya saben, crea disonancia con sus propias ideas, y/o les motiva para aprender más.
- Fase 2: Los estudiantes exploran ideas pensadas en experiencias manipulativas, formulan y comprueban hipótesis, resuelven problemas, y crean explicaciones para lo que ellos observan.
- Fase 3: Los estudiantes analizan e interpretan datos, sintetizan sus ideas, construyen modelos, y clarifican conceptos y explicaciones con los profesores y otras fuentes de conocimiento científico.
- Fase 4: Los estudiantes extienden su nueva comprensión y habilidades y aplican lo que ellos han aprendido a nuevas situaciones.
- Fase 5: Los estudiantes, con sus profesores, revisan y evalúan lo que han aprendido y cómo lo han aprendido.

Existen diferentes maneras de interpretar una metodología IBSE, el National Research Council (2012) propone los siguientes elementos:

- Los problemas o situaciones que serán objeto de estudio deben tener un interés científico que sirva como nexo para que los alumnos conecten estas ideas con sus conocimientos previos.
- La manipulación debe de estar presente a la hora de realizar comprobaciones para verificar o no la hipótesis, de tal manera que supongan solucionar problemas reales y generar pruebas que sirvan como argumentos para explicar el fenómeno que se está estudiando.
- Es importante que los alumnos puedan hacer ciencia, tendrán que construir modelos, ampliar conocimientos que se pueden utilizar en otras situaciones y que sirvan para realizar predicciones.
- Se debe llevar a cabo al final un proceso de retroalimentación, en el que los estudiantes y el docente evalúen y revisen lo que han aprendido y cómo han llegado hasta ello.

En resumen, podemos decir que una propuesta de enseñanza por indagación, consta de los siguientes apartados: pregunta inicial; formulación de hipótesis; búsqueda de pruebas para verificar la hipótesis; análisis de las pruebas y extracción de conclusiones.

2. Análisis de secuencias.

2.1. Elaboración de un guion para analizar secuencias.

En procedimiento que se ha llevado a cabo hasta diseñar un guion de ítems cerrados está caracterizado por diversas modificaciones y revisiones, siempre teniendo en cuenta la fundamentación y justificación didáctica. En un primer lugar, hemos tratado de realizar un guion con preguntas abiertas, pero surgía la dificultad de identificar algunas características en las secuencias y por lo tanto, no se esclarecía lo que señalar en las respuestas. Entonces, decidimos recorrer un camino más largo hasta llegar al guion operativo de ítems, de tal manera que diseñamos un guion intermedio, con preguntas abiertas como el primero, pero que no daban lugar a dudas a la hora de encontrar esas características en las secuencias, aunque cabe destacar que muchas de estas cuestiones coincidían.

2.2. Creación de guion con preguntas abiertas.

El guion que definitivamente utilizamos para analizar las diferentes secuencias consta de doce cuestiones, algunas de ellas con una doble pregunta, divididas en cuatro bloques: sobre el comienzo del tema o apartado, sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes, sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas y sobre los modelos y las grandes ideas.

GUION DE ANÁLISIS DE SECUENCIAS

1. Sobre el comienzo del tema o apartado:

- 1.1. ¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?
- 1.2. ¿Cuál es la función de esa pregunta en el resto de la enseñanza?

2. Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

- 2.1. ¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?
- 2.2. ¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

3. Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas:

- 3.1. ¿Existen oportunidades para que los estudiantes diseñen la búsqueda de pruebas?, ¿qué oportunidades?

- 3.2. ¿Existen oportunidades para que los estudiantes evalúen diseños para la búsqueda de pruebas?, ¿qué oportunidades?
- 3.3. ¿Se obtienen resultados concretos? ¿cuál es su origen: medidas, observaciones, búsqueda de información...?
- 3.4. ¿Existen oportunidades explícitas para transformar resultados en pruebas (argumentación)?, ¿qué oportunidades?

4. Sobre los modelos y grandes ideas:

- 4.1. ¿Se construyen modelos para explicar “algo”? ¿ese “algo” que es: fenómeno, resultados, conclusiones, etc.?
- 4.2. ¿Se evalúan esos modelos?, ¿qué fenómenos se pretende explicar o predecir?
- 4.3. ¿Se usan esos modelos sin finalidad de evaluarlos?, ¿para qué se usan?
- 4.4. ¿Cuál es el contenido del modelo o modelos, o de las grandes ideas, que se pretende que aprendan los estudiantes?

2.3. Selección de secuencias de enseñanza.

En lugar de analizar libros de texto completos o secuencias de una misma fuente que abarquen bloques de contenidos, hemos decidido centrarnos en un tópico elegido que incluye modelos e ideas importantes de la ciencia. El contenido seleccionado ha sido los cambios de estado de agregación de la materia.

Una vez que elegimos el fenómeno de estudio, seleccionamos las diferentes secuencias que serán analizadas con el instrumento creado. Esta selección de secuencias ha sido realizada a partir de tres tipos de fuentes:

1. Libros de texto, lo que supone la mayor parte del material de análisis, en torno al 70%.
2. Propuestas didácticas: de profesorado o de grupos de investigación universitarios.
3. Proyectos Europeos.

Todas las secuencias extraídas de propuestas didácticas, proyectos europeos y libros se incluirán en el apartado de *Anexos.6.1*, además, las referentes a los libros de texto, quedarán también reflejadas en el apartado Referencias *Bibliográficas*.

2.4. Aplicación del guion con preguntas abiertas.

Una vez hemos aplicado el guion de análisis con preguntas abiertas a las once secuencias seleccionadas, podemos extraer los datos generales dividiéndolos en los cuatro bloques de cuestiones: sobre el comienzo del tema o apartado, sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes, sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas y sobre los modelos o las grandes ideas. Todos los guiones realizados quedarán visibles en el apartado de *Anexos.6.2.*, incluyendo explicaciones de cada apartado, así como las partes literales de las secuencias que son de interés para el análisis.

2.4.1. Sobre el comienzo del tema o apartado

Casi la totalidad de secuencias analizadas cuentan con una pregunta inicial o la introducción de una problemática de la que derivan una serie de cuestiones con diferentes objetivos. Sin embargo, la gran mayoría de estos “planteamientos iniciales” y las correspondientes respuestas de los alumnos/as no tienen la función de organizar la secuencia, ser el hilo conductor de la unidad o llegar a objetivos tales como la búsqueda de pruebas o la construcción de modelos.

Un considerable número de secuencias plantean estas cuestiones a partir de representaciones gráficas de situaciones cotidianas, tales como: fotografías, dibujos, viñetas de cómic, paisajes, etc. Predominan aquellas escenas veraniegas donde el sol es protagonista y casusa efectos como derretimiento de helados, evaporación del agua, etc. Además, hay secuencias que utilizan el ciclo del agua para explicar los cambios de estado y parten de este proceso para mostrar que una sustancia, en este caso, el agua, puede estar en los tres estados (S-L-G).

Algunas de las preguntas iniciales coinciden en el objetivo de que el alumnado reconozca la temperatura como agente principal de un cambio de estado, la mayoría de veces se ejemplifica con un aumento de la temperatura y con el cambio de estado de fusión. Otras secuencias priorizan la utilidad de estas cuestiones en diferenciar entre cambio físico y cambio químico, dejando así claro que cuando se produce un cambio de estado, no cambian los componentes de la materia. Para ello, se suelen comparar con ejemplos como la combustión o la dilatación. Siguiendo esta misma idea, hay otras que tratan de dejar claro, desde el principio, que “el agua”, “el hielo” y “el vapor” son la misma sustancia (agua) que se puede encontrar en los tres estados, algo que en muchas ocasiones es difícil conseguir que sea reconocido por los estudiantes.

La mayoría de situaciones iniciales que tienen que resolver los escolares simplemente tienen como objetivo que el docente conozca los conocimientos previos de los que parten, siendo muy habitual que aparezcan dibujos o imágenes de diferentes sustancias teniendo que clasificarlas según su estado. Además, en muchas de ellas se requiere que se aporte una explicación de las características de estos estados, para tratar de acercarse a conceptos como el volumen o la forma que luego puedan ayudarles a construir un modelo.

Cabe destacar que hay una fuerte correlación entre las secuencias analizadas de libros de texto y la inexistencia de planteamientos iniciales que sirvan como hilo conductor en el resto de la unidad, siendo todos los ejemplos que utilizan las cuestiones iniciales para guiar el resto de la secuencia de particulares (maestros/as y grupos universitarios de investigación, etc.). En este sentido, podríamos afirmar que los libros de texto no suelen cumplir con los requisitos de una secuencia IBSE en cuanto al objetivo o sentido de la pregunta de la que se parte.

En resumen, prácticamente todas las secuencias cuentan con una pregunta inicial e introductoria del tema, algunas derivadas de imágenes y otras no, pero que en cualquiera de los casos, la mayoría de veces, estas cuestiones no están conectadas con el resto de la secuencia, ni van a guiar a los estudiantes hasta el proceso de diseñar una búsqueda de pruebas o crear un modelo.

2.4.2. Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes.

Podemos afirmar que prácticamente todas las secuencias tienen preguntas, actividades, textos reflexivos, planteamientos de situaciones, etc., mediante los cuales se facilite la oportunidad a los alumnos/as de expresar sus ideas sobre los contenidos que se van a trabajar. Muchas de las secuencias analizadas contienen ejercicios donde se muestran una serie de materias y sustancias que deben de clasificarse según los tres estados de la materia. Sin embargo, otras tantas tratan de sacar a la luz las ideas previas y en cierta medida, las concepciones del alumnado en referencia a los fenómenos que engloban la temática, en este caso, de los cambios de estado.

Es muy común localizar cuestiones o planteamientos donde los estudiantes puedan expresar sus ideas al comienzo de la unidad o después de la introducción, en un recuadro o apartado que suele estar titulado con frases que denotan el objetivo de “expresar ideas”, tales como: “Descubre lo que sabes”, “Opina”, “¿Qué sabías ya?”, “Conocimientos y experiencias previas”, etc. Además, algunas preguntas dirigidas al alumnado suelen

aparecer inmediatamente después de fotografías o imágenes que han introducido la unidad y por supuesto, basadas en aquellas situaciones representadas que protagonicen algún cambio de estado.

La gran mayoría de estos planteamientos para que los alumnos/as expongan o expresen sus ideas previas tienen un objetivo que no va más allá de conocer qué piensan los escolares o cuánto saben acerca de la materia, de hecho, muchos de ellos se encuentran presentados a modo de test. Algunos simplemente están destinados a que los propios alumnos/as se autoevalúen. Hay una pequeña minoría que plantea estas cuestiones u oportunidades de expresión de ideas desde una perspectiva donde se inducirá a realizar predicciones que motiven la búsqueda de pruebas, comprobarlas y extraer conclusiones.

Las pocas secuencias que tratan de enlazar la expresión de ideas con la búsqueda de pruebas y extracción de conclusiones son aquellas que no pertenecen a libros de texto, coincidiendo con el apartado “1. Sobre el comienzo del tema o apartado”. Además, algunas secuencias incluso recogen las opiniones de cada niño/a y les dotan un trato de “hipótesis”, fomentando que se busquen pruebas para verificar o no cada una de estas opiniones o ideas expresadas. Independientemente del objetivo de las ideas expresadas por parte de los alumnos en las diferentes secuencias, la mayoría coinciden en que son planteadas desde situaciones visibles en la vida cotidiana y, aunque en menor medida, desde la intención de reconocer el agua en sus tres estados como una misma sustancia que no cambia su composición.

Como curiosidad cabe destacar que las pocas secuencias en la que no he detectado que sugieran la expresión de ideas por parte del alumnado han sido de libros de texto pertenecientes a cursos del tercer ciclo de Educación Primaria. Por el contrario, en todos los libros del primer ciclo son indispensables la expresión de ideas por parte de los niños o niñas, aunque la mayoría, sin mayor trascendencia en la secuencia.

2.4.3. Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas.

Generalmente, podríamos decir que no hay oportunidades para que los estudiantes diseñen o evalúen la búsqueda de pruebas, ni para obtener resultados o argumentos. Es decir, cuando trabajan los contenidos teóricos y se realizan actividades de comprensión, se da por válida la información que aparece en el libro o que dice el profesor, sin dar lugar a obtener pruebas o trabajar datos cuantitativos. A diferencia de los anteriores apartados, en la búsqueda de pruebas no hay una clara tendencia a la correlación con secuencias de

particulares, fuera de libros de texto, dado que se dan aproximadamente el mismo número de secuencias de libros de texto y propuestas didácticas.

A grandes rasgos, la editorial Santillana es la única con la que no hemos detectado búsqueda de pruebas o análisis de resultados en ninguna de las unidades, a pesar de ser la editorial con la que mayor número de secuencias hemos analizado, de las comunidades autónomas de Murcia y Andalucía. En las demás editoriales analizadas se encuentra un equilibrio entre la obtención y el diseño de pruebas, pero con una evidente tendencia hacia la ausencia de estas. Las secuencias diseñadas por la editorial SM destinadas al primer ciclo no cuentan con ningún ápice de diseño de búsqueda, pruebas u obtención de datos.

En algunos casos, hay secuencias que a pesar de no inducir al diseño de búsqueda de pruebas, proponen una actividad cuyo objetivo es que los alumnos/as extraigan datos, generalmente cuantitativos, que pueden convertirse en argumentos. Lo mismo sucede con la evaluación del diseño, a veces, hay que darlo por válido, siendo facilitado por el libro o el propio docente. Es frecuente que algunas secuencias orienten el diseño de búsqueda de pruebas para verificar las respuestas de los estudiantes a cuestiones planteadas por el docente o visibles en los libros de texto.

Es más que evidente, que para trabajar los cambios de estado, hay una clara tendencia a crear y desarrollar secuencias de enseñanza donde no se diseñe ni evalúe la búsqueda de pruebas, utilizando diseños de búsqueda de pruebas ya prefijados y explicitados por los libros. Para hablar con datos totalmente significativos, podemos aclarar que no ha habido una sola secuencia, de todas las que han sido analizadas, que cumpliera las cuatro características que teníamos en cuenta dentro de la búsqueda de pruebas (diseño, evaluación, obtención de resultados concretos y transformación en pruebas o argumentación).

Por otro lado, las secuencias que dan la posibilidad a que los alumnos/as lleven a cabo una búsqueda de pruebas, suelen ser motivadas por observaciones o experimentos, utilizando siempre como materia el agua. También cabe destacar, que en muchas ocasiones, las actividades propias para buscar pruebas y extraer datos, suelen presentarse en forma de talleres, ejercicios de ampliación o externos a la unidad, donde por supuesto, no se tiene la obligación de ser realizados y quedan a la elección o importancia que les quiera dar el docente. Habitualmente incluso aparecen solo en el “libro del profesor” y

son presentados como un experimento, algo que le da ese carácter optativo a la hora de considerar las actividades.

2.4.4. Sobre los modelos y grandes ideas.

Hay una amplia variedad de combinaciones respecto al tratamiento de la modelización en estas once secuencias analizadas. La mayor parte utiliza modelos para explicar qué es un cambio de estado, sin embargo, unas parten de modelos establecidos y facilitados por el libro o el docente y otras, tratan de construir ese modelo aunque, en la mayoría de veces, sin evaluarlo. Podemos decir que a excepción de un solo caso, no hay ninguna secuencia que fomente o permita la evaluación del modelo que se utiliza para explicar los cambios de estado.

Nuevamente, la editorial Santillana es la que presenta un mayor déficit a la hora de que los alumnos/as modelicen. En otras editoriales o fuentes documentales, se puede apreciar que además de llevar a cabo un proceso de modelización, también se trata que los estudiantes generalicen, cuando tratan de comprobar o deducir si los cambios que estamos observando en el agua, suceden también en otras sustancias. La construcción de modelos suele girar en torno a la explicación de que la materia no cambia su composición cuando sufre un cambio de estado, sino que sigue siendo exactamente la misma. Se intenta explicar que los cambios de estado son cambios físicos y que se producen debido de un aumento o disminución de la temperatura. De esto también se deduce que depende de lo brusco que sea este cambio de temperatura, el cambio de estado sucederá con más o menos rapidez.

Hay un claro ejemplo en una unidad perteneciente a uno de los libros de texto analizados, donde se trata de dejar claro que el agua, a pesar de poder presentarse en tres estados, se trata de la misma sustancia. En el comienzo del tema aparece una imagen de una patinadora deslizándose sobre el hielo, y entonces se formula una pregunta: ¿es posible caminar sobre el agua? Es inevitable reconocer que a prácticamente cualquier persona, en un primer momento, quizás de manera precipitada, se le ocurre responder con un rotundo “no”, sin embargo, evidentemente, tal y como demuestra el ejemplo gráfico, es posible siempre que el agua se encuentre en estado sólido. Esto supone un argumento de peso para defender que la mayoría de las personas identifican el agua líquida, el hielo y el vapor, como una sustancia diferente y por lo tanto, es importante señalar y aclarar el concepto de “cambio físico”. Un número reducido de secuencias, sin embargo, sí que

tiene en cuenta esta apreciación y utiliza términos como “agua líquida”, “vapor de agua” o “agua en estado sólido”.

