

LAS IDEAS «CIENTÍFICAS» DE LOS ALUMNOS Y ALUMNAS DE PRIMARIA: TAREAS, DIBUJOS Y TEXTOS

M.^a Ángeles Arillo
Ángel Ezquerra
Pilar Fernández
Paloma Galán
Eugenia García
Mairena González
Ángel de Juanas
Rosa Martín del Pozo (coord.)
Carmen Reyero
Constanza San Martín



Las ideas «científicas» de los alumnos y alumnas de Primaria: tareas, dibujos y textos

Maria Ángeles Arillo

Ángel Ezquerro

Pilar Fernández

Paloma Galán

Eugenia García

Mairena González

Ángel de Juanas

Rosa Martín del Pozo (*coord.*)

Carmen Reyero

Constanza San Martín



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID

© *Universidad Complutense de Madrid*
Madrid 2013

© *Rosa Martín del Pozo (coord.), María Ángeles Arillo,*
Ángel Ezquerro, Pilar Fernández, Paloma Galán,
Eugenia García, Mairena González, Ángel de Juanas,
Carmen Reyero, Constanza San Martín

Ilustración de cubierta: Francesco Tonucci (Frato)

ISBN: 978-84-695-8260-2
Depósito legal: M-21.586-2013

Primera edición: septiembre de 2013

Impreso en España - Printed in Spain
Preimpresión: Maribel Díez del Pozo
Imprime: Imprenta GAMAR



Índice

<i>Introducción</i>	7
---------------------------	---

I. ALGUNAS PREGUNTAS SOBRE LAS IDEAS DE LOS ALUMNOS

¿Las ideas de los alumnos son errores, o qué son?	15
¿Qué características tienen?	16
¿Cuál puede ser su origen?	20
¿Cómo cambian?	22
¿Cómo podemos averiguarlas?	24
¿Qué hacemos con las respuestas de los alumnos?	26
¿Cómo se pueden utilizar en el aula?	36
¿Y por qué son importantes estas ideas para aprender ciencias? ..	38
¿Y qué piensan los maestros de las ideas de los alumno?	39
Bibliografía geneal sobre las ideas de los alumnos	41

II. TAREAS E IDEAS

El sistema Sol-Tierra-Luna	49
Minerales y rocas	83
El ciclo del agua	105
Clasificación de la materia	135
Reciclaje	159
Alimentación y hábitos alimenticios	171
Salud y enfermedad	185
El interior de nuestro cuerpo	193
Digestión	201
Masa, volumen y densidad	211
Energía	225
Electricidad	235
Estados físicos y cambios de estado	245
Cambios químicos	261
La ciencia y los científicos	277

Introducción

En el currículo oficial de Educación Primaria¹ se señalan una serie de orientaciones metodológicas para la enseñanza del área de Conocimiento del Medio en las que se resalta el papel de las ideas de los alumnos²:

Partir en cualquier actividad de las ideas de los alumnos, de sus intereses y experiencias. En esta área tan relacionada con la experiencia, niños y niñas han adquirido en el contacto diario con el medio que le rodea muchos conocimientos de los que es necesario partir porque forman su bagaje personal. Estos preconceptos o ideas previas son numerosos en el área, en su mayoría se adquieren paralelamente a la adquisición del lenguaje en el propio entorno familiar, por lo que es necesario que el docente los conozca bien para ajustar la acción didáctica.

Tanto es así que las ideas que los niños y niñas tienen sobre el mundo que les rodea constituyen una línea de investigación muy fructífera en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias. Pero además, su

¹ ORDEN ECI/2211/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Primaria (BOE, 20, julio, 2007).

<http://www.boe.es/boe/dias/2007/07/20/pdfs/A31487-31566.pdf>

² Cuando se utilizan los términos alumno o maestro, nos referimos indistintamente a alumnos y alumnas, maestros y maestras, y solo se hace por facilitar la lectura.

conocimiento y utilización didáctica resultan imprescindibles si queremos que los más pequeños aprendan ciencias de forma significativa y duradera.

Lo que presentamos es el resultado de veinte años de trabajo en el contexto de la asignatura optativa Concepciones de los Alumnos (6-12 años) sobre la Ciencia, de los estudios de Magisterio de la Universidad Complutense de Madrid, ofertada por el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Nuestro interés como formadores de futuros maestros se ha centrado en que estos fueran capaces de diseñar un instrumento que les permitiera detectar y analizar las ideas de los alumnos sobre un contenido científico del currículo de Primaria que fuera de su interés, y así estar en condiciones de diseñar actividades para hacer evolucionar tales ideas. Los estudiantes de Magisterio aprendieron a preguntar a los alumnos de Primaria alejándose de las preguntas tipo examen. Pero, sobre todo, se sorprendieron de sus respuestas: muchas y muy variadas.