Son muy pocas las secuencias que construyen el modelo de partículas o modelo cinético-molecular de la materia para explicar los fenómenos que suponen los diferentes cambios de estado. Sin embargo, las propuestas didácticas que conllevan a la construcción de modelos, utilizan muy buenos materiales para desarrollarlo y explicar el comportamiento de las partículas en los diferentes estados. En algunas, incluso con algunas aplicaciones informáticas, se permite modificar parámetros como la temperatura o la distancia a un punto de calor en una escena animada que simula una mesa de un laboratorio científico.

En algunas secuencias los propios estudiantes son quienes proponen una serie de modelos, dibujando ellos mismos cómo se disponen las moléculas o partículas en una sustancia en los tres diferentes estados. De esta manera aunque luego no utilicen ninguno de esos modelos, sí que puede haber alguno que se acerque en gran medida. A pesar de ello, se consigue en reducidas secuencias explicar los cambios de agregación de la materia y que no existe modificación en la estructura interna de las moléculas cuando esto sucede.

La más clara carencia se encuentra en cuanto a la evaluación de los modelos que se construyen o se usan. Por ejemplo cuando hablamos de la construcción del modelo de partículas o modelo cinético-molecular de la materia, para explicar los cambios de agregación de la materia que ha sido usado por algunas secuencias, no encontramos ni un solo ápice en alguna de ellas que permita que los alumnos y alumnas evalúen el modelo. En este sentido, podemos afirmar que en las secuencias donde existe “modelización”, cuando se utiliza un modelo, nunca hay indicaciones en los libros de texto, ni en las propuestas que hemos analizado de que se debe comprobar ese modelo, realizar predicciones, etc.

3. Elaboración y aplicación de un instrumento de análisis con ítems cerrados.

Una vez hemos obtenido los resultados del guion de análisis tras analizar todas las secuencias, vamos a tratar de crear un instrumento para analizar secuencias de enseñanza de las ciencias y, en cierta medida, valorar si están diseñadas a partir del enfoque de la metodología IBSE. Estos ítems se presentarán en una tabla, que por motivos de formato y espacio, ubicaremos *Anexos.6.3*. Son los siguientes:

1. ¿Se plantea una pregunta o problema?
2. ¿Se proponen a partir de un dibujo, viñeta, fotografía, etc.?
3. ¿Sirven como hilo conductor de la secuencia?
4. ¿Tratan de que los estudiantes expongan sus ideas previas, se aclaren conceptos o que el docente conozca cuanto saben sobre los contenidos que se van a trabajar?
5. ¿Existen otras oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?
6. ¿Tienen el objetivo de que el docente conozca las ideas previas del estudiante, comprobar si reconoce materias en diferentes estados, los procesos de cambio de estado, etc.?
7. ¿Son usadas estas ideas para realizar predicciones que motiven la búsqueda de pruebas, comprobarlas y extraer conclusiones?
8. ¿Existen oportunidades para que los estudiantes diseñen la búsqueda de pruebas?
9. ¿Existen oportunidades para que los estudiantes evalúen diseños para la búsqueda de pruebas?
10. ¿Se obtienen resultados concretos originados por medidas, observaciones, búsqueda de información...?
11. ¿Existen oportunidades explícitas para transformar resultados en pruebas o argumentos?
12. ¿Sólo sirve la secuencia para explicar un caso concreto (por ejemplo: los cambios de estado en el agua)?
13. ¿Se construyen modelos para explicar “algo”?
14. ¿Se evalúan esos modelos?
15. ¿Se usan esos modelos sin finalidad de evaluarlos?

A pesar de que los resultados no admitan otra conclusión que la necesidad de crear secuencias de IBSE, podemos distinguir que fases o características suelen ser aplicados con mayor frecuencia o de cuáles se suele prescindir a la hora de crear secuencias de enseñanza y aprendizaje. El análisis de los datos reflejados en la tabla, en general, no deja

lugar a dudas en cuanto a la intención de partir una situación concreta y real, bien respondiendo preguntas, observando escenas, dibujos, viñetas, etc. Sin embargo, el principal problema es que estos planteamientos y las posibles respuestas que los alumnos/as dan, no conectan con el resto de la secuencia y/o no inciden en la búsqueda de pruebas o la obtención de resultados, es decir, no inducen al niño o la niña a desarrollar una hipótesis donde queden plasmadas esas explicaciones. Los datos muestran que de las secuencias analizadas, el 80% cuentan con una cuestión o problema inicial y a su vez, de estas, tan solo el 25% están formuladas con la intención de que las respuestas de los alumnos/as sirvan de hilo conductor para llegar hasta la búsqueda de pruebas y la obtención de resultados.

Cabe destacar la diferencia entre un planteamiento inicial que formule cuestiones o trate una problemática y la intención de que los estudiantes expongan sus ideas, puesto que, en el segundo de los casos, suponen más del 90% de las secuencias analizadas. La mayoría de secuencias contiene, de manera repetida, preguntas o actividades que tratan de que los alumnos/as saquen a relucir de manera explícita sus ideas, sin embargo, tal y como ocurre con las cuestiones iniciales, no tienen más trascendencia que la de que conocer, de forma inmediata, la veracidad de esas respuestas, es decir, sin llevar a cabo una búsqueda de pruebas u obtener resultados concretos.

No podemos decir lo mismo cuando hablamos del diseño o evaluación de búsqueda de pruebas, donde sí que existe una fuerte correlación negativa entre las unidades propias de los libros de texto que abarcan los cambios de estado y la intención de que los estudiantes obtengan resultados a través de la experimentación, tanto propia como en base a prácticas ya realizadas, que puedan ser convertidos posteriormente en pruebas o argumentos. Esta tendencia se pronuncia con mayor intensidad si atendemos a la evaluación y/o creación propia, por parte del alumnado, del diseño de búsqueda de pruebas, en los libros de texto analizados. En cuanto a las demás secuencias o propuestas didácticas, fuera de los libros de texto, se produce una fuerte correlación positiva en cuanto a la creación o el diseño de búsqueda de pruebas, donde en muy pocos casos es evaluada.

Si atendemos a la modelización, de nuevo la situación vuelve a ser bien distinta, pues si analizamos todas las secuencias desde una visión global, en torno al 50% construyen un modelo para explicar los cambios de estado en la materia en general o en el agua. Sin embargo, cabe destacar que casi la totalidad de esta utilización de modelos viene dada

por construcciones ya prefijadas y que por supuesto, no son evaluadas. Son muchas las secuencias que tratan de realizar predicciones, aunque algunas se alejen del fenómeno que es objeto de estudio.

En cuanto al hecho de generalizar los cambios de estado en otras sustancias diferentes al agua, cabe destacar que la tendencia es clara, pues una gran parte de las secuencias analizadas solo utilizan la sustancia del agua para explicar cómo esta puede presentarse en los tres diferentes estados (sólido, líquido y gas) en nuestro planeta. Esto sucede en torno al 70% de las unidades y propuestas examinadas, con mayor visibilidad en las referentes al primer y segundo ciclo de Educación Primaria. Además, esta carencia puede suponer un problema mucho mayor si le sumamos que hay editoriales que tratan el agua en diferentes estados como diferentes materias o sustancias, incluso se califica como “transformaciones” cuando sufre un cambio de estado. La aplicación del término “transformar” no necesariamente tiene que dar lugar a confusión, pues si analizamos su etimología no se refiere más que a un cambio en la forma, sin embargo, sumado a que muchas veces se utiliza el término “agua” para referirse a dicha sustancia solo en estado líquido, hace que en muchas ocasiones los estudiantes entiendan “el hielo”, “el vapor” y “el agua” como tres sustancias con diferentes componentes.

4. Conclusiones

En este trabajo se ha considerado la IBSE desde las características que describe Couso (2014): se organiza en entornos de investigación de tipo práctico; el alumnado tiene un papel más activo que en entornos tradicionales y el docente actúa de guía; la actitud y motivación de los estudiantes son importantes, además pueden gozar de autonomía y capacidad de decisión; los alumnos pueden obtener o utilizar datos y simular la metodología científica. La plantilla de análisis que ha sido creada tiene en cuenta todos estos fundamentos y, la pretensión de la que partimos, siempre ha sido la de servir como instrumento de análisis para valorar si una secuencia de ciencias puede considerarse diseñada a partir del enfoque de la metodología IBSE o no.

Tras analizar los resultados obtenidos en la revisión de las once secuencias de enseñanza y aprendizaje del contenido: “La materia y los cambios de estado”, las primeras grandes conclusiones que se pueden obtener giran en torno a que las secuencias no están diseñadas por completo para llevar a cabo las diferentes fases de una propuesta IBSE: identificar problemas o cuestiones que puedan confirmarse o no mediante pruebas, emitir hipótesis

justificadas como posibles respuestas al problema o cuestión, buscar pruebas que confirmen o refuten la hipótesis, analizar e interpretar resultados y extraer conclusiones (Martínez-Chico, 2013). Es evidente que prácticamente cualquier secuencia de enseñanza de las ciencias va a contener apartados o fases propias de la IBSE, sin embargo, resulta una tarea realmente difícil encontrar una propuesta didáctica, tanto en libros de texto, como en trabajos de investigación o en proyectos, que respete y lleve a cabo las bases de este tipo de enseñanza o al menos, aquellas ideas en las que coinciden, según Couso (2014), todas las interpretaciones de la IBSE: llevar al aula la autenticidad de la metodología científica y, por otro lado, involucrar y motivar al alumnado.

Es una idea prácticamente socialmente aceptada entre los docentes, la de que los libros de texto secuencian y trabajan los contenidos desde una metodología más tradicional, entendiendo esta desde la perspectiva pedagógica que prima la memorización y reproducción de contenidos, sin tener en cuenta las concepciones de los estudiantes. En otras palabras, los libros de texto suelen relacionarse de una forma directa con una visión de aprendizaje ingenua, e incluso, en muchas ocasiones, simplista. Sin embargo, la mayoría de secuencias analizadas que han sido extraídas de libros de texto cuentan y parten de las ideas previas o concepciones del alumnado, que a pesar de no tener por ello la necesidad de adquirir un carácter significativo en el aprendizaje, sí que utilizan esos esquemas previos para construir o modificar el conocimiento. Por lo tanto, en las secuencias que hemos analizado de las diferentes editoriales, tal y como afirma Coll (1989), no se lleva a cabo un aprendizaje repetitivo y memorístico, pues la nueva información se relaciona con los esquemas previos.

No sólo el tratamiento de los diferentes cambios estados solo en el agua puede dar lugar a confusión en los estudiantes, pues hay otros conceptos como el “punto de fusión” que pueden crear que los alumnos/as adquieran conocimientos erróneos. Suele ser habitual pensar que cuando el agua en estado líquido es sometida a temperaturas inferiores a los 0°C se encuentra necesariamente en estado sólido, sin embargo, es totalmente falso. Tal y como publicaba el portal online informativo *NCYT (Noticias de la Ciencia y la Tecnología)* en 2016: “el agua puede encontrarse a temperaturas bajo cero”. Según han publicado investigadores/as de la Universidad de Alcalá en *SpringerPlus*, si se establecen unos niveles concretos de humedad, hasta cierto decremento de la temperatura, no pasaría el agua líquida a estado sólido. Además, según afirmó el SINC (Servicio de Información

y Noticias Científicas) a final del año 2011 en base a un estudio publicado por *Nature*: “El agua puede permanecer en estado líquido hasta los $-48,33\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”. Esto es explicado y avalado por estudios de un grupo de científicos de la Universidad de Utah, quienes observaron “un cambio de estructura intermedio, entre el agua líquida y sólida, caracterizada por la disposición de las moléculas en tetraedros”.

Podemos concluir reconociendo la necesidad de que la IBSE esté presente en las secuencias de enseñanza de contenidos concretos como en este caso, el de los cambios de estado. Teniendo en cuenta las once secuencias analizadas, hay una clara tendencia a la exposición de ideas por parte de los estudiantes pero sin la utilización de estas como punto de partida o hilo conductor para el resto de la secuencia. Además, son bastante pobres a la hora de fomentar la utilización de modelos para explicar el fenómeno de los cambios de estado y en menor medida, que los escolares lleven a cabo el diseño de búsqueda de pruebas o simplemente extraigan datos que sirvan como argumentos. Por último, cabe destacar que además de explicarse sólo en la sustancia del agua, muchas veces pueden inducir a conceptos o conocimientos erróneos como puede ser que cuando la materia cambia de estado también lo hace su composición o que en temperaturas por debajo de 0°C no podemos encontrar sustancias en estado líquido.

En cualquier caso, a pesar de que en muchas ocasiones hay factores dentro de las aulas que impiden o no facilitan la metodología basada en el enfoque de la IBSE, se deben de diseñar propuestas didácticas que impliquen al alumnado, además de utilizar sus conocimientos previos como punto de partida, a partir de ellos para buscar pruebas y diseñar un modelo. Aún queda mucho camino por recorrer en la DCE y las ciencias en general para implantar de una manera significativa la metodología IBSE en las aulas de nuestro país, sin embargo, esperemos haber aportado nuestro “grano de arena”.

5. Referencias bibliográficas

Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J. M., Perales-Palacios, F. J. *La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española*. Revista de Educación, 381. Julio-Septiembre 2018, pp. 259-284.

Archanco, M. (2015). *Ciencias de la naturaleza, 4 Primaria, Región de Murcia*. Edelvives, pp.94-108.

Bevins, S. and Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), pp.17-29.

Cañal, P., Criado, A., García, A. and Muñoz, G. (2013). La enseñanza relativa al medio en las aulas españolas de Educación Infantil y Primaria: concepciones didácticas y práctica docente. *Revista Investigación en la Escuela*, 81, pp.21-42.

Carrascosa, J. (2017). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 2(3), pp. 388-402. Recuperado a partir de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3904>

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 2(2), 183-208. doi: 10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2005.v2.i2.06

Castro, E. (2015). *Diseño y aplicación de un cuestionario para el análisis del contenido de secuencias de enseñanza IBSE*. TFM. Universidad de Almería.

COLL, C. (1989). Diseño Curricular Base y Proyectos Curriculares. *Cuadernos de Pedagogía*. 168, pp. 8-14.

Couso, D. (2014). [De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica](#). Conferència Inaugural. XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva (España)

Francisco Camero Balaguer (2019) Elaboración y aplicación de un instrumento de análisis de secuencias de ciencias fundamentado en la IBSE

Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A., Criado, A. M., (2017) Aprendiendo sobre los cambios de estado en educación infantil mediante secuencias de pregunta–predicción–comprobación experimental. *Enseñanza de las Ciencias*, 35.3, pp. 175-193.

De la Calle, C. (2004). *Flotación. Experiencias en el Aula. Magnetismo*. [online] Csicenlaescuela.csic.es, pp.5-7 Available at: <http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/flotacion/experiencias/web/a2.htm>

Expósito, M. (2014). *Savia, Ciencias de la Naturaleza, 5 Educación Primaria*. Madrid: Ediciones SM, pp.58-66.

Garín, M., Hernández, E., López, S., Navarro, A., De Matías, T., Cid, A. and Martín, I. 2015. Madrid: Ediciones SM, pp.87-98.

Grence, T. (2015). *Ciencias de la naturaleza, 2º Primaria*. Tres Cantos, Madrid: Santillana, pp.104-108.

Grence, T. (2015). *Ciencias de la naturaleza, 3º Primaria*. Tres Cantos, Madrid: Santillana, pp.118-125, 131-132.

Grence, T. (2015). *Ciencias de la naturaleza, 6º Primaria*. Tres Cantos, Madrid: Santillana, pp.112-125.

Gómez Gil, R., Valbuena Pradillo, R. and Brotons Vitoria, J. (2009). *Conocimiento del medio, 6º Primaria*. Madrid: Anaya.1

Hernández, M., Couso, D. and Pintó, R. (2014). Analyzing Students' Learning Progressions Throughout a Teaching Sequence on Acoustic Properties of Materials with a Model-Based Inquiry Approach. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), pp.356-377

López-Gay, Rafael. "DCE I: concepciones de los estudiantes". 2º Grado Maestro/a Ed. Primaria. Universidad de Almería. 23-10-2016.)

López-Gay, Rafael. "Didáctica de las Ciencias Experimentales I". Universidad de Almería. Almería. 23 oct. 2016.

Martínez-Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R., & Jiménez-Liso, M. (2014). La indagación en las propuestas de formación inicial de maestros: análisis de entrevistas a formadores de DCE. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3).doi: 10.5565/rev/ensciencias.1376

Francisco Camero Balaguer (2019) Elaboración y aplicación de un instrumento de análisis de secuencias de ciencias fundamentado en la IBSE

Martínez Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R., & Jiménez Liso, M. (2014). ¿Es posible diseñar un programa formativo para enseñar ciencias por Indagación basada en Modelos en la formación inicial de maestros? Fundamentos, exigencias y aplicación. *Didáctica De Las Ciencias Experimentales Y Sociales*, 0(28). doi: 10.7203/dces.28.3153

Martínez Chico, M. (2014). Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza. *Enseñanza De Las Ciencias*, 32(2). doi: 10.5565/rev/ensciencias.1393

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2019). *Conocimiento del Medio: Cambios de estado de la materia*, pp.3-13.

Mosquera Bargiela, I., Puig, B., & Blanco Anaya, P. (2018). Las prácticas científicas en^[1]_{SEP} infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 7-23. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2311>

National Academy of Sciences. (1995). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.

Sabando, M., Maldonado, K., Acevedo (2017). Una propuesta didáctica basada en la indagación científica para la enseñanza de las ciencias ecológicas. *Diálogos Educativos*, 18(33), pp.24-27.

Solé-Llussà, A., Coiduras, J., Ibáñez, M. and Aguilar, D. (2019). Análisis de la indagación científica a partir de las comunicaciones realizadas en congresos de ciencias dirigidas a alumnos de Educación Infantil y Primaria. Universitat de Lleida, pp.1104-1107.

Soria, A. (2015). *Ciencias de la naturaleza 4º de Primaria*. Madrid: SM, pp.84-96.

Toma, R., Greca, I. and Meneses-Villagrà, J. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar UDIs usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14(2), pp.442-457.

6. Anexos.

6.1. Secuencias didácticas analizadas.

- Libro de texto de la editorial Anaya (6º de Primaria).



El calor y los cambios de estado

A menudo habrás visto cómo se derrite un helado o un trozo de mantequilla. Y es posible que alguna vez hayas metido agua en el congelador, para obtener hielo.

Al calentar o al enfriar suficientemente los cuerpos se producen **cambios en su estado**. El agua líquida, por ejemplo, se puede calentar hasta que pasa a estado gaseoso. Igualmente, el agua líquida se puede enfriar hasta que pasa a estado sólido.

Lo mismo ocurre con otras sustancias. Por ejemplo, si calentamos suficientemente un trozo de hierro, éste puede llegar a pasar a estado líquido. Y si enfriamos suficientemente el aire, éste puede pasar a estado líquido.

Estos cambios de estado reciben varios nombres:

- La **fusión** es el paso de sólido a líquido; la **evaporación** es el paso de líquido a gas. Estos cambios de estado se producen al calentar lo suficiente un sólido o un líquido, respectivamente.
- La **licuación** es el paso de gas a líquido; la **solidificación** es el paso de líquido a sólido. Estos cambios de estado se producen al enfriar lo suficiente un gas o un líquido, respectivamente.

El calor es la causa de los cambios de estado que se producen en la materia.

FUSIÓN

EVAPORACIÓN

SOLIDIFICACIÓN

LICUACIÓN

1. Escribe tres sustancias que encuentras habitualmente en estado líquido. ¿Qué sucedería si se enfriaran mucho? ¿Cómo se llama este proceso? ¿Qué ocurriría si los tres líquidos se calentaran mucho? ¿Cómo se llama este cambio de estado?
2. El agua es una sustancia que se puede encontrar en nuestro planeta en los tres estados. ¿Dónde se encuentra agua en estado sólido? ¿Y en estado líquido? ¿Y en estado gaseoso?

- Libro de texto de la editorial SM (1º de Primaria).

5 ¡Cuántos materiales!

Hablamos y descubrimos

1. ¿Qué hacen los niños? ¿Con qué materiales fabrica Nora su maceta?
2. Busca y encuentra. Escribe el nombre de un material de color blanco que es suave y además es muy ligero.
3. Rodea los sonidos que se escuchan.
4. ¿Qué objeto ha roto Rasi? Pega.
5. ¿Cómo crees que se siente Rasi? Escribe.
6. ¿En qué cubo tiene que tirar Pedro el envase? ¿Crees que es importante reciclar?

¡Que importante es... comprar sólo lo necesario!

Tarea final
Al acabar la unidad, aprendidos a crear tus propios objetos sin tener que comprarlos.

Conozco los materiales

¿Cuántos materiales se necesitan para fabricar una chaqueta?

1. ¿De dónde proceden estos materiales? Rodea.

animal vegetal mineral

madera seda carbón lana

petróleo algodón oro

2. Lee y completa.

corcho gasolina papel plástico

• De los árboles se obtienen materiales como el papel y el plástico.

• Del petróleo se obtienen materiales como el corcho y la gasolinera.

¿Cómo son estos materiales? Marca.

vidrio rojo transparente
 frágil flexible

plastilina moldeable duro
 áspero suave

goma flexible rojo
 transparente duro

3. Adivina adivinanza. Escribe los números.

1) madera 2) algodón 3) plástico

En camisetas y pantalones me encontrarás, pero también tus heridas podré limpiar.

Del árbol salí, en estantería me convertí y, si miras en el lápiz, verás una parte de mí.

Bolsas, juguetes y botones seré porque muchas formas y muchos colores puedo tener.

Los materiales pueden ser de origen animal, vegetal o mineral. Según las características de cada material podemos fabricar unos objetos u otros.

Los materiales cambian

El helado se derrite por el calor.

1. Observa y completa.

hielo → agua líquida → vapor

El hielo se transforma en _____ y después en _____ cuando aumenta el calor.

2. ¿Qué ocurre en estas escenas? Colorea la opción correcta.

1) Los juguetes han cambiado de color por el sol / la lluvia.

2) A Nora le hacen daño las sandalias porque sus pies se han hinchado por el calor / el frío.

Me aprietan las sandalias.

3. ¿Qué ha pasado en cada caso? Pega y completa.

agua seca sol bicicleta

La ropa mojada se _____ por el calor del _____.

La _____ se oxida por el _____ y el aire.

4. Observa las escenas y marca los cambios que se han producido.

Los materiales cambian de tamaño, color y estado por el efecto del calor. Otros objetos se oxidan por el agua y el aire.

La energía

1 Rodea los objetos que necesitan energía para funcionar.

2 ¿De dónde obtenemos la energía? Repasa y escribe.

viento petróleo carbón agua sol

vegetación

3 ¿Qué consecuencias puede tener la obtención de energía? Escribe.

Al producir energía a partir del viento se puede dañar a los _____

La producción de energía a partir del agua afecta a los _____

Producir energía al quemar el carbón contamina el _____

4 ¿En qué escenas se respeta la naturaleza? Dibuja 😊 o ☹️

Obtenemos energía del sol, el viento y el agua, y de algunos materiales que conseguimos de la tierra como la vegetación, el petróleo y el carbón.

La regla de las 3R

1 ¿Quién ayuda a cuidar el medioambiente? Marca.

2 ¿Dónde se deben tirar estos objetos para reciclarlos? Escribe.

caja periódico tarro botella lata envase

Podemos ayudar al medioambiente si seguimos la **regla de las 3R**: reducir, reutilizar y reciclar.

Leo y pienso

¿De qué estoy hecho?

1 Observa los objetos y escribe una característica de cada uno.

botella: _____ balón: _____

muñeco: _____ silla: _____

2 ¿Crees que se parecen estos objetos? Sí No

3 Ahora, lee.

Hace muchos años, John Wesley Hyatt participó en un concurso que consistía en fabricar bolas de billar con un nuevo material que sustituyera al marfil. Aunque no ganó el concurso, a partir de su idea se creó el plástico. El plástico fue un gran invento porque es sencillo de moldear. Con él se pueden hacer casi todo tipo de objetos.

4 Fíjate de nuevo en los objetos de las imágenes y piensa de qué material están fabricados. Escribe lo que tienen en común.

5 Antes de que existiera el plástico, ¿con qué crees que se fabricaban algunos de estos objetos? Comenta con tus compañeros.

Completa.

Obtenemos energía del

Dibuja un objeto que te guste y marca sus características.

frágil
 duro
 flexible

transparente
 suave
 moldeable

Mi objeto es _____

¿Qué objeto es? Escribe las palabras exprimidor y armario donde corresponde.

- El _____ es de madera y no necesita energía para funcionar.
- El _____ es de plástico y necesita energía para funcionar.

Observa lo que ha ocurrido y escribe una oración que lo explique.

¿Qué se debe tirar en cada contenedor? Tacha el intruso.

Ponte a prueba

Roberto y Maya han investigado sobre la utilidad de diferentes materiales. Han escogido la madera, la lana, el metal y el plástico. Quieren descubrir cinco cosas fabricadas con cada uno de ellos.

• Observa a tu alrededor y ayúdalos a completar la tabla.

MADERA	LANA	METAL	PLÁSTICO
mesa barandilla	jersey gorro	tenedor radiador	muñeca pelota

• ¿De qué material no podría estar hecho un vaso? Escribe y explica por qué.

Imagina que en una fábrica les falta un material. ¿Por cuál lo sustituirías?

No hay cuero para el balón. Lo haría de _____

No hay lana para el jersey. Lo haría de _____

Tarea final

Creo mis objetos

Nora ha descubierto una manera de crear objetos nuevos sin comprarlos. ¡Crearlos ella misma! Además de ser muy divertido, ayuda a cuidar la naturaleza. ¿Queréis hacer una maceta igual que la de Nora?

Traemos de casa latas de atún que ya estén gastadas y pinzas de la ropa. ¿Habéis tirado la tapa de lata al contenedor amarillo para reciclarla?

1 Colocamos las pinzas en la lata, una al lado de la otra hasta cubrirla por completo. Para decorar la maceta, podemos pintarla o pegar un montón de materiales (papeles, botones, cáscaras de frutos secos...). Así, reutilizamos.

2 Ya tenemos una maceta nueva sin necesidad de comprarla. Esta es una forma de reducir las compras y el gasto de materiales.

3 Por grupos, hacemos una lista de objetos que podemos crear a partir de materiales ya usados y hablamos de las ventajas de la regla de las 3R. Después, dibuja qué objeto te gustaría hacer y escribe una ventaja.

- Libro de texto de la editorial SM (4º de Primaria).

5 La materia y las máquinas

Máquinas divertidas

Rubén le ha contado un secreto a Paula: por su cumpleaños va a ir al parque de atracciones. Los parques de atracciones son geniales. ¡Están llenos de máquinas divertidas! La noria, que es como una rueda enorme, la montaña rusa con sus coches y terribles cuestas, el trenecito que recorre el parque echando humo...

Muchas de estas máquinas están hechas de acero para que sean más resistentes, pero tienen partes de plástico, lo que les da suavidad y comodidad.

Tanta gente visita estos parques que debemos ser cuidadosos y recoger toda la basura que se genera: bolsas de patatas, cajas de *pizza*, botellas, papeles... Si no, ¡vaya desastre!



Hablamos


1. ¿Qué máquinas menciona el texto que hay en un parque de atracciones?
2. Observa la imagen. Escribe los nombres de tres objetos que sean de metal y de otros tres que sean de plástico.
3. Indica en qué contenedor de los que aparecen en la imagen depositarías estos restos.

botella de plástico caja de cartón
 mapa del parque envase de zumo

3 Los cambios en la materia

Quique y su abuelo encendieron la chimenea. Al día siguiente, la madera que usaron ¡había desaparecido! En su lugar solo quedaba ceniza. ¿Qué había pasado con los troncos?

La madera no había desaparecido, sino que se había transformado en otras sustancias: ceniza, humo y gases.



Cambios físicos

Los cambios tras los cuales la composición de la materia no varía se denominan **cambios físicos**.

Los cambios físicos se pueden producir:

- Por **cambios en la temperatura**, que dan lugar a **cambios de estado**. Así, la materia puede sufrir transformaciones entre los estados sólido, líquido y gaseoso, según reciba calor o se enfríe.
- Por **aplicación de fuerzas**, que pueden provocar **cambios en su movimiento** o en su **forma**.

smSaviodigital.com
PRACTICA Reconoce los cambios en la materia.



La **solidificación** es el paso de estado líquido a sólido.

La **condensación** es el paso de estado gaseoso a líquido.

La **vaporización** es el paso de estado líquido a gaseoso.

La **fusión** es el paso de estado sólido a líquido.

Podemos **deformar** o **romper** la materia si aplicamos una fuerza sobre ella.

Organiza tus ideas

La materia

- tiene: Propiedades (Generales, Específicas)
- puede ser: Sustancia pura, Mezclas
- experimenta: Cambios (Físicos, Químicos)
- forma: Materiales (se usan en Máquinas)
 - Máquinas se clasifican según el número de piezas en: Simples, Compuestas

Trabaja con el esquema

- Copia el esquema y añade el nombre de las propiedades generales y las propiedades específicas de la materia.
- Copia y completa el texto. Después añade las palabras en tu esquema.

Existen dos tipos de mezclas: las **homogéneas**, en las que se distinguen las sustancias que lo forman, y las **heterogéneas**, en las que no se distinguen. Las mezclas se pueden separar por distintos métodos: **filtración**, **decantación** y **destilación**.
- Añade en tu esquema la clasificación de las máquinas según el tipo de energía que usan. Y coloca cada una de estas máquinas en el lugar que les corresponda.

avión, televisión, monopatín
- ¿Cuáles de estas imágenes elegirías para ilustrar las máquinas simples?

a. Lavadora, b. Tijeras, c. Smartphone
- Coloca las siguientes imágenes en tu esquema, según se trate de un cambio físico o químico.

a. Taza con vapor, b. Fuego, c. Robot
- Fíjate en la máquina del esquema: ¿es simple o compuesta? Indica los componentes que la forman.

¿Cómo averiguamos el volumen de un cuerpo?

Voy a averiguar el volumen del submarino que me han regalado. Usaré únicamente agua en un vaso medidor de líquidos.

300 mL → 350 mL

Primero, echo agua en el vaso medidor hasta que marque 300 mL. Después, meto el submarino en el recipiente y observo hasta dónde asciende el agua.

- El volumen del objeto es la diferencia entre el volumen inicial y el final. ¿Cuál es el volumen del submarino?
- ¿Podemos utilizar este método para medir el volumen de un juguete que absorbe el agua? Razona tu respuesta.

Tarea final Secretos evaporados

Has aprendido en la unidad cómo separar una mezcla. Aprovecha estos conocimientos para escribir mensajes secretos.

- En un recipiente, mezclad dos cucharadas de sal con dos de agua. Removed hasta que la sal se disuelva por completo.
- Mojad un pincel en esta mezcla y escribid cada uno un mensaje secreto. Esperad a que se evapore el agua y veréis que desaparece el mensaje.
- Frotad despacio con un lápiz de punta blanda las partes escritas. El mensaje aparecerá gracias al relieve de la sal que ha quedado en el papel tras evaporarse el agua.
- Escribid el mensaje secreto e indicad qué tipo de mezcla es la tinta secreta y qué método de separación habéis empleado.

smSaviadigital.com
VALORA LO APRENDIDO. ¿Cómo has trabajado en esta tarea?

- Libro de texto de la editorial SM (5° de Primaria).

4 La materia y los materiales

En busca de la piedra filosofal

En la Antigüedad, muchas personas creían en la existencia de una materia asombrosa capaz de convertir el hierro en oro: la llamada piedra filosofal. Pensaban que era tan mágica que, además, proporcionaba grandes poderes a la persona que la poseía, como el de la vida eterna.

Durante siglos, existieron unas personas, los alquimistas, que se dedicaron a experimentar para encontrarla. Por supuesto, no consiguieron su objetivo porque lo que pretendían era imposible. Pero, gracias a su búsqueda, se amplió enormemente el conocimiento sobre la materia y los materiales.



Hablamos

- ¿Qué poderes se decía que tenía la piedra filosofal? ¿Cómo se llamaba a las personas que experimentaban para encontrarla?
- El alquimista de la imagen está mezclando distintas sustancias. ¿Qué mezclas puedes preparar tú con estos ingredientes?

leche	cacao	agua
zumos de limón	azúcar	
- Observa la imagen. ¿Qué instrumento utilizarías para pesar 100 gramos de azúcar? ¿Y para medir 1 litro de agua?

2 Los cambios de la materia

¿Podrías coger una nube con tus manos? ¿Y un zapato o el agua de la piscina? Todos estos elementos son materia, pero cada uno de ellos se encuentra en un estado distinto.

Los estados de la materia

La materia puede encontrarse en tres estados: **sólido**, **líquido** y **gaseoso**.

- La materia en **estado sólido** tiene una forma fija. También es fijo su volumen, es decir, el espacio que ocupa.
- La materia en **estado líquido** no tiene una forma fija, es decir, se adapta a la forma del recipiente que la contiene. En cambio su volumen es fijo.
- La materia en **estado gaseoso** no tiene una forma propia. Tampoco su volumen es fijo, ya que tiende a salir del recipiente que la contiene y a ocupar todo el espacio.

La bicicleta y el casco están en estado sólido.

El agua de la lluvia y de la botella está en estado líquido.



El aire de las ruedas está en estado gaseoso.

La materia cambia

Cuando partimos un trozo de pan, su aspecto cambia pero la composición sigue siendo la misma. Estos cambios, en los que la composición de la materia no varía, se llaman **cambios físicos**.

Existe otro tipo de cambios, llamados **cambios químicos**, en los que la materia se transforma, es decir, su composición cambia y surgen sustancias nuevas. Es lo que ocurre, por ejemplo, cuando arde la madera que se transforma en humo, gases y cenizas.



cambio físico



cambio químico

Los cambios de estado

Cuando calentamos un cubito de hielo, el agua pasa de estado sólido a estado líquido. Si lo seguimos calentando, llega un momento en el que el agua pasa de estado líquido a estado gaseoso. Aunque el aspecto del agua *varía*, su composición sigue siendo la misma, por eso los **cambios de estado** son cambios físicos.