La orientación práctica de la asignatura ha permitido recopilar una gran cantidad de tareas para explorar ideas sobre contenidos muy variados: desde el sistema Sol-Tierra-Luna, hasta la clasificación de los animales, pasando por los cambios de estado. Dicho en otros términos, tratamos de averiguar cuestiones tales como: *¿qué creen que les ocurre a los alimentos cuando nos los comemos?*, *¿qué criterios utilizan espontáneamente para clasificar materiales?*, *¿qué explicaciones dan al día y la noche?*, etc.

El libro que presentamos empieza ofreciendo una primera respuesta a preguntas básicas sobre *las ideas de los alumnos: ¿las ideas de los alumnos son errores o qué son?*, *¿son las mismas en los alumnos de la misma aula?*, *¿cómo podemos averiguarlas?*, etc. Así pues se describen las principales características de las ideas de los alumnos como fruto de muchos años de investigación psicológica y didáctica, y se ofrecen orientaciones prácticas para elaborar tareas que sirvan para explorar las ideas de los alumnos y para analizar sus respuestas. También se incluye una bibliografía básica para iniciarse en el estudio y la práctica con las ideas de los alumnos. Esta parte ha sido elaborada por Pilar Fernández, Mairena González, Constanza San Martín y Ángel de Juanas, profesores del área de Psicología del aprendizaje, y Rosa Martín del Pozo, profesora del área de Didáctica de las Ciencias.

A continuación, en cada una de las temáticas seleccionadas (*Sistema Sol-Tierra-Luna, Minerales y rocas, Ciclo del agua, Clasificación de la materia, Reciclaje, Alimentación y hábitos alimenticios, Salud y enfermedad, Interior del cuerpo, Digestión, Masa volumen y densidad, Energía, Electricidad, Estados físicos y cambios de estado, Cambios químicos y La ciencia y los científicos*) tratamos los siguientes aspectos:

- *Una breve introducción*, teniendo en cuenta la naturaleza de cada tema y los objetivos, contenidos, criterios de evaluación y competencias del currículo prescriptivo.
- *Tareas para detectar ideas*. De todas las posibles cuestiones sobre un determinado tema indicamos lo que nos interesó explorar y las tareas que se propusieron a los alumnos de Primaria para acercarnos a sus ideas.
- *Respuestas de los alumnos*. Se exponen y analizan las respuestas de la muestra de alumnos estudiada. También se incluyen tareas realizadas por ellos para ver «de su puño y letra» algunos de sus escritos y/o dibujos.
- *Niveles de conocimiento*. Las ideas de los alumnos se han organizado en niveles para apreciar su diversidad y diferente nivel de complejidad.
- *Para saber más...* Se incluye el comentario de una selección de estudios de las ideas de los alumnos sobre cada uno de los temas tratados.

En la elaboración de esta segunda parte han intervenido profesores de Didáctica de las Ciencias en el ámbito de la Química (M.^a Ángeles Arillo y Rosa Martín del Pozo), Física (Ángel Ezquerra), Biología (Paloma Galán) y Geología (Eugenia García y Carmen Reyero) de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid.

El libro así elaborado está dirigido a los maestros en activo interesados en averiguar las ideas de sus alumnos sobre algunos de tantos asuntos como se tratan en el área de Conocimiento del Medio. También a los futuros maestros, puesto que aquí encontrarán orientaciones para iniciarse en la exploración de las ideas de los alumnos de Primaria. Y, cómo no, a los formadores de maestros, que pueden

encontrar en estas páginas ejemplos que ofrecer a los estudiantes de Magisterio. En definitiva, se trata de un material pensado para la práctica (actual o futura) de los maestros, no es un estudio académico ni todos los temas tratados tienen la misma profundidad.

Por último, queremos insistir en que este libro es la culminación de una tarea colectiva: de los estudiantes de Magisterio que han diseñado tareas y recopilado las respuestas de los alumnos de Primaria; de los directores y maestros que han colaborado con nosotros permitiendo a los estudiantes entrar en los colegios públicos y, muy especialmente, de los cientos de niños y niñas de Primaria de la Comunidad de Madrid que nos han regalado sus ideas sobre los animales, las plantas, el cuerpo humano, los cambios de estado y tantos y tantos temas. Nuestro sincero agradecimiento a todos ellos.

Deseamos que este libro sea de utilidad a aquellos que, como ilustra Francesco Tonucci en la portada³, estén más interesados en averiguar qué piensan sus alumnos que en saber qué recuerdan de lo que les han explicado en el colegio.

³ Nuestro agradecimiento a Francesco Tonucci (FRATO) por habernos permitido utilizar uno de sus dibujos para la portada de este libro.

I.

Algunas preguntas sobre las ideas de los alumnos

¿Las ideas de los alumnos son errores, o qué son?

¿Qué características tienen?

¿Cuál puede ser su origen?

¿Cómo cambian?

¿Cómo podemos averiguarlas?

¿Qué hacemos con las respuestas de los alumnos?

¿Cómo se pueden utilizar en el aula?

¿Por qué son importantes estas ideas para aprender ciencias?

¿Qué piensan los maestros de las ideas de los alumnos?

Bibliografía general sobre las ideas de los alumnos

Las concepciones (o ideas) de los alumnos constituyen el objeto de estudio de una de las líneas de investigación en Didáctica de las Ciencias más desarrolladas por su volumen, variedad e implicaciones para la enseñanza y la formación del profesorado de ciencias en todos los niveles educativos (Furió, Solbes y Carrascosa, 2006).

Las ideas de los alumnos no son solo un objeto de investigación, son también una señal de innovación en la enseñanza de las ciencias. Los profesores de todos los niveles educativos que se preocupan por averiguar lo que sus alumnos saben acerca de los fenómenos físico-naturales, que les ponen a discutir sus ideas entre ellos, que les orientan para buscar otras informaciones comparables con lo que ellos piensan y que, sobre todo, les ayudan en la difícil tarea de mejorar sus ideas acerca del mundo; esos profesores utilizan las ideas de sus alumnos como el eje principal del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.

Pero antes de continuar, sería interesante ver qué pensamos de las ideas de los alumnos. Para ello, podemos, por ejemplo, mostrar nuestro grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes declaraciones¹:

¹ Las declaraciones son parte del Cuestionario sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, del Proyecto I+D+i EDU2011-23551, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

IDEAS DE LOS ALUMNOS	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo
Los alumnos interpretan personalmente la información que perciben de la realidad.			
Los alumnos aprenden cuando incorporan mentalmente los contenidos de ciencias enseñados.			
La exploración de las ideas de los alumnos se debe de realizar al principio de un tema para determinar el nivel de partida.			
El debate de las ideas e intereses de los alumnos a lo largo de todo el proceso de enseñanza es imprescindible para aprender ciencias.			
El aprendizaje ocurre cuando los errores conceptuales de los alumnos son sustituidos por ideas científicas correctas.			
Los resultados de la exploración inicial de las ideas de los alumnos respecto a un tema concreto interesan únicamente al maestro.			
Aprender implica reelaborar las ideas propias de forma progresiva a través de la interacción con distintas fuentes de información.			
La manifestación de ideas e intereses de los alumnos a lo largo de la enseñanza de un tema provocan cambios en la planificación docente.			
El aprendizaje de los alumnos puede ser diferente del previsto por el profesor aunque la enseñanza esté muy bien fundamentada.			
Las ideas que los alumnos usan habitualmente en su vida cotidiana constituyen un conocimiento alternativo al conocimiento escolar.			
Los alumnos no tienen capacidad para elaborar espontáneamente, por ellos mismos, ideas acerca del mundo natural y social que les rodea.			
Las ideas de los alumnos sobre los conceptos de ciencias suelen ser erróneas y de poca utilidad.			

Ahora, podemos tener presentes nuestros acuerdos y desacuerdos y compararlos con la siguiente información acerca de las ideas de los alumnos, que hemos organizado en torno a las preguntas que suelen ser más habituales.

¿Las ideas de los alumnos son errores o qué son?

Como señala Cubero (2005), los investigadores en Didáctica de las Ciencias se han referido al hecho de que los alumnos desarrollan explicaciones propias sobre el mundo con una gran cantidad de términos: concepciones, ideas previas, creencias, teorías, concepciones erróneas (proveniente de la traducción del inglés «misconception»), concepciones alternativas, etc. En este sentido, la polisemia del lenguaje para designar este «saber» no deja de ser un reflejo de los diferentes enfoques sobre la naturaleza, estructura y utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ideas de los alumnos.