- Los cambios de estado que se producen cuando calentamos la materia se llaman **fusión y vaporización**.
- Los cambios de estado que se producen cuando enfriamos la materia se llaman **condensación y solidificación**.

Actividades

1. Elige las palabras que describen el estado líquido.

Forma: fija / variable


Volumen: fijo / variable

2. ¿Qué cambios de estado se producen al calentar la materia? ¿Y al enfriarla?

Observa y comprende Los cambios de estado


Al calentar →

sólido → líquido




Fusión: Es el paso de estado sólido a estado líquido.

líquido → gaseoso




Vaporización: Es el paso de estado líquido a estado gaseoso.

sólido ← líquido



Solidificación: Es el paso de estado líquido a estado sólido.

gaseoso ← líquido



Condensación: Es el paso de estado gaseoso a estado líquido.

← Al enfriar


La materia puede encontrarse en estado **sólido, líquido o gaseoso**. Al calentarla y al enfriarla, la materia puede cambiar de estado.

sm5avio digital.com
JUEGA Y APRENDE Juega con los cambios de estado del agua


Así se construye la ciencia

¿Cómo recogemos los datos de un experimento?

1 PASO Preparamos el montaje del experimento para comprobar qué ocurre cuando un líquido se calienta.




Ponemos la misma cantidad de agua en dos vasos.



Colocamos un vaso al sol y el otro lo protegemos con un libro.

2 PASO Apuntamos los resultados de nuestro experimento.



Medimos el nivel del agua de los vasos durante dos semanas y tomamos nota.

Día 1
Vaso A: 8 cm
Vaso B: 8 cm


Día 7
Vaso A: 6 cm
Vaso B: 7 cm

Día 14
Vaso A: 4 cm
Vaso B: 6 cm

3 PASO Organizamos los datos en una tabla. Después, los analizamos y, por último, sacamos conclusiones.

	Día 1	Día 7	Día 14
Vaso A	8 cm	6 cm	4 cm
Vaso B	8 cm	7 cm	6 cm

Análisis: al nivel del agua del vaso "A" ha bajado más.



Conclusión: al calentarse, el agua se ha evaporado.

Razono

1. ¿Por qué casi no varía el nivel del agua en el vaso protegido del sol?

Pongo en práctica

2. Realiza la misma experiencia pesando los vasos en una balanza

35

- Escuela Infantil Los Gorriones: Proyecto El Agua (3 años).

ESCRIBIMOS UNA NOTA (A NUESTRA MANERA) A LOS PAPÁS Y A LAS MAMÁS PARA BUSCAR INFORMACIÓN SOBRE EL AGUA Y APORTAR TODO TIPO DE MATERIALES.
ENSEGUIDA LLENAMOS EL AULA DE LIBROS, CUENTOS, CDS, EMBUDOS, COLADORES Y TODO TIPO DE COSAS QUE NOS IBAN A SERVIR PARA JUGAR E INVESTIGAR. MONTAMOS EL RINCÓN DE EXPERIMENTOS Y DE INFORMACIÓN.



ESTOS DOS RINCONES NOS VAN A AYUDAR A LO LARGO DE ESTE PROYECTO A IR RESOLVIENDO TODAS LAS DUDAS QUE NOS VAYAN SURGIENDO.



NOS GUSTABA SENTARNOS EN EL RINCÓN DE INFORMACIÓN Y MIRAR Y LEER NUESTROS LIBROS, EN OCASIONES HEMOS RECURRIDO A ELLOS PARA SOLUCIONAR LOS PEQUEÑOS PROBLEMAS QUE NOS SURGÍAN.



TODOS LOS MESES DESDE ENERO HEMOS VISITADO LA BIBLIOTECA DEL BARRIO, APROVECHANDO PARA SACAR LIBROS QUE NO TENÍAMOS EN LA CLASE.
HEMOS VISTO DOCUMENTALES EN LA TELE SOBRE EL AGUA, QUE LUEGO HEMOS RECORDADO Y DISCUTIDO EN LA ASAMBLEA.
¡AH! Y TAMBIÉN HEMOS RECURRIDO EN OCASIONES A INTERNET, TOMANDO EL DESPACHO PARA BUSCAR DATOS Y DIBUJOS QUE NO ENCONTRÁBAMOS EN LOS LIBROS.



MADRID AMANECIÓ NEVADO, LLEGAMOS AL COLE EMOCIONADOS:

YO: ¿QUÉ HA PASADO, POR QUÉ ESTÁ TODO BLANCO?
 SOFÍA: QUE HA NEVADO.
 RAQUEL: YO HE VISTO MUCHA NIEVE.
 MAHDI: HE COGIDO LA NIEVE CUANDO VENÍA AL COLE Y ESTABA FRÍA.
 DAMARIS: MI PAPA DICE QUE LE CAYÓ NIEVE EN CUENCA.
 LIDIA: HAY MUCHOS COPIITOS BLANCOS.
 ADRIÁN: ES QUE LA NIEVE ES BLANCA.

ESTEFANÍA: EMOCIONADA NOS CUENTA QUE TAMBIÉN LA HA COGIDO CON LAS MANOS.
 YO: ¿QUÉ PASARÍA SI COGEMOS NIEVE EN UN RECIPIENTE Y LO DEJAMOS EN LA CLASE HASTA DESPUÉS DE COMER?
 PEDRO Y RAQUEL: QUE SE HACE AGUA.
 SILVIA: SE DESHACE.
 MAHDI: SE HACE YOGUR.
 SOFÍA: SE HACE HIELO.



NOS PUSIMOS MANOS A LA OBRA, ELABORAMOS UN CARTEL DONDE CRISTINA FUE ESCRIBIENDO LO QUE HABÍA SALIDO, CADA UNO DE NOSOTROS COLOCAMOS UN GOMET EN EL SITIO QUE ELEGÍAMOS, CONTAMOS CON AYUDA DE LA BANDA NUMÉRICA LAS HIPÓTESIS QUE HABÍAMOS PROPUESTO Y ANOTAMOS LOS NÚMEROS.



SALIMOS AL PATIO A COGER NIEVE, LLENAMOS UN RECIPIENTE, LO DEJAMOS EN LA CLASE Y NOS FUIMOS A JUGAR A TIRARNOS BOLAS, TERMINAMOS EMPAPADOS, PERO NOS SIRVIÓ PARA APRENDER QUE LA NIEVE MOJA.

A LA VUELTA COMPROBAMOS EN LA ASAMBLEA CON ASOMBRO NUESTRAS HIPÓTESIS. COMENZÁBAMOS CON NUESTRO OBJETIVO "CONVERTIRNOS EN CIENTÍFICOS Y CIENTÍFICAS DE VERDAD", HACIENDO EXPERIMENTOS COMO LO HACEN LOS MAYORES.




FUIMOS VIENDO UNA A UNA, DESCARTANDO LAS QUE NO NOS SERVÍAN, DESCUBRIENDO Y APRENDIENDO QUE "LA NIEVE SE DESHACE Y SE CONVIERTE EN AGUA".



COLOCAMOS EL PANEL EN EL RINCÓN DE EXPERIMENTOS PARA QUE NO SE NOS OLVIDARA Y CONSULTARLO SIEMPRE QUE QUISIÉRAMOS.

LA NIEVE			
COGEMOS NIEVE DEL PATIO Y LA DEJAMOS EN LA CLASE DURANTE 3 HORAS. ¿QUÉ PASA?			
		SI	NO
SE CONVIERTE EN AGUA	5	5	
SE DESHACE	2	2	
SE CONVIERTE EN HIELO	5		5
SE CONVIERTE EN YOGUR	2		2

- Proyecto Europeo (INTEF, MECD): Conocimiento del medio (Ciclo 3º de Educación Primaria)



Ilustración. Presentación.

La materia puede estar en tres estados diferentes: sólido, líquido y gaseoso. Para distinguirlos, Carmen y Antonio van con sus padres a conocer el parque nacional de Timanfaya y sus famosos geiseres, lugares donde el agua pasa al estado gaseoso prácticamente al instante. ¿Queréis verlo?

En esta unidad se trabajarán las siguientes actividades:

- ▶ **Actividad 1:** Conceptos.
- ▶ **Actividad 2:** Experimentando.
- ▶ **Actividad 3:** ¡Lo grabamos!
- ▶ **Actividad final.**



Practicemos juntos: Conceptos

Carmen y Antonio preparan unos helados en casa, para ello, sus padres ponen el zumo de frutas en el congelador. En tres horas el zumo pasará de líquido a sólido y podrán disfrutar de sus helados fresquitos y dulces. Mientras esperan la transformación, Carmen y Antonio se plantean muchas preguntas relacionadas con el cambio de la materia, sus estados, etc. ¿Quieres ayudarles?

Presta atención a la pizarra digital. Tu docente mostrará una serie de enlaces para trabajar los conceptos básicos de la materia, sus propiedades, el volumen, la masa y sus estados de agregación:

- ▶ La materia I.
- ▶ La materia II.
- ▶ Estados de la materia.

¿Te ha parecido interesante? Junto con el resto de la clase responde a las siguientes preguntas:

- ▶ ¿Cuáles son las propiedades fundamentales de la materia?
- ▶ ¿Conoces los niveles de agregación de la materia?
- ▶ ¿Qué características tienen los sólidos?

Una vez revisadas las páginas, crea un documento de texto con la siguiente tabla y clasifica en ella los siguientes conceptos: amor, colores, hierro, madera, agua, aire, línea, vapor, papel, leche, oxígeno, aceite, butano, vino, altura, arena, alcohol, rapidez, sal, helio.

No es materia	Materia en estado sólido	Materia en estado líquido	Materia en estado gaseosa

Para clasificar los conceptos correctamente, plantéate estas cuestiones:

- ▶ ¿Se puede pesar?
- ▶ ¿Ocupa un lugar en el espacio?

La **MATERIA** puede presentarse en tres estados

El **estado** depende de la fuerza de atracción entre las partículas que forman un objeto.

En estado **SÓLIDO**, las partículas solo pueden vibrar. Los **SÓLIDOS** tienen forma y volumen constante

En estado **LÍQUIDO**, las partículas se mueven con facilidad. Los **LÍQUIDOS** tienen forma variable y volumen constante

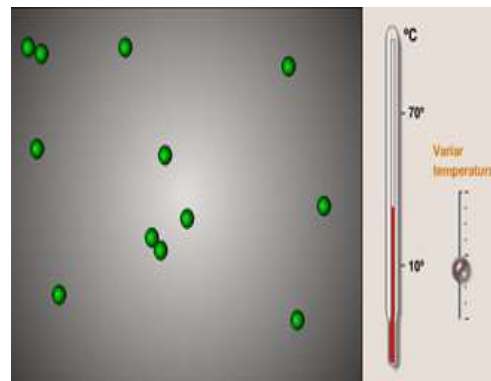
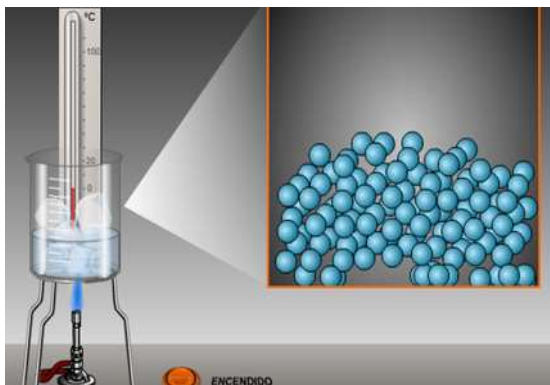
En estado **GASEOSO**, las partículas se mueven libremente y tienden a ocupar todo el espacio. Los **GASES** no tienen forma ni volumen constante



Para trabajar en grupo Clasifica según su estado






- humo
- aire
- café
- nube
- cereza
- papel
- crystal
- vapor
- castaña
- plastilina
- leche
- zumo
- miel




- Libro de texto de la editorial Santillana (2° de Primaria).


Inteligencia naturalista

1 Roda los materiales que están en estado sólido.








2 ¿Qué les ocurre a estos materiales si los ponemos al fuego? Explica.

 **metal** *Cuando se calienta aumenta de tamaño, se dilata.*

 **cartón** *Cuando se calienta arde y se transforma en otra sustancia.*

3 Observa y marca las respuestas.

¿Qué le ha sucedido a la cera de la vela al arder?

Ha cambiado de color. Se ha derretido.

¿Qué cambio ha experimentado la mecha de la vela?

Ha aumentado su peso. Se ha transformado en humo y ceniza.

Con el calor, los materiales cambian de estado, se dilatan o arden.
Al mezclar materiales se obtienen otros materiales diferentes.

Los materiales cambian

Los materiales pueden estar en tres estados diferentes: **sólido**, **líquido** y **gaseoso**. Al igual que ocurre con el agua, algunos materiales **cambian de estado** al calentarse o al enfriarse. Hay materiales, como los metales, que cuando se calientan aumentan de tamaño, es decir, **se dilatan**. Si los dejamos enfriar, recuperan su tamaño normal.

Algunos materiales, como la madera o el papel, **arden**. Cuando se queman, **se transforman** en otras sustancias.




El hierro a altas temperaturas está en estado líquido.

La madera al arder se transforma en ceniza y humo.


En ocasiones mezclamos materiales para obtener otros diferentes. Por ejemplo, el hormigón está compuesto por cemento, arena, agua y pedrecitos.




1 **TRABAJA CON LA IMAGEN.** Observa la fotografía, explica qué es el hormigón y para qué se utiliza.

1 ¿Qué propiedades tienen estos materiales? Escribe.

 El acero es *resistente y rígido*

 El papel es *resistente y flexible*

 El algodón es *blando y flexible*

2 Escribe ejemplos de materiales resistentes. **R. L.**

3 Escribe V (verdadero) o F (falso). Después, corrige la afirmación falsa.

Los materiales pueden tener tres estados: sólido, líquido y gaseoso.

Los materiales flexibles se pueden doblar sin romperse.

Los objetos pequeños ocupan poco volumen.

La balanza sirve para medir el espacio que ocupa un objeto.

La balanza sirve para medir el peso

- Libro de texto de la editorial Santillana (3º de Primaria).

Lee y comprende el problema

- ¿Cuántos depósitos tienen las pistolas de agua?
- ¿Para qué hay que bombear el aire con fuerza?
- ¿Qué hace que el agua salga disparada?
- ¿Qué es un martillo neumático?
- Observa los chemos que salen del suelo en la foto. ¿Podrías explicar el mecanismo que lo hace posible?
- **EXPRESIÓN ORAL.** Imagina que vas a jugar toda la clase con pistolas de agua. Decidid entre todos cómo vais a jugar y estableced las reglas. Tratad de ponerlos todos de acuerdo o, al menos, la mayoría.



SABER HACER

TAREA FINAL

Realizar e interpretar un experimento

Al terminar esta unidad realizarás un experimento e interpretarás los resultados.

Antes, aprenderás qué es la materia y qué propiedades tiene. También conocerás las distintas transformaciones que experimenta la materia, los tipos de materiales de origen natural y artificial y cómo se obtienen.

Inteligencia interpersonal



¿QUE SABES YA?

- Cuando introduces un vaso de agua en el congelador, esta se transforma en hielo. Si luego dejas el vaso helado fuera de la nevera, en poco tiempo el hielo se transforma de nuevo en agua líquida.
- ¿Conoces algún ejemplo similar a este que ocurre en la naturaleza? Explícalo.
- La ropa recién sacada de la lavadora está húmeda. Para secarla la dejamos tendida al aire.
- ¿Por qué se seca la ropa cuando la tendemos?



Los estados de la materia

La materia se puede encontrar en tres estados: sólido, líquido y gaseoso.

- La materia en estado **sólido** tiene forma propia y su volumen no cambia. El hielo, las rocas, el acero o la madera están en estado sólido.
- La materia en estado **líquido** tiene un volumen fijo, pero no tiene forma propia, pues se adapta a la forma del recipiente que lo contiene. Además, los líquidos pueden fluir, es decir, pueden pasar de un sitio a otro. El agua, el aceite o el alcohol están en estado líquido.
- La materia en estado **gaseoso** no tiene forma propia ni volumen fijo, pues los gases se adaptan a la forma y al volumen del recipiente que los contiene. El vapor de agua, el oxígeno o el dióxido de carbono del aire son gases.


Todos los objetos que nos rodean están formados por materia, que tiene masa y ocupa un volumen. La materia puede estar en tres estados: sólido, líquido y gaseoso.

1 Globos de hielo. Los globos que se elevan en el aire están llenos de un gas llamado **helio**.

TRABAJA CON LA IMAGEN

- ¿Qué pasaría si al globo naranja le introdujéramos más gas? Explica la respuesta.
- ¿De qué depende que cada globo tenga un color diferente?
- Si uno de los globos explota, ¿qué pasará con el gas que contiene?

Inteligencia naturalista




ACTIVIDADES

1 Di si se trata de una sustancia, un objeto o si no es materia.

- plástico
- agua
- música
- rubí
- pulga
- oro

2 ¿Cuál de los objetos de la fotografía contiene una mayor masa de agua? ¿Y un mayor volumen? Explica tu respuesta según lo que has aprendido.