Para la iniciación en el trabajo didáctico con las ideas de los alumnos, resulta conveniente diferenciar dos posiciones con importantes implicaciones en la enseñanza de las ciencias. Desde el punto de vista científico y escolar las ideas pueden ser erróneas, pero desde la perspectiva del alumno y sobre la base de su propia experiencia en el entorno, estas corresponden a verdaderas representaciones de la realidad, fruto de la propia capacidad de observación y de las experiencias cotidianas. Por ello, se trata más bien de considerarlas como concepciones alternativas o personales que poseen un significado y una utilidad para los alumnos a la hora de interpretar el mundo y los fenómenos que en él se generan.

En definitiva, no tiene mucho interés didáctico considerar las ideas de los alumnos como un error de comprensión que hay que eliminar, o como un conocimiento incompleto que hay que completar. Se trata más bien de considerar el conocimiento de los alumnos como un conocimiento alternativo, que debe enriquecerse con el conocimiento escolar. La enseñanza de las ciencias debe pretender facilitar ese enriquecimiento, tal y como se sintetiza en la Figura 1 (García, 1998).

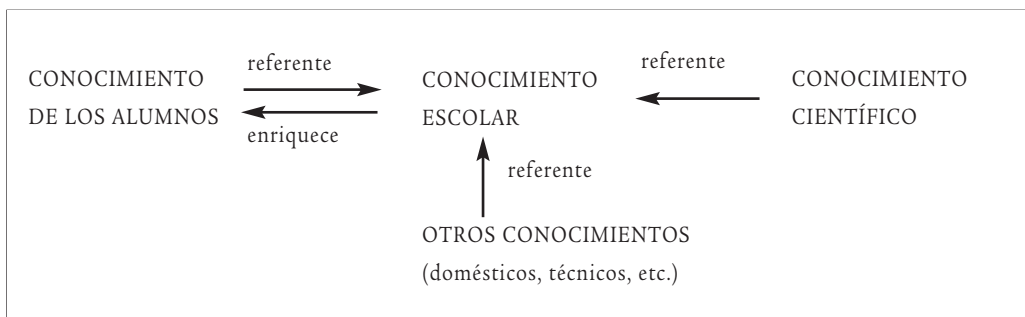


Figura 1. Relaciones entre el conocimiento científico, escolar y el de los alumnos.

¿Qué características tienen?

Las investigaciones realizadas en diversos países y áreas científicas distintas son coincidentes en que los alumnos, producto de su experiencia y su percepción cotidiana de los fenómenos físico-naturales, poseen una serie de ideas sobre dichos fenómenos. Diferentes autores (Driver y otros, 1989, 1999; Cubero, 1989; 2005; Pozo y otros., 1991; Posada, 2000; Martín del Pozo, 2001; Furió y otros., 2006) parecen coincidir en la existencia de una serie de características generales en las concepciones de los alumnos, que indicamos a continuación.

- **Persistencia en el tiempo y resistencia al cambio**

Tal y como señalaba Cubero (1989), las ideas de los alumnos no son hechos anecdóticos, más bien son concepciones que se mantienen a lo largo del tiempo. Las ideas de los alumnos son bastante estables y persistentes, a pesar de la enseñanza recibida. Esto es más evidente en la medida en que las ideas transmitidas están más alejadas de la intuición. Por ejemplo, aunque los porcentajes de la idea de digestión como almacenamiento de los alimentos en el estómago disminuye claramente con la edad, es una idea que persiste a lo largo de la escolaridad, como podemos ver en los siguientes dibujos (Figura 2).

La persistencia de las ideas de los alumnos y, por tanto, su resistencia al cambio, también ha sido atribuida a factores motivacionales. De tal modo, se entiende que si el niño no presenta interés en un nuevo contenido, será difícil modificar las ideas que mantiene al respecto. De ahí la importancia de la motivación para aprender.

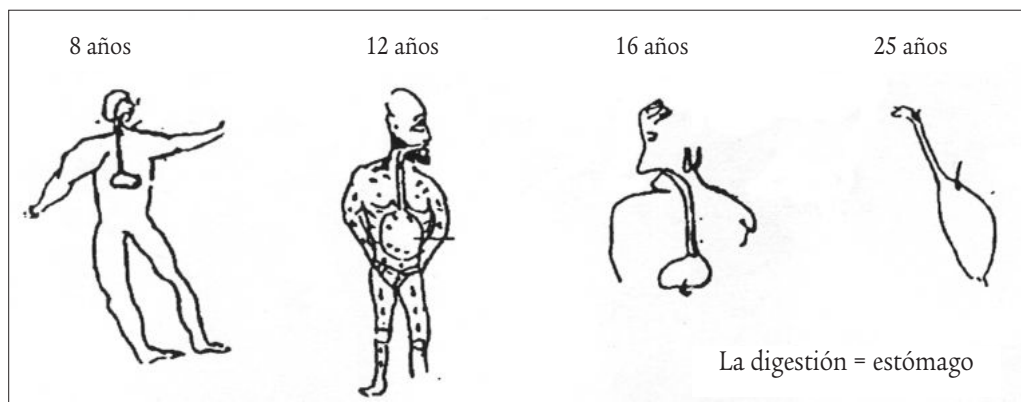


Figura 2. Representación de la digestión en diferentes edades.

Otros autores han señalado que, para algunos contenidos muy jerarquizados, esta dificultad se puede explicar por la carencia de conocimientos previos. Es decir, les resulta complicado entender nuevos argumentos si no son capaces de conectarlos con lo que ellos saben, en consecuencia, generar un cambio en las concepciones previas (Cubero, 2005).

Además, muchas de las ideas que tienen los alumnos les son útiles para desenvolverse en la vida cotidiana. Esta funcionalidad es otra de las causas por las que estas ideas se resisten a cambiar y persisten en el tiempo, a pesar de la enseñanza. Desde la perspectiva de los alumnos, sus propias teorías son coherentes, permiten predecir futuros acontecimientos, otorgan una explicación causal a distintos fenómenos, así que ¿por qué cambiarlas? (Pozo, 2008).

- ***Relativa coherencia interna***

Las ideas de los alumnos no parecen ser ideas aisladas sino que constituyen estructuras, esquemas, marcos, teorías personales o sistemas de ideas, pero con una escasa relación jerárquica. Presentan una relativa coherencia interna que recurre a esquemas causales muy simples para explicar los acontecimientos. De tal manera, las teorías implícitas que dan explicación a una serie de fenómenos científicos presentan una relación lineal entre la causa y el efecto, y en un solo sentido. Se trata de una simplificación como resultado de un análisis de origen sensorial. Por ejemplo, para algunos alumnos de 6.º de Primaria un cambio químico es «cuando cambia el color, explota o sale humo», es decir, un acontecimiento que les llama la atención y que «han visto», y no la interacción entre una o varias sustancias para formar otra u otras diferentes de las primeras. Por tanto, la interpretación de los fenómenos en términos de sistemas de interacción se ve frenada por las ideas cotidianas que restringen el procesamiento de la información a esquemas de causalidad simple.

Aun cuando se ha descrito una cierta coherencia e interconexión en las ideas de los alumnos, éstas se presentan en ocasiones de un modo contradictorio, puesto que una misma persona es capaz de explicar desde varios puntos de vista, inconsistentes entre sí, un mismo fenómeno (Pozo y Carretero, 1987). Por este motivo, se habla de un grado de coherencia variable o relativo, puesto que pueden formar parte de un modelo mental explicativo, o bien constituir representaciones más o menos aisladas. Ambas posibilidades han sido defendidas por diversos autores. Carretero (1997) ha indicado que estas dos posturas son complementarias, puesto que pueden tener representaciones poco coherentes respecto de algunos fenómenos, o bien, ser capaces de elaborar representaciones integradas, coherentes y más complejas, no solo

producto de su experiencia cotidiana, sino también a través de la experiencia escolar y del conocimiento adquirido en este contexto.

- ***Ideas compartidas***

Podemos decir que las ideas de los alumnos son construcciones personales elaboradas de un modo más o menos espontáneo en su interacción con el mundo social y natural, pero compartidas por diferentes grupos; es decir, poseen un cierto carácter transcultural, tienen cierto grado de universalidad.

Las ideas espontáneas se construyen de manera individual, pero se han identificado esquemas comunes sobre la interpretación del mundo en alumnos de sistemas educativos y de países distintos (Pintó, Aliberas y Gómez, 1996).