3 ¿Qué cambia cuando echamos agua de una jarra a un vaso, la forma o el volumen del agua? Explica por qué.



Los cambios de la materia

Hay dos tipos de cambios: aquellos en los que las sustancias que intervienen no se transforman y aquellos en los que las sustancias se transforman.

Cambios sin transformación de sustancias

Son procesos en los que las sustancias, a pesar de los cambios, siguen siendo las mismas:

- Mezclas.** Una mezcla se produce cuando se combinan dos o más sustancias, por ejemplo, en una mezcla de agua con sal o en una macedonia.
- Cambio de forma.** Cuando se ejerce una fuerza sobre un objeto, este cambia su forma o se rompe. Esto depende de la sustancia de la que este formado.
- Dilatación.** Es el aumento de tamaño que sufre un objeto cuando aumenta la temperatura. Si la temperatura baja, su tamaño disminuye. En este caso se llama **contracción**.
- Cambio de estado.** Ocurre cuando la materia pasa de un estado a otro. Suele ocurrir cuando cambia la temperatura. Los cambios de estado son:
 - Fusión.** Ocurre cuando un sólido se calienta y se transforma en líquido. Por ejemplo, el hielo se transforma en agua líquida.
 - Evaporación.** Ocurre cuando un líquido se transforma en gas. Por ejemplo, el agua se transforma en vapor.
 - Solidificación.** Sucede cuando un líquido se enfría y se transforma en sólido. Por ejemplo, el agua líquida se transforma en hielo.
 - Condensación.** Se produce cuando un gas se enfría y se transforma en líquido. Por ejemplo, el vapor de agua se transforma en agua líquida.

TRABAJA CON LA IMAGEN

- ¿Qué tipo de cambio de la materia se observa en la imagen?
- ¿Será posible separar las sustancias? ¿Cómo lo harás?
- ¿Distingues de qué está hecha esta macedonia?



En una mezcla, los ingredientes, aunque están mezclados, siguen siendo los mismos y se pueden separar unos de otros.



- Nombre tres objetos fabricados con cada una de las siguientes sustancias:

Vidrio

Madera


Acero
- ¿Qué tiene más masa, un kilogramo de madera o un kilogramo de agua? Justifica tu respuesta.
- Copia y completa en tu cuaderno la siguiente tabla escribiendo en cada casilla tipo o variable.

	Forma	Volumen
Sólidos	—	—
Líquidos	—	—
Gases	—	—
- Imagina que acabas de tomar un vaso de zumo. ¿Es correcto decir que el vaso ha quedado vacío? Explica tu respuesta.
- Explica qué cambio de estado se produce en cada uno de los siguientes procesos:
 - Meter un vaso de agua en el congelador.
 - Tostar ropa húmeda para que se seque.
 - Secar hebras del congelador y dejar que se daban.
 - El cristal del baño se empaña cuando nos duchamos.
- Imagina un invento. Diseña algún aparato o juguete que funcione gracias al aire. Puedes dibujarlo o construirlo con ayuda de algún adulto.
- Observa las fotografías y explica lo que ocurre en ellas.





- Libro de texto de la editorial Santillana (4º de Primaria).

8  **La materia**


Este castillo hinchable, que es una atracción típica de las ferias y fiestas, no está fabricado de piedra, como los que se construyeron hace muchos años, sino de plástico y aire.


Cuando el castillo está hinchado, podemos dar saltos y rebotar sobre el plástico sin hacernos daño. Pero si el castillo no es de piedra, sino de plástico, y solo tiene aire en su interior, ¿cómo puede sujetar el peso de tantos niños?


Aunque no lo veamos, el aire ocupa espacio; por eso los niños y las niñas pueden saltar sin hacerse daño.

Por otro lado, los plásticos son materiales sintéticos rígidos o deformables, impermeables y muy resistentes.

Estas cualidades del aire y de los plásticos se aprovechan en la elaboración de muchos objetos de la vida cotidiana, como colchonetas, flotadores o pelotas.



 ¿De dónde procede el plástico que se ha utilizado para fabricar el castillo?
¿Es un material reciclable? ¿Se puede reutilizar?
¿Cuánto tiempo tardan los plásticos en desaparecer del medio ambiente?

 Encuentra tres diferencias entre el plástico y el aire.
Recuerda los tres estados en los que se puede encontrar el agua.
Al evaporarse el agua, ¿se produce un cambio físico o un cambio químico?
¿Por qué?

1 ¿Qué es la materia?

A nuestro alrededor hay muchas cosas que podemos ver y tocar, como una piedra, un lápiz o un vaso de agua. Decimos que son objetos materiales, es decir, son materia. Sin embargo, hay otras cosas, como la luz y el sonido, que no son materia. ¿Qué propiedades permiten saber si algo es o no materia?

Propiedades generales

En la tienda podemos pedir un litro de leche o un kilo de patatas, porque la leche y las patatas ocupan espacio y pesan. Sin embargo, sería absurdo pedir un litro de luz o un kilo de sonido. La luz y el sonido no pesan ni ocupan espacio. Por eso decimos que no son materia.

Todo lo que está formado por materia ocupa un lugar en el espacio y pesa. Estas son sus **propiedades generales**.

Propiedades características

Si pides en la tienda un kilo o un litro de materia, no es fácil que sepan lo que deseas. Es necesario decir algo más. Las propiedades que nos permiten distinguir unas clases de materia de otras se llaman **propiedades características**.

Las propiedades características nos permiten elegir el material más adecuado para cada necesidad:

- El vidrio es **duro** y **transparente**. Por eso se utiliza para construir ventanas.
- La madera es **ligera** y **resistente**. Por eso se usa para construir barcos.
- El cuero es **flexible** e **impermeable**. Por eso se utiliza para fabricar zapatos.

- Materia es todo lo que pesa y ocupa un lugar en el espacio.
- Las propiedades características sirven para diferenciar unos materiales de otros.



La lámpara y el paquete son materia; la luz, no.



Las tres botellas contienen materia. No podemos ver el aire, pero ocupa espacio y pesa; luego el aire es materia.

La basura: ¿la obra humana más duradera?

Las futuras generaciones aprovecharán nuestros conocimientos y avances para progresar, pero también les dejaremos problemas serios, como el de la basura. Una botella de plástico puede durar miles de años, mucho más que algunas obras de la humanidad. Por eso debemos reducir y reciclar nuestros residuos para que no creen problemas a los que vengan después de nosotros, y entregarles un planeta tan limpio, al menos, como lo hemos recibido. Que nos recuerden por nuestros avances, no por nuestra basura.



2 Estados de la materia

¿Te parece posible andar sobre el agua? Pues eso es lo que hace la patinadora de la fotografía. No es trampa: está patinando sobre hielo, que es agua sólida de la misma materia que el agua del grifo.

El agua se presenta como vapor, agua líquida o hielo. En general, todos los materiales pueden presentarse en cualquiera de los tres estados: gaseoso, líquido o sólido.

Estado gaseoso

Si alguien de tu familia deja abierta la llave del gas de la cocina, el olor de ese gas se extiende por toda la casa. Gracias a ello, podemos detectar los escapes de gas.

Todos los gases tienen la propiedad de esparcirse con facilidad, hasta llenar por completo el recipiente donde se encuentran. Los gases no tienen forma propia, sino que adoptan la forma del recipiente que los contiene.

En la naturaleza, encontramos en estado gaseoso el vapor de agua, el helio de los globos infantiles y el aire.

Estado líquido

Los líquidos no tienen forma propia. Toman la del recipiente que los contiene, y su superficie es plana y horizontal. En la naturaleza, encontramos en estado líquido el agua, la leche, el mercurio...

Estado sólido

Los cuerpos en estado sólido tienen forma propia. Sin embargo, los sólidos, al igual que los líquidos y los gases, aumentan de tamaño al aumentar la temperatura. En la naturaleza, encontramos en estado sólido casi todos los metales, la madera...



La patinadora anda sobre el agua... sólida.



En recipientes comunicados, los líquidos alcanzan el mismo nivel.

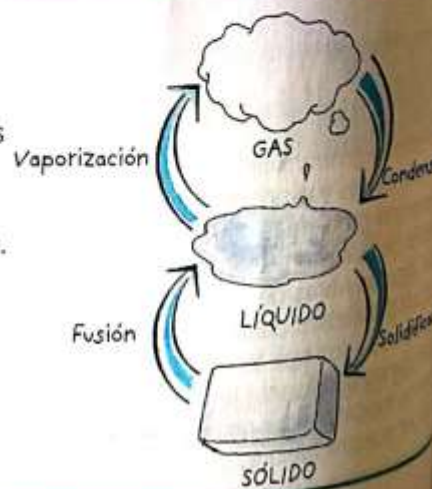
Cambios de estado

Cuando la materia se calienta, se puede producir:

- **Fusión:** es el paso de sólido a líquido. El hielo, que es agua sólida, funde a la temperatura de 0 grados.
- **Vaporización:** es el paso de líquido a gas. Cuando ocurre a cualquier temperatura, se llama **evaporación**. Si ocurre a una temperatura fija, en toda la masa del líquido, se llama **ebullición**. La ebullición del agua ocurre a la temperatura de 100 grados.

Cuando la materia se enfría, se puede producir:

- **Condensación:** es el paso de gas a líquido.
- **Solidificación:** es el paso de líquido a sólido.



Un apetitoso cambio de estado

Gracias a los cambios de estado podemos disfrutar de un delicioso postre: polos de limón.



1. Exprimimos un kilo de limones. Añadimos medio litro de agua y diez cucharadas de azúcar, y removemos bien.



2. Repartimos la mezcla en moldes, en vasos o en la cubitera. Ponemos un palillo en cada recipiente.



3. Unas horas en el congelador serán suficientes para disfrutar de ricos polos de limón.

No llenes mucho los moldes y no los tapes, porque al convertirse el agua en hielo aumenta de tamaño, y podría verterse o romperse el recipiente.

- La materia puede encontrarse en tres estados: sólido, líquido y gaseoso, y pasar de unos a otros gracias a los cambios de estado.

Actividades

- ¿Qué estado de la materia se corresponde con cada una de estas propiedades?
 - Tiene forma propia:
 - Toma la forma del recipiente:
 - Llena por completo el recipiente que lo contiene:
 - Superficie plana y horizontal:
- Completa estas frases:
 - Vaporización es el paso de a
 - Condensación es el paso de a
 - Fusión es el paso de a
 - Solidificación es el paso de a
- ¿En qué se diferencia la evaporación de la ebullición? Elige la respuesta correcta.
 - La evaporación es un cambio de estado, y la ebullición no.
 - La evaporación ocurre a cualquier temperatura, y la ebullición, a una temperatura fija.
- Indica qué cambio de estado se produce cuando
 - Se derrite el chocolate.
 - Se empaña el espejo del cuarto de baño, después de ducharte con agua caliente.
 - Se seca la ropa.
 - Se forma escarcha en las hojas.
- Miguel ha metido una botella llena de agua en el congelador y esta se ha hecho pedazos ¿Qué ha podido ocurrir?



- Libro de texto de la editorial Santillana (6° de Primaria).

Los efectos del calor sobre la materia

El calor produce diversos efectos sobre la materia. Entre ellos destacamos los cambios de estado y los cambios de volumen.

Los cambios de estado

La materia se puede encontrar en la naturaleza en tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Normalmente, los cambios de estado se producen cuando un cuerpo recibe calor o cuando lo pierde.

Los cambios de estado son:

- **Fusión.** Es el cambio del estado sólido al estado líquido de un cuerpo cuando recibe calor. Incluso el acero se funde si su temperatura aumenta lo suficiente. 
- **Solidificación.** Es el paso de líquido a sólido de un cuerpo cuando pierde calor. Se produce, por ejemplo, cuando en el congelador el agua se transforma en hielo.
- **Vaporización.** Es el paso del estado líquido al estado gaseoso de un cuerpo. Puede ocurrir de dos formas:
 - **Evaporación.** Se produce a cualquier temperatura y lentamente. Por ejemplo, si dejamos destapado un frasco de colonia, con el tiempo, la colonia se evapora.
 - **Ebullición.** Ocurre de una forma rápida cuando un cuerpo recibe calor y alcanza una cierta temperatura que es fija para cada sustancia. Por ejemplo, el agua hierve, es decir, entra en ebullición, a los 100 °C.
- **Condensación.** Es el paso de gas a líquido. Ocurre, por ejemplo, cuando el vapor de agua del baño se condensa en el espejo, que se empaña. 
- **Sublimación.** Es el paso del estado sólido al estado gaseoso directamente, sin pasar por líquido. Se da en algunas sustancias como el yodo o la naftalina. 



1 **Evaporación.** Cuando el vapor de agua de la botellita se condensa, se forman gotas de rocío.



2 **Sublimación del yodo.** A, El yodo pasa de sólido a gas en la botella, que está caliente. B, El yodo gaseoso pasa a sólido en la base, que se enfría con un hielo.

Las temperaturas de fusión y ebullición

Cada sustancia pura pasa de sólido a líquido a una temperatura fija, su **temperatura de fusión**. La temperatura de fusión es una propiedad característica de cada sustancia. La temperatura de fusión del agua es de 0 °C, mientras que la del oro es de 1.064 °C y la del mercurio es de 39° C bajo cero.

La **temperatura de ebullición** es la temperatura a la que una sustancia entra en ebullición y pasa del estado líquido al estado gaseoso, y es también una propiedad característica de cada sustancia. La temperatura de ebullición del agua es de 100 °C, mientras que la del alcohol es de 78 °C y la del mercurio es de 657 °C.

El calor y los cambios de volumen

La **dilatación** es el aumento de volumen que ocurre en los cuerpos cuando aumenta su temperatura. Por el contrario, cuando disminuye la temperatura, el volumen de los cuerpos disminuye. A esto se le llama **contracción**. 

Es el motivo por el que las puertas, sobre todo las metálicas, se abren en verano y son más fáciles de abrir y cerrar en invierno.

No todos los cuerpos se dilatan y se contraen por igual. Los objetos de vidrio, por ejemplo, se dilatan menos que los metálicos. En general, los cuerpos sólidos se dilatan y se contraen menos que los líquidos, y los líquidos lo hacen menos que los gases.



3 **Experimento para comprobar la contracción.** A, Se introduce un globo hinchado en el congelador. B, Cuando se saca después de un tiempo, su volumen ha disminuido.

ACTIVIDADES

- 1** ¿Qué cambios de estado se producen cuando los cuerpos reciben calor? ¿Y cuando lo pierden?
- 2** **Contesta:**
 - ¿En qué consiste la vaporización?
 - ¿Qué tipos de vaporización hay?
 - ¿Cuáles son sus diferencias?
- 3** Explica con un ejemplo qué es la temperatura de fusión.
- 4** **USA LAS TIC.** Hoy día los termómetros que se emplean suelen ser digitales, pero antes solían ser de mercurio. Averigua cómo funcionaban y explíalo.



7

SABER ESTUDIAR

1 RESUMEN. Copia y completa en tu cuaderno el resumen de la unidad.

La energía es la responsable de que ocurran []. Hay diversas formas de energía: [], química, eléctrica, luminosa, [] y térmica o [].

La materia se puede presentar en forma de [] o de sustancias [].

Las mezclas se pueden separar con métodos como la [], la evaporación, la [] y la decantación.

El calor provoca cambios en la materia, como los cambios de [] y los cambios de volumen, que son la [] y la contracción.

Las reacciones químicas son cambios en las que alguna [] se transforma en otra diferente. Algunos tipos son la [] la combustión y la fermentación.

2 ESQUEMA. Copia y completa el esquema.

```

    graph TD
      A[La materia] -- se presenta como --> B[ ]
      A -- se presenta como --> C[ ]
      C -- pueden ser --> D[homógenas]
      C -- pueden ser --> E[ ]
    
```

3 Completa en tu cuaderno el esquema sobre los cambios de estado.

```

    graph TD
      A[ ] -- Fusión --> B[Líquido]
      B -- Solidificación --> C[ ]
      C -- Sublimación --> D[ ]
      D -- Condensación --> B
      B -- Evaporación --> E[ ]
      E -- Condensación --> B
    
```

4 VOCABULARIO. Define los siguientes términos:

• energía eléctrica	• disolución	• filtración	• fusión
• sustancia pura	• aleación	• destilación	• dilatación

ACTIVIDADES FINALES

1 En estas fotografías puedes ver manifestaciones de distintas formas de energía. ¿Cuáles son?




2 ¿Cuál de las dos pelotas tiene más energía mecánica? Explica tu respuesta.



3 Explica, empleando lo que has aprendido en esta unidad, por qué un automóvil sin gasolina no puede funcionar.

4 Di cuál de las fotos representa un mineral y cuál una roca y explica por qué lo sabes.




5 ¿Cuáles de las siguientes mezclas son disoluciones?






6 UNA LATA TIENE. El hormigón es un material muy empleado en construcción.

1 Averigua si se trata de una mezcla o una sustancia pura. Si se trata de una mezcla, indica de qué tipo es. Justifica tu respuesta con una fotografía.

2 Explica en qué se parecen y en qué se diferencian la evaporación y la destilación.

3 ¿Cómo separarías una mezcla de arroz y garbanos?



7 ¿Qué tipo de energía almacena una pila? Si la pila está dentro de una linterna, ¿qué transformaciones de energía ocurren al encenderla?

8 Propón tres ejemplos de diferentes transformaciones de energía.

- Propuesta didáctica Universidad de Sevilla, Ciencias Experimentales (Educación Infantil).

Tabla 1.
Diseño de la secuencia de enseñanza

Fases de la secuencia	Actividades desarrolladas	Preguntas que se realizan	Contenidos que se tratan
1.ª El hielo atrapa objetos	Planteamiento de predicciones sobre cómo sacar objeto ocluido en el hielo	¿Qué podemos hacer para ayudar a Coco? Ante dos trozos de hielo, uno en la cacerola y otro en una mesa, ¿qué trozo de hielo se derretirá antes? ¿Qué es esto, cómo se llama? Cuando lo tocáis, ¿qué sentís? ¿Qué queréis sacar antes? Entonces, ¿qué recipiente tenemos que calentar y cuál debe quedarse en nuestra mano?	Textura del hielo y sensación térmica que produce. Planteamiento de predicciones.
	Comprobación de las predicciones	¿Lo comprobamos? ¿Dónde se derrite más rápido el hielo, dándole golpes o aplicándole calor?(como recuerdo de su predicción propuesta en fase anterior) ¿Por qué hay agua en el cazo? ¿Sabéis qué es este humito blanco? Ya se ha derretido el hielo, entonces ¿qué hay en la cacerola ahora? ¿Por qué el lápiz sigue congelado y no se puede sacar?	Efecto del calentamiento en el estado del hielo. El agua que proviene del hielo se encuentra en estado líquido. Naturaleza acuosa del vapor de agua.
	Ficha de aplicación. Pegatina en el lugar en el que se derretirá antes el hielo	¿Qué es lo que veis?	Relación entre el tiempo de fusión y la temperatura del medio.
2.ª Dramatización sobre los cambios de estado		¿Qué ha de darse para que el hielo (o agua líquida, o vapor de agua) pase a agua (o a hielo o a vapor de agua)?	Causas de los distintos cambios de estado del agua.

Fases de la secuencia	Actividades desarrolladas	Preguntas que se realizan	Contenidos que se tratan
3.ª ¿Los cambios de estado se dan con otros productos distintos al agua? Fusión del chocolate	I. Presentación del chocolate sólido	¿El chocolate en qué estado está: sólido, líquido o gaseoso? Si lo ponemos sobre el hornillo, ¿qué le pasará?	La fusión del sólido no modifica su identidad.
	II. Fusión del chocolate	Este líquido que ha aparecido, ¿de dónde ha salido? El humito que se ve, ¿de dónde ha salido?	
4.ª ¿Los cambios de estado se dan con otros productos distintos al agua? Congelación de un polo <i>flash</i>	I. Presentación del polo <i>flash</i> líquido	¿En qué estado se halla el polo: sólido, líquido o gaseoso? ¿Está frío o caliente? ¿Está blando o duro? ¿Se mueve por dentro o no?	Características de del polo <i>flash</i> líquido (temperatura, dureza / fluidez).
	II. Se mete en nevera y se saca el congelado	Si lo ponemos en el congelador, ¿qué le pasará?	Cambio de estado, la congelación.
	III. Presentación del polo <i>flash</i> congelado	¿Está frío o caliente? ¿Está blando o duro? ¿Se mueve por dentro o no?	Características de del polo <i>flash</i> sólido (temperatura, dureza / fluidez).

DESARROLLO DE LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA Y RESULTADOS

Primera parte: El hielo atrapa objetos (tabla 2)

Partiendo de la propuesta de Garoña *et al.* (2014), se comienza con la pregunta: *En mi casa un cocodrilo que se llama Coco ha estado jugando en el congelador y se ha dejado un lápiz y una piruleta metidos en agua. Con el frío esta se ha congelado, y ahora no hay manera de sacar ni uno ni otra del hielo, que está durísimo... ¿Qué podemos hacer para ayudar a Coco? El pobre está llorando...* [Se enseña el muñeco y recipientes de lo que se narra].

Luego, ante la pregunta «*Cuando lo tocáis, ¿qué sentís?*», la mayoría dice: «frió». Ahora sí adquieren conciencia del proceso de congelación y de fusión con las palabras *congelar* y *derretir*, respectivamente. Entonces, se les vuelve a preguntar «¿Qué queréis sacar antes?», y todos los escolares responden: «La piruleta».

A continuación, se les pregunta: «*Entonces, ¿qué recipiente tenemos que calentar y cuál debe quedarse en nuestra mano?*». La mayoría sabe que el recipiente que está en el hornillo (el que tiene la piruleta) se derretirá antes que el que está en la mano de la docente. Sin embargo, necesitan comprobar que la piruleta quedará libre del hielo en el hornillo antes que dándole golpes. Por tanto, llegan a ser capaces de plantear sus predicciones ante ambas preguntas y, consecuentemente, anticipar sendos fenómenos.



Fig. 1. El hielo se transforma en agua líquida cuando el hornillo la calienta.

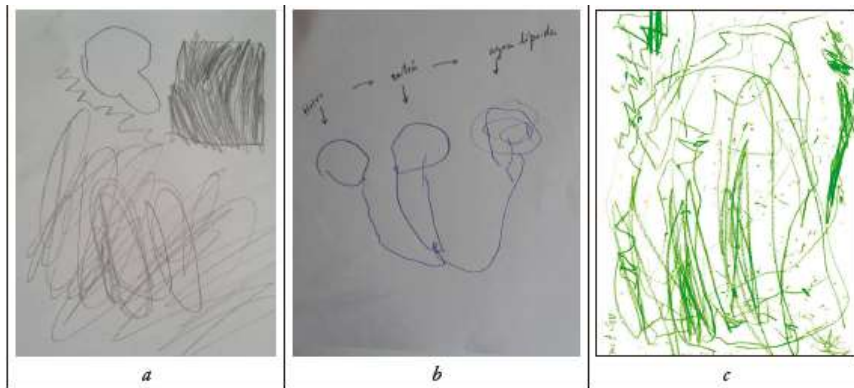


Fig. 3. *a)* Dibujo que representa de derecha a izquierda cómo el chocolate sólido en la olla con fuego se derrite (segundo ciclo); *b)* Dibujo de la fusión del chocolate, en el que aparece un huevo que en la sartén pasa a agua líquida (segundo ciclo); *c)* Dibujo de *algo que se derrama* (primer ciclo).

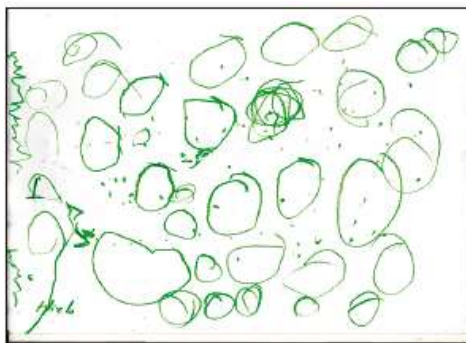


Fig. 4. Dibujo de cubitos de hielo.



Fig. 5. Dibujo en el que se aprecia que el hielo hace que el polo *flash* cambie de estado.

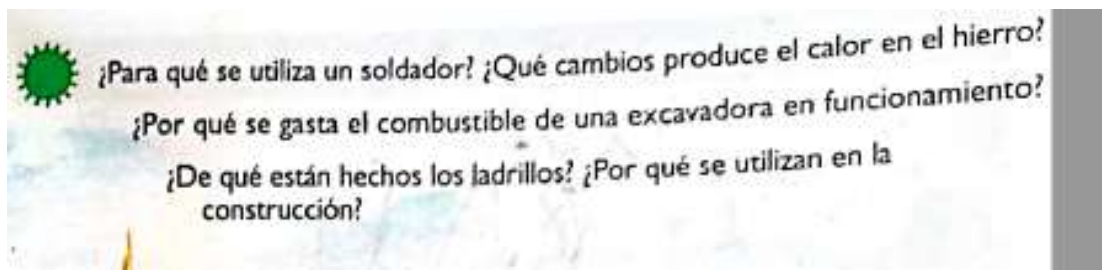
6.2. Guiones de preguntas abiertas.

• Libro de texto, editorial Anaya (6° de Primaria)

Sobre el comienzo del tema o apartado:

¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?

Sí, aparece un gran dibujo, a modo de portada, en el que se puede observar una obra en plena construcción de un edificio. Se plantean las siguientes cuestiones:



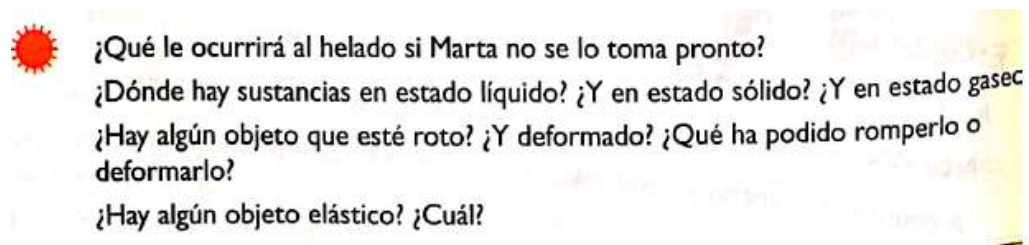
¿Cuál es la función de esa pregunta en el resto de la enseñanza?

Ninguna más allá que conocer las ideas previas del alumnado.

Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?

Sí, dentro del apartado “Descubre lo que sabes”, al inicio de la unidad, aparece una imagen de un grupo de personas pasando el día en la playa. Se plantean las siguientes cuestiones:



¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

Comprobar si coinciden con los contenidos y explicaciones que se dan en la unidad.

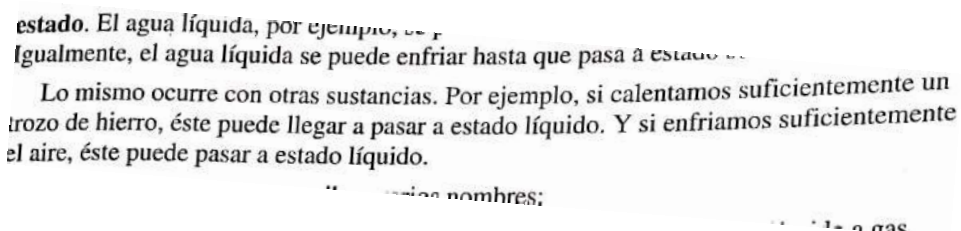
Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas:

Los estudiantes no diseñan o evalúan la búsqueda de pruebas, no obtienen resultados concretos ni pueden transformarlos en pruebas.

Sobre los modelos y grandes ideas:

¿Se construyen modelos para explicar “algo”?, ¿ese “algo” que es: fenómeno, resultados, conclusiones, etc.?

Sí, para explicar los cambios de estado de una materia. Además, se trata de generalizar con otras sustancias, no solo con el agua, como sucede en muchas editoriales.



estado. El agua líquida, por ejemplo, se puede enfriar hasta que pasa a estado sólido. Igualmente, el agua líquida se puede enfriar hasta que pasa a estado sólido. Lo mismo ocurre con otras sustancias. Por ejemplo, si calentamos suficientemente un trozo de hierro, éste puede llegar a pasar a estado líquido. Y si enfriamos suficientemente el aire, éste puede pasar a estado líquido.

... algunos nombres; ...

¿Se evalúan esos modelos?, ¿qué fenómenos se pretende explicar o predecir?

No se evalúan.

¿Se usan esos modelos sin finalidad de evaluarlos?, ¿para qué se usan?

Sí, simplemente se usan para explicar que al aumentar o disminuir la temperatura

¿Cuál es el contenido del modelo o modelos, o de las grandes ideas, que se pretende que aprendan los estudiantes?

- Al calentar o enfriar suficientemente los cuerpos se producen **cambios en su estado**.
- Se aprecia fácilmente en el agua (líquida, en estado sólido o gaseoso), pero ocurre con otras sustancias.
- Los cambios son llamados:
 - * Fusión (S-L).
 - * Evaporación (L-G).
 - * Licuación (G-L).
 - * Solidificación (L-S).

• **Libro de texto, editorial SM (1º de Primaria)**

Sobre el comienzo del tema o apartado:

¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?

Si, al principio de la secuencia aparece una viñeta donde se ve como una niña se come un helado sentada en un banco junto a su madre.



¿Cuál es la función de esa pregunta en el resto de la enseñanza?

Que los alumnos/as comprendan que lo que se observa es un cambio de estado y este es producido por un cambio en la temperatura.

Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?

Sí, siempre que el docente utilice dicha imagen para preguntar a los alumnos/as y les sugiera que expliquen qué quiere decir dicha afirmación (“El helado se derrite por el calor”).

¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

Conectar las explicaciones de los niños/as con los contenidos que se trabajan y de alguna manera confirmar la veracidad de esas ideas.

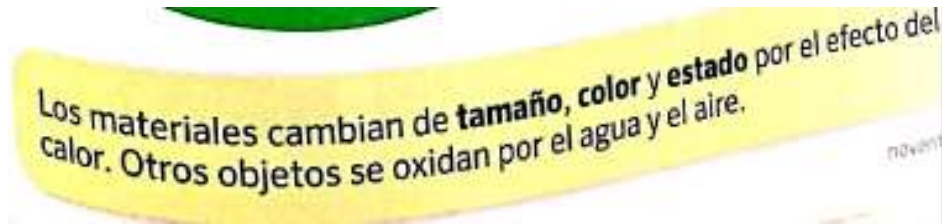
Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas

No hay oportunidades para que los estudiantes diseñen o evalúen la búsqueda de pruebas, ni para obtener resultados o pruebas.

Sobre los modelos y grandes ideas:

¿Se construyen modelos para explicar “algo”?, ¿ese “algo” que es: fenómeno, resultados, conclusiones, etc.?

Sí, se utiliza un modelo para explicar debido a que suceden los cambios de estado.



¿Se evalúan esos modelos?, ¿qué fenómenos se pretende explicar o predecir?

No.

¿Se usan esos modelos sin finalidad de evaluarlos?, ¿para qué se usan?

Sí, se usan para explicar que los cambios de estado suceden por un factor llamado calor que está relacionado con la temperatura.

¿Cuál es el contenido del modelo o modelos, o de las grandes ideas, que se pretende que aprendan los estudiantes?

El hielo se transforma en y después en cuando aumenta el calor.

La ropa mojada se por el calor del

• **Libro de texto, editorial SM (4º de Primaria)**

Sobre el comienzo del tema o apartado:

¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?

Si. Se plantea una situación en la que unos troncos de madera se queman y por lo tanto “desaparecen”. Entonces se realiza la siguiente cuestión: ¿qué había pasado con los troncos?

Quique y su abuelo encendieron la chimenea. Al día siguiente, la madera que usaron ¡había desaparecido! En su lugar solo quedaba ceniza. ¿Qué había pasado con los troncos?

La madera no había desaparecido, sino que se había transformado en otras sustancias: ceniza, humo y gases.



¿Cuál es la función de esa pregunta en el resto de la enseñanza?

Que los niños y niñas se den cuenta de que en esa situación ocurren cambios físicos (cambios de estado) y cambios químicos (combustión).

Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?

Si. Ejercicios tales como:



¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

Comprobar si los alumnos reconocen los cambios de estado.

Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas:

Los alumnos no diseñan ni evalúan la búsqueda de pruebas, tampoco obtienen resultados.

Sobre los modelos y grandes ideas:

¿Se construyen modelos para explicar “algo”?, ¿ese “algo” que es: fenómeno, resultados, conclusiones, etc.?

Sí, para explicar que los cambios de estado se tratan de cambios físicos (no hay “transformación” en la materia).

¿Se evalúan esos modelos?, ¿qué fenómenos se pretende explicar o predecir?

Sí, se propone la siguiente tarea como comprobación del modelo “en el cambio de estado de una sustancia esta no modifica su composición”.

Tarea final Secretos evaporados

Has aprendido en la unidad cómo separar una mezcla. Aprovecha estos conocimientos para escribir mensajes secretos.

- 1** En un recipiente, mezclad dos cucharadas de sal con dos de agua. Removed hasta que la sal se disuelva por completo.
- 2** Mojad un pincel en esta mezcla y escribid cada uno un mensaje secreto. Esperad a que se evapore el agua y veréis que desaparece el mensaje.
- 3** Frotad despacio con un lápiz de punta blanda las partes escritas. El mensaje aparecerá gracias al relieve de la sal que ha quedado en el papel tras evaporarse el agua.
- 4** Escribid el mensaje secreto e indicad qué tipo de mezcla es la tinta secreta y qué método de separación habéis empleado.

smSaviadigital.com
VALORA LO APRENDIDO ¿Cómo has trabajado en esta tarea?

¿Se usan esos modelos sin finalidad de evaluarlos?, ¿para qué se usan?

Si respondemos la cuestión anterior con un “no”, podríamos determinar un sí en esta. Se utiliza el modelo para responder cuestiones como la siguiente:

2. Practicamos juntos. Se propone iniciar un debate sobre los cambios físicos producidos por la aplicación de fuerzas. Para ello, se planteará la siguiente pregunta:
- ¿Cuándo las cosas se rompen o se mueven siguen siendo el mismo tipo de materia?

¿Cuál es el contenido del modelo o modelos, o de las grandes ideas, que se pretende que aprendan los estudiantes?

Los cambios físicos se pueden producir:

- **Por cambios en la temperatura**, que dan lugar a **cambios de estado**. Así, la materia puede sufrir transformaciones entre los estados sólido, líquido y gaseoso, según reciba calor o se enfríe.
- **Por aplicación de fuerzas**, que pueden provocar **cambios** en su **movimiento** o en su **forma**.

Además, los cambios de estado que puede experimentar la materia son:

- Fusión (S-L)
- Solidificación (L-S)
- Vaporización (L-G)
- Condensación (G-L)

• **Libro de texto, editorial SM (5º de Primaria)**

Sobre el comienzo del tema o apartado:

¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?

Sí, se introduce el apartado del tema con la siguiente cuestión: “¿Podrías coger una nube con tus manos?, ¿y un zapato o el agua de la piscina?”

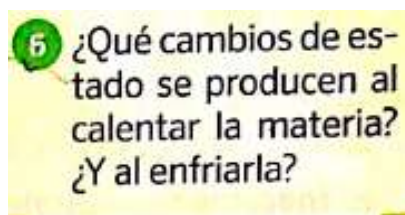
¿Cuál es la función de esa pregunta en el resto de la enseñanza?

Ninguna más allá que la de reconocer que las diferentes materias o sustancias pueden presentarse en tres estados (S-L-G).

Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?

Sí.



¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

Ninguna más allá de comprobar si son ciertas o no.

Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas:

¿Existen oportunidades para que los estudiantes diseñen la búsqueda de pruebas?, ¿qué oportunidades?

No, pues a pesar de existir esa búsqueda de pruebas, se realiza un “experimento” ya prefijado mediante una tarea titulada “Así se construye ciencia”.

¿Cómo recogemos los datos de un experimento:

1 Preparamos el montaje del experimento para comprobar qué ocurre cuando un líquido se calienta.



Ponemos la misma cantidad de agua en dos vasos.



Colocamos un vaso al sol y el otro lo protegemos con un libro.

¿Existen oportunidades para que los estudiantes evalúen diseños para la búsqueda de pruebas?, ¿qué oportunidades?

Sí, propone revisar revisarlo o volver a realizar el “experimento” utilizando otros instrumentos de medida:

Pongo en práctica

2 Realiza la misma experiencia pesando los vasos en una balanza

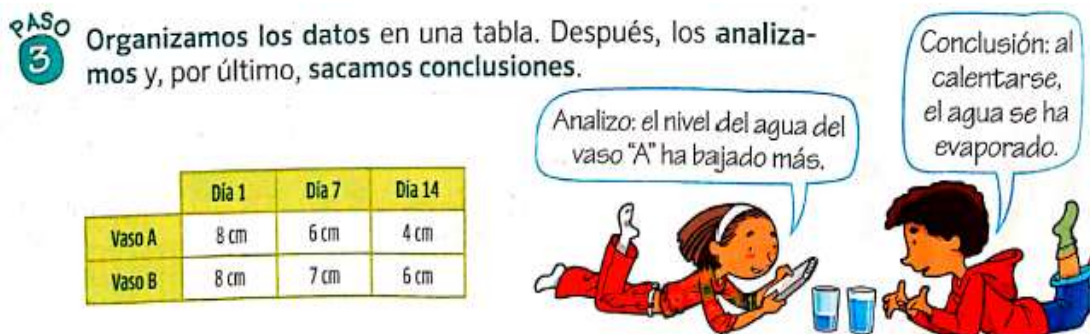
¿Se obtienen resultados concretos?, ¿cuál es su origen: medidas, observaciones, búsqueda de información...?

Sí. Se va recogiendo los datos (centímetros que varía el nivel del agua en ambos vasos) originados por medidas.



¿Existen oportunidades explícitas para transformar resultados en pruebas (argumentación)?, ¿qué oportunidades?

Si. Una vez se obtienen esos resultados, se tratará determinar cuáles son las conclusiones que podemos abalar con dichos argumentos.



Sobre los modelos y grandes ideas:

¿Se construyen modelos para explicar “algo”?, ¿ese “algo” que es: fenómeno, resultados, conclusiones, etc.?

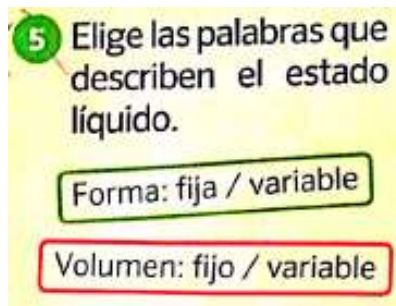
Sí, para explicar que un cambio de estado (la evaporación) sucede en una sustancia (el agua) cuando se altera la temperatura de esta (aumentar la temperatura mediante los rayos del Sol).

¿Se evalúan esos modelos?, ¿qué fenómenos se pretende explicar o predecir?

Sí, mediante el “experimento” que se propone. Pretende explicar qué depende de la temperatura se realizará un cambio de estado a una velocidad u otra.

¿Se usan esos modelos sin finalidad de evaluarlos?, ¿para qué se usan?

Sí, por ejemplo, el siguiente ejercicio:



¿Cuál es el contenido del modelo o modelos, o de las grandes ideas, que se pretende que aprendan los estudiantes?

El contenido de los modelos o grandes ideas que se trabaja es:

- Al alterar la temperatura de una sustancia, esta puede cambiar de estado, existen 3: S-L-G.
- Cuando sucede un cambio de estado, la composición de la sustancia es la misma (cambio físico).
- Los cambios de estado pueden producirse por:
 - Aumento de la temperatura: fusión (S-L) y vaporización (L-G)
 - Disminución de la temperatura: solidificación (L-S) y condensación (G-L)
- Escuela Infantil Los Gorriones: Proyecto El Agua (3 años).

Sobre el comienzo del tema o apartado:

¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?

Sí. ¿Qué pasaría si cogemos nieve en un recipiente y lo dejamos en clase hasta después de comer (3 horas)?

¿Cuál es la función de esa pregunta en el resto de la enseñanza?

Organiza toda la secuencia: respuestas, pruebas y conclusiones.

Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?

Sí. Antes de introducir la pregunta-problema que va a motivar la búsqueda de pruebas, se plantea una cuestión previa a los alumnos: “¿Qué ha pasado, por qué está todo blanco?”. La discusión sirve de “excusa” para que la profesora plantea la pregunta finalmente.

Una vez planteada la pregunta concreta (¿Qué pasaría si cogemos nieve en un recipiente y lo dejamos en clase hasta después de comer?) se recogen las respuestas de los niños y niñas en un póster o cartulina, y cada uno debe señalar con cuál está más de acuerdo colocando un gomet.

LA NIEVE		
COGEMOS NIEVE DEL PATIO Y LA DEJAMOS EN LA CLASE DURANTE 3 HORAS ¿QUÉ PASA?		
SE CONVIERTE EN AGUA	5 dots	5
SE DESHACE	2 dots	2
SE CONVIERTE EN HIELO	5 dots	5
SE CONVIERTE EN YOGUR	2 dots	2

¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

El resto de la enseñanza consiste en buscar pruebas para saber qué respuesta es correcta

Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas:

¿Existen oportunidades para que los estudiantes diseñen la búsqueda de pruebas?, ¿qué oportunidades?

No. El docente es el que establece el diseño de la búsqueda de pruebas. Muy simple: Coger nieve y esperar tres horas

¿Existen oportunidades para que los estudiantes evalúen diseños para la búsqueda de pruebas?, ¿qué oportunidades?

No, los alumnos/as no tienen oportunidades de evaluar el diseño para la búsqueda de pruebas.

¿Se obtienen resultados concretos?, ¿cuál es su origen: medidas, observaciones, búsqueda de información...?

Sí, se obtienen resultados concretos. El origen es la observación de la sustancia que han colocado en el recipiente. Los resultados se recogen en el mismo póster en el que venían las hipótesis.

LA NIEVE		COSEMAS NIEVE DEL PATIO Y LA DEJAMOS EN LA CLASE DURANTE 5 HORAS ¿QUÉ PASA?	
		SI	NO
SE CONVIERTE EN AGUA	5	■	
SE DESHACE	2	■	
SE CONVIERTE EN HIELO	5		■
SE CONVIERTE EN VAPOR	2		■

¿Existen oportunidades explícitas para transformar resultados en pruebas (argumentación)?, ¿qué oportunidades?

Sí, pues en el momento de observar el recipiente (los resultados) los alumnos/as pueden obtener directamente pruebas para afirmar o rechazar (comprobar) sus hipótesis iniciales. Esto se facilita al estar en el mismo póster hipótesis y resultados, fueron analizando cada una de las hipótesis.

Sobre los modelos y grandes ideas:

Ni se construyen, evalúan o se usan modelos.

¿Cuál es el contenido del modelo o modelos, o de las grandes ideas, que se pretende que aprendan los estudiantes?

El contenido de las grandes ideas que se pretenden que aprendan los estudiantes es:

Cuando el agua cambia de estado, la materia no se transforma y hablamos de la misma sustancia: no desaparece y aparece materia. (“la nieve se deshace y se convierte en agua”).

- Proyecto Europeo (INTEF, MECD): Conocimiento del medio (Ciclo 3º de Educación Primaria)

Sobre el comienzo del tema o apartado:

¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?

No.

Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?

Sí, durante toda la secuencia.

Clasifica según su estado

	humo
	aire
	café nube
	cereza
	papel
	cristal
	vapor
	castaña
	plastilina
	leche zumo
	miel

¿Te has fijado qué pasa con el agua caliente cuando te duchas? Esta mañana Carmen tenía mucho frío y se ha duchado con el agua muy caliente. Al salir de la ducha, el espejo estaba empañado y con algunas gotitas de agua. Carmen se pregunta por qué pasa esto siempre que se ducha con agua caliente.

¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

Que los alumnos/as comprueben si estas ideas personales eran correctas o erróneas.

Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas:

¿Existen oportunidades para que los estudiantes diseñen la búsqueda de pruebas?, ¿qué oportunidades?

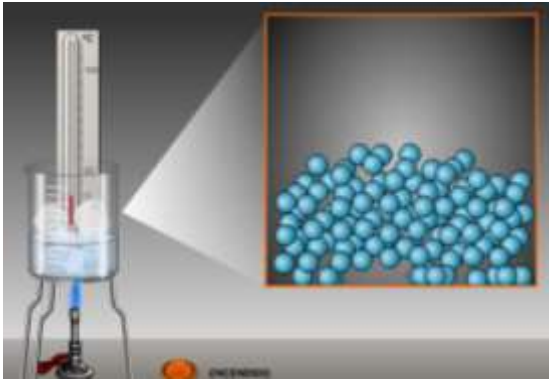
No.

¿Existen oportunidades para que los estudiantes evalúen diseños para la búsqueda de pruebas?, ¿qué oportunidades?

No.

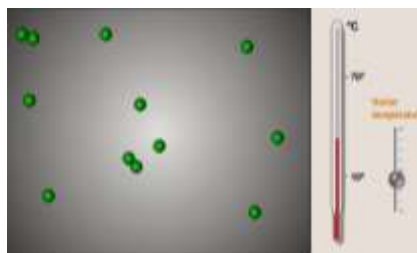
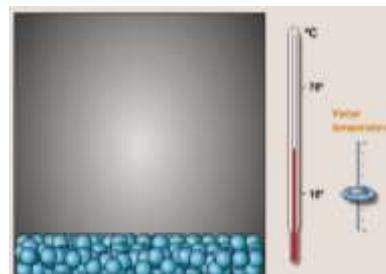
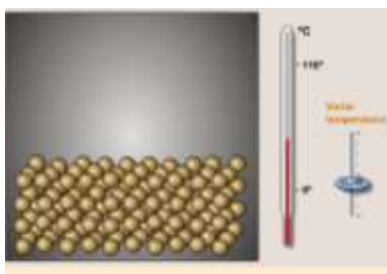
¿Se obtienen resultados concretos?, ¿cuál es su origen: medidas, observaciones, búsqueda de información...?

Se obtienen resultados concretos originados por observaciones, como por ejemplo, como se disponen las partículas, el punto de fusión o ebullición, etc., mediante un simulador:



¿Existen oportunidades explícitas para transformar resultados en pruebas (argumentación)?, ¿qué oportunidades?

Sí, pues mediante la observación de los diferentes simuladores, se pueden extraer argumentos para explicar el comportamiento de las partículas en los diferentes estados, además se pueden extraer pruebas para determinar los diferentes puntos en los cambios de estado de materias concretas:



Sobre los modelos y grandes ideas:

¿Se construyen modelos para explicar “algo”?, ¿ese “algo” que es: fenómeno, resultados, conclusiones, etc.?

Se construye el modelo de partículas o modelo cinético-molecular de la materia, para explicar los fenómenos que suponen los diferentes cambios de estado.

¿Se evalúan esos modelos?, ¿qué fenómenos se pretende explicar o predecir?

No.

¿Se usan esos modelos sin finalidad de evaluarlos?, ¿para qué se usan?

Sí, para explicar los cambios de estado de agregación y que no cambia la estructura interna de las moléculas cuando se producen dichos cambios.

¿Cuál es el contenido del modelo o modelos, o de las grandes ideas, que se pretende que aprendan los estudiantes?

- Los cambios de estado de la materia (reversibilidad e irreversibilidad).
- Punto de fusión, punto de ebullición, vaporización, etc.
- Lectura y comprensión de textos expositivos atendiendo a su estructura y sentido global.
- Planificación y realización de un trabajo grupal (vídeo).

• Libro de texto, editorial Santillana (2º de Primaria)

Sobre el comienzo del tema o apartado:

¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?

Sí, se clasifica en sólido o líquido cada uno de estas sustancias. La pregunta no es un hilo conductor del tema, es sólo el punto de partida.

Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?

Sí, podría ser cuando indica al docente que ayude a los estudiantes a reconocer las características de S, L, G según tengan forma y volumen propios. No es pregunta explícita en el texto sino una sugerencia al docente. Además, al preguntar al alumnado: “¿qué es

un cubito de hielo?, ¿qué relación guarda con el agua?”, situada en el apartado “conocimientos y experiencias previas”. Sugerencia al docente.

¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

Comprobar si coinciden con los contenidos que se van a trabajar, relacionado con las propiedades de la materia.

Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas:

No se obtienen pruebas. Las preguntas planteadas sólo tenían la intención de ayudar a los alumnos a llegar al contenido preciso que se quería dar. Las conclusiones se derivan de que hay acuerdo o coincide con lo que dice el profe, no de las pruebas que se obtienen.

Sobre los modelos y grandes ideas:

No se evalúan, se realizan ni se utilizan modelos.

¿Cuál es el contenido del modelo o modelos, o de las grandes ideas, que se pretende que aprendan los estudiantes?

Para explicar

Ayude a los alumnos a describir las propiedades de los tres estados de la materia. Los sólidos tienen forma y volumen constantes; los líquidos tienen volumen pero no forma, y adoptan la del recipiente en el que se encuentran; y los gases no tienen forma ni volumen fijos, tendiendo a expandirse por el espacio en el que están. Insista en que la materia es siempre la misma sustancia, aunque cambie su forma.

Grandes ideas del modelo que se trabaja:

1. Características perceptibles (forma, volumen) de cada estado de agregación
2. El cambio de estado se produce cambiando la temperatura en todos los materiales
3. En los cambios de estado no desaparecen ni aparecen sustancias (se transforman).
4. A veces, al subir la temperatura sí desaparecen y aparecen, por ejemplo: arder.

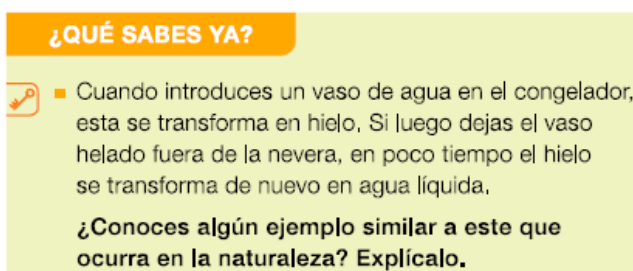
La idea 1 se construye para explicar hechos conocidos (S, L, G). Las restantes ideas no se construyen sino sólo se informa. No se usa el modelo ante nuevas situaciones, y menos aún se evalúa.

• **Libro de texto, editorial Santillana (3º de Primaria)**

Sobre el comienzo del tema o apartado:

¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?

Sí.



¿QUÉ SABES YA?

■ Cuando introduces un vaso de agua en el congelador, esta se transforma en hielo. Si luego dejas el vaso helado fuera de la nevera, en poco tiempo el hielo se transforma de nuevo en agua líquida.

¿Conoces algún ejemplo similar a este que ocurra en la naturaleza? Explicalo.

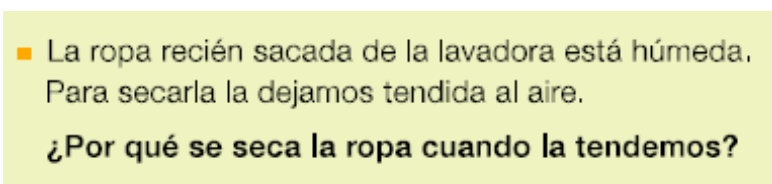
¿Cuál es la función de esa pregunta en el resto de la enseñanza?

La función de esta pregunta es que los alumnos/as sean capaces de localizar ambos cambios de estado (fusión y solidificación) en otras sustancias o contextos, por lo tanto no tiene ninguna relevancia en el resto de la enseñanza.

Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?

Sí.



■ La ropa recién sacada de la lavadora está húmeda. Para secarla la dejamos tendida al aire.

¿Por qué se seca la ropa cuando la tendemos?

Además, en los ejercicios de comprensión, podríamos considerar en la actividad 3 la expresión de ideas por parte de los estudiantes: “Explica qué es un reacción química y en qué se diferencia de un cambio de estado.”

¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

La función no es otra que ofrecer al alumno/a ejemplos de cambios de estado visibles en la vida cotidiana, para cuando llegue el apartado del tema donde se encuentra este contenido, los niños y niñas puedan identificarlo o ejemplificarlo con facilidad.

Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas:

No existen oportunidades para que nos estudiantes diseñen la búsqueda de pruebas, la evalúen, obtengan resultados, etc.

Sobre los modelos y grandes ideas:

No se construyen ni se usan modelos, por lo tanto, tampoco se evalúan.

Las grandes ideas que se pretende que aprendan los estudiantes son:

- Conocer qué es la materia e identificar sus propiedades y estados.
- Entender que en los cambios de estados la sustancia no se transforma.

Todos los objetos que nos rodean están formados por materia, que tiene masa y ocupa un volumen. La materia puede estar en tres estados: sólido, líquido y gaseoso.

La materia puede experimentar dos tipos de cambios: aquellos en los que las sustancias no se transforman y aquellos en los que se produce una reacción química que transforma las sustancias en otras diferentes.

• Libro de texto, editorial Santillana (4º de Primaria)

Sobre el comienzo del tema o apartado:

¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?

Sí, aparece una patinadora deslizándose por la pista de hielo y se plantea una cuestión:

¿Te parece posible andar sobre el agua?



¿Cuál es la función de esa pregunta en el resto de la enseñanza?

La de que los escolares tomen conciencia de que el agua, el hielo y el vapor de agua, son la misma materia (agua) en los diferentes estados que puede presentarse (S-L-G).



¿Te parece posible andar sobre el agua? Pues eso es lo que hace la patinadora de la fotografía. No es trampa: está patinando sobre hielo, que es agua sólida de la misma materia que el agua del grifo.

El agua se presenta como vapor, agua líquida o hielo. En general, todos los materiales pueden presentarse en cualquiera de los tres estados: gaseoso, líquido o sólido.

Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?

Sí, aparecen una serie de cuestiones en la portada de la unidad:

Encuentra tres diferencias entre el plástico y el aire.
Recuerda los tres estados en los que se puede encontrar el agua.
Al evaporarse el agua, ¿se produce un cambio físico o un cambio químico?
¿Por qué?

¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

Ninguna más allá que la de conocer los conocimientos previos del alumnado.

Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas:

No existen oportunidades para que los estudiantes evalúen diseños o diseñen la búsqueda de pruebas, tampoco se obtienen resultados concretos que se puedan transformar en pruebas o argumentos.

Sobre los modelos y grandes ideas:

¿Se construyen modelos para explicar “algo”?, ¿ese “algo” que es: fenómeno, resultados, conclusiones, etc.?

Sí, siempre que podamos entender que al trabajar las propiedades de la materia están modelizando o utilizando características de un fenómeno o los motivos por los que sucede.

¿Se evalúan esos modelos?, ¿qué fenómenos se pretende explicar o predecir?

No se evalúan, sencillamente se dan por válidos, dado que aparecen en el contenido teórico y es abalado por el docente. Se pretende explicar el comportamiento de las sustancias en cada uno de los estados.

¿Se usan esos modelos sin finalidad de evaluarlos?, ¿para qué se usan?

Sí, para explicar cómo son las sustancias en estado líquido, sólido y gaseoso.

¿Cuál es el contenido del modelo o modelos, o de las grandes ideas, que se pretende que aprendan los estudiantes?

- Los tres estados:

*Gaseoso: tienen la propiedad de esparcirse con facilidad, hasta llenar por completo el recipiente donde se encuentran. Sin forma propia, adoptan la forma del recipiente.

*Líquido: no tienen forma propia, toman la del recipiente que los contiene y su superficie es plana y horizontal.

*Sólido: tienen forma propia, aumentan de tamaño al aumentar la temperatura, al igual que los líquidos y los gases.

- Cambios de estado:

*Fusión: S-L (hielo: 0 grados).

* Vaporización: L-G. Si ocurre a cualquier temperatura se llama evaporación. Si ocurre a una temperatura fija, en toda la masa del líquido, se llama ebullición (en el agua a 100 grados).

*Condensación: G-L.

*Solidificación: L-S.

● **Libro de texto, editorial Santillana (6° de Primaria)**

Sobre el comienzo del tema o apartado:

¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?

No.

Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?

Sí, hay un ejercicio en el apartado “¿Qué sabías ya?”, en el que pregunta por el estado de varias materias.



¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

Comprobar, mediante los contenidos teóricos, si sus respuestas son ciertas o no.

Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas:

No existen oportunidades para que los estudiantes diseñen la búsqueda de pruebas, la evalúen u obtengan resultados.

Sobre los modelos y grandes ideas:

No se construyen, se evalúan, ni se usan modelos para explicar, predecir, etc.

El contenido de las grandes ideas es:

Los cambios de estado son:

- **Fusión.** Es el cambio del estado sólido al estado líquido de un cuerpo cuando recibe calor. Incluso el acero se funde si su temperatura aumenta lo suficiente, ①
- **Solidificación.** Es el paso de líquido a sólido de un cuerpo cuando pierde calor. Se produce, por ejemplo, cuando en el congelador el agua se transforma en hielo.
- **Vaporización.** Es el paso del estado líquido al estado gaseoso de un cuerpo. Puede ocurrir de dos formas:
 - **Evaporación.** Se produce a cualquier temperatura y lentamente. Por ejemplo, si dejamos destapado un frasco de colonia, con el tiempo, la colonia se evapora.
 - **Ebullición.** Ocurre de una forma rápida cuando un cuerpo recibe calor y alcanza una cierta temperatura que es fija para cada sustancia. Por ejemplo, el agua hierve, es decir, entra en ebullición, a los 100 °C.
- **Condensación.** Es el paso de gas a líquido. Ocurre, por ejemplo, cuando el vapor de agua del baño se condensa en el espejo, que se empaña, ②
- **Sublimación.** Es el paso del estado sólido al estado gaseoso directamente, sin pasar por líquido. Se da en algunas sustancias como el yodo o la naftalina, ③

- Propuesta didáctica Universidad de Sevilla, Ciencias Experimentales (Educación Infantil):

Sobre el comienzo del tema o apartado:

¿Se plantea una pregunta o problema?, ¿cuál es?

Si: “¿qué podemos hacer para ayudar a Coco?”.

DESARROLLO DE LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA Y RESULTADOS

Primera parte: El hielo atrapa objetos (tabla 2)

Partiendo de la propuesta de Garoña *et al.* (2014), se comienza con la pregunta: *En mi casa un cocodrilo que se llama Coco ha estado jugando en el congelador y se ha dejado un lápiz y una piruleta metidos en agua. Con el frío esta se ha congelado, y ahora no hay manera de sacar ni uno ni otra del hielo, que está durísimo... ¿Qué podemos hacer para ayudar a Coco? El pobre está llorando...* [Se enseña el muñeco y recipientes de lo que se narra].

¿Cuál es la función de esa pregunta en el resto de la enseñanza?

Organizar la secuencia: respuestas, pruebas, resultados y conclusiones.

Sobre la expresión de ideas por parte de los estudiantes:

¿Existen oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?, ¿qué oportunidades?

Si. A lo largo de toda la secuencia el docente formula cuestiones.

*¿El chocolate en qué estado está: sólido, líquido o gaseoso?
Si lo ponemos sobre el hornillo, ¿qué le pasará?*

*Este líquido que ha aparecido, ¿de dónde ha salido?
El humito que se ve, ¿de dónde ha salido?*

*¿En qué estado se halla el polo: sólido, líquido o gaseoso?
¿Está frío o caliente?
¿Está blando o duro?
¿Se mueve por dentro o no?*

Si lo ponemos en el congelador, ¿qué le pasará?

*¿Está frío o caliente?
¿Está blando o duro?
¿Se mueve por dentro o no?*

¿Cuál es la función de esas ideas personales en el resto de la enseñanza?

Realizar predicciones que motiven la búsqueda de pruebas (por ejemplo en con el siguiente planteamiento: “Ante dos trozos de hielo, uno en la cacerola y otro en una mesa, ¿qué trozo de hielo se derretirá antes?”), comprobarlas y extraer conclusiones.

Sobre la obtención de pruebas para contrastar ideas:

¿Existen oportunidades para que los estudiantes diseñen la búsqueda de pruebas?

Sí, pues con la pregunta tras plantear una problemática (“¿Qué podemos hacer para ayudar a Coco?”), el alumnado puede proponer un diseño de búsqueda de pruebas para conseguir el objetivo (derretir el hielo).

¿Existen oportunidades para que los estudiantes evalúen diseños para la búsqueda de pruebas?, ¿qué oportunidades?

No.

¿Se obtienen resultados concretos?, ¿cuál es su origen: medidas, observaciones, búsqueda de información...?

Si. El origen de estos resultados son observaciones: cuando la docente coloca uno de los bloques de hielo en el cazo, encima de un hornillo eléctrico y simultáneamente coge otro con la mano, se obtienen resultados concretos (¿cómo se derrite más rápido?).

¿Existen oportunidades explícitas para transformar resultados en pruebas (argumentación)?, ¿qué oportunidades?

Si.

les pregunta: «¿Por qué hay agua en el cazo?». Las respuestas más comunes son que «el agua viene del grifo», «el hielo se ha congelado», o que «el hielo se ha derretido» (un niño). Se les explica que las altas temperaturas hacen que el hielo se derrita, por lo que el agua surge del hielo; allí no hay grifo. Asimismo, la docente procura que se fijen en el vapor de agua, porque por sí solos no lo hacían, y cuando les pregunta «¿Sabéis qué es este humito blanco?» nadie contesta. Así que se les dice que «con calorcito, el hielo se derrite». El *humo* procede del agua.

Sobre los modelos y grandes ideas:

¿Se construyen modelos para explicar “algo”?, ¿ese “algo” que es: fenómeno, resultados, conclusiones, etc.?

Si. Son fenómenos conceptuales como cambios de estado (fusión en el chocolate) o acciones cotidianas (derramar o verter una sustancia en estado líquido).

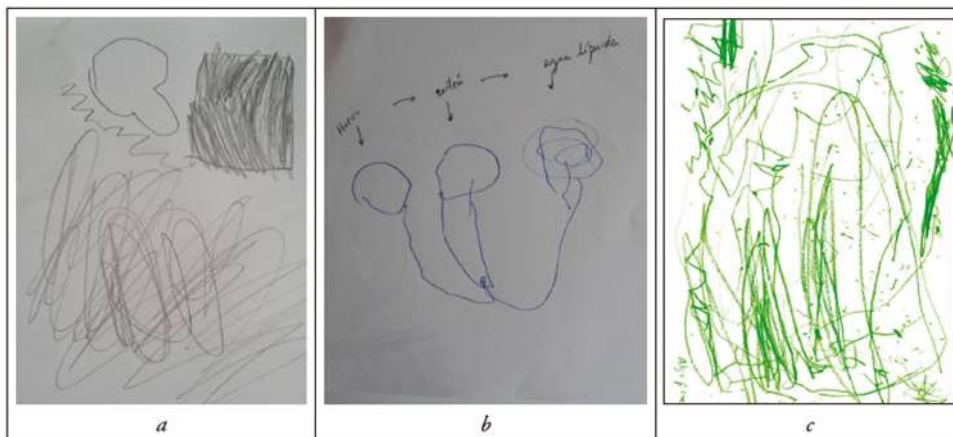


Fig. 3. *a)* Dibujo que representa de derecha a izquierda cómo el chocolate sólido en la olla con fuego se derrite (segundo ciclo); *b)* Dibujo de la fusión del chocolate, en el que aparece un huevo que en la sartén pasa a agua líquida (segundo ciclo); *c)* Dibujo de *algo que se derrama* (primer ciclo).

Además, otros conceptos como materia en estado sólido (hielo) o la solidificación (polo flash)

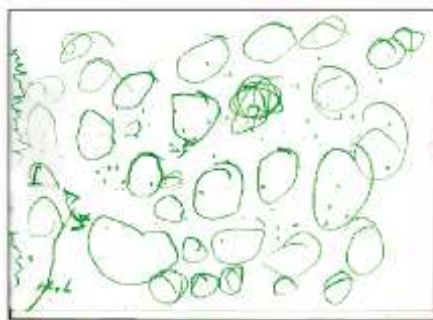


Fig. 4. Dibujo de cubitos de hielo.



Fig. 5. Dibujo en el que se aprecia que el hielo hace que el polo *flash* cambie de estado.

¿Se evalúan esos modelos?, ¿qué fenómenos se pretende explicar o predecir?

No.

¿Se usan esos modelos sin finalidad de evaluarlos?, ¿para qué se usan?

Si. Solo se pretende explicar cómo distintas sustancias pueden pasar de estado líquido a sólido y viceversa, además de que la materia no cambia en dichos procesos.

¿Cuál es el contenido del modelo o modelos, o de las grandes ideas, que se pretende que aprendan los estudiantes?

El contenido de las grandes ideas que se pretende que aprendan los estudiantes es:

- Textura del hielo y sensación térmica que produce. Planteamiento de predicciones.
- Efecto del calentamiento en el estado del hielo.
- El agua que proviene del hielo se encuentra en estado líquido.
- Naturaleza acuosa del vapor de agua.
- Relación entre el tiempo de fusión y la temperatura del medio.
- Causas de los distintos cambios de estado del agua.
- La fusión del sólido no modifica su identidad.
- Características de del polo flash líquido (temperatura, dureza / fluidez).
- Cambio de estado, la congelación.
- Características de del polo flash sólido (temperatura, dureza / fluidez).

6.3. Tabla de ítems cerrados

Las secuencias extraídas de libros de texto, propuestas didácticas y proyectos son las siguientes:

- T1: Libro de texto de la editorial Anaya (6° de Primaria).
- T2: Libro de texto de la editorial SM (1° de Primaria).
- T3: Libro de texto de la editorial SM (4° de Primaria).
- T4: Libro de texto de la editorial SM (5° de Primaria).
- T5: Escuela Infantil Los Gorriones: Proyecto El Agua (3 años).
- T6: Proyecto Europeo (INTEF, MECD): Conocimiento del medio (Ciclo 3° de Educación Primaria)
- T7: Libro de texto de la editorial Santillana (2° de Primaria).
- T8: Libro de texto de la editorial Santillana (3° de Primaria).
- T9: Libro de texto de la editorial Santillana (4° de Primaria).
- T10: Libro de texto de la editorial Santillana (6° de Primaria).
- T11: Propuesta didáctica Universidad de Sevilla, Ciencias Experimentales (Educación Infantil).

Ítems/ Secuencia	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
1. ¿Se plantea una pregunta o problema?	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI
2. ¿Se proponen a partir de un dibujo, viñeta, fotografía, etc.?	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO
3. ¿Sirven como hilo conductor de la secuencia?	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI
4. ¿Tratan de que los estudiantes expongan sus ideas previas, se aclaren conceptos o que el docente conozca cuanto saben sobre los contenidos que se van a trabajar?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI

5. ¿Existen otras oportunidades explícitas para que los estudiantes expresen sus ideas?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
6. ¿Tienen el objetivo de que el docente conozca las ideas previas del estudiante, comprobar si reconoce materias en diferentes estados, los procesos de cambio de estado, etc.?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
7. ¿Son usadas estas ideas para realizar predicciones que motiven la búsqueda de pruebas, comprobarlas y extraer conclusiones?	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI
8. ¿Existen oportunidades para que los estudiantes diseñen la búsqueda de pruebas?	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI
9. ¿Existen oportunidades para que los estudiantes evalúen diseños para la búsqueda de pruebas?	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
10. ¿Se obtienen resultados concretos originados por medidas, observaciones, búsqueda de información...?	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI
11. ¿Existen oportunidades explícitas para transformar resultados en pruebas o argumentos?	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI
12. ¿Sólo sirve la secuencia para explicar un caso concreto (por ejemplo: los cambios de estado en el agua)?	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
13. ¿Se construyen modelos para explicar “algo”?	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	SI
14. ¿Se evalúan esos modelos?	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
15. ¿Se usan esos modelos sin finalidad de evaluarlos?	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	SI