Aun cuando es factible identificar diferencias en algunos detalles que caracterizan una concepción distinta, el hecho de que alumnos de una misma aula compartan patrones relevantes en sus ideas, facilita el acceso y utilización didáctica en el aula. Esta característica permitiría anticipar el modo en que los niños de una determinada edad tienden a conceptualizar un problema o fenómeno determinado. Si bien, como ha señalado Driver (1986) se requiere interpretar estas ideas dentro de un marco individual que considere en todo momento las características propias de los alumnos.

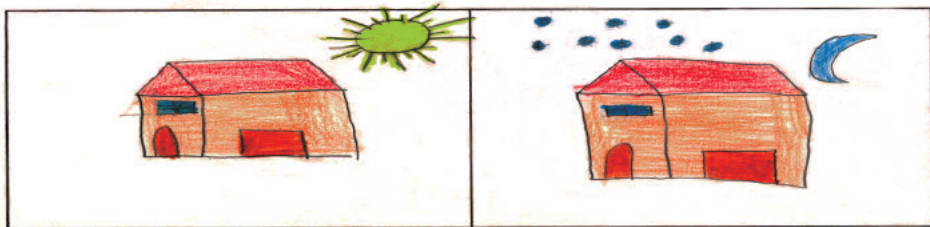
Diversos estudios demuestran cierto grado de universalidad en las ideas, aun cuando no debemos olvidar la intervención de factores relacionados con el contexto sociocultural. Así, por ejemplo, respecto de esta comunidad de patrones generales, Osborne y Freyberg (1991) constataron que para los niños la fuerza de gravedad aumenta con la altura, es decir, piensan que aquellos objetos que caen desde una altura mayor causan un daño mayor que los que caen desde menos altura. Estas explicaciones se basan en la idea de que a más altura hay más gravedad actuando.

- ***Diversidad***

El hecho de que existan patrones comunes no significa, ni mucho menos, que todos los alumnos de una clase tengan las mismas ideas. Como señala Cubero (1989), una de las características de las ideas de los alumnos que más implicaciones didácticas tiene es su diversidad en un mismo grupo de alumnos, lo cual obliga a plantearnos la necesidad de encontrar estrategias didácticas que permitan a los alumnos que sus ideas «mejoren» desde el nivel en el que se encuentra cada uno. Las Figuras 3 y 4 son solo un pequeño ejemplo de esta diversidad.

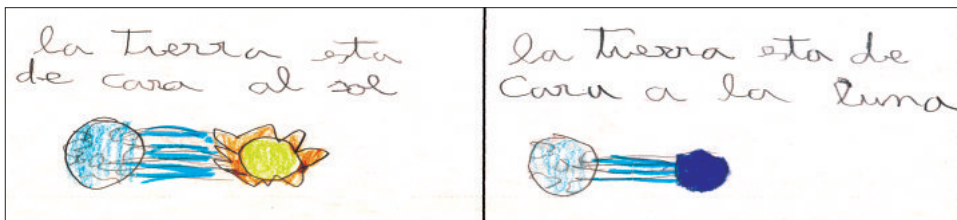


Figura 3. Interior de una mujer embarazada visto por alumnos de 4.º de Primaria.



Porque de dia hace
x las estrellas.

sol y de noche. esta la



la tierra esta
de cara al sol

la tierra esta de
cara a la luna

Figura 4. El día y la noche visto por alumnos de 2.º de Primaria.

- *Carácter implícito*

Las ideas de los alumnos se manifiestan a través del lenguaje oral, escrito y gráfico, y esencialmente están implícitas en las tareas que los alumnos realizan. Debido a esto, no suelen ser utilizadas de un modo consciente para analizar la realidad, sino que observamos la realidad a través de ellas. Por tanto, actúan como verdades que las personas asumen como propias. La naturaleza implícita o inconsciente de la mayoría de nuestras ideas previas, se traduce en la dificultad para darlas a conocer verbalmente y, por tanto, para identificarlas. Por ello, debemos buscar los mecanismos

para acceder a ellas por medio de la combinación de técnicas complementarias (dibujos, textos, entrevistas...), con el objetivo de detectarlas, enriquecerlas y transformarlas (Cubero, 2005; Rodrigo y otros, 1993).

- ***Cierto paralelismo con las teorías precientíficas***

Otra característica que se ha destacado en numerosas investigaciones se refiere a un cierto paralelismo existente entre las concepciones de los alumnos y las teorías precientíficas, generalmente asumidas en otras épocas históricas, es decir, con los descubrimientos realizados en el transcurso de la historia de la ciencia (Pozo y Carretero, 1987).

También se ha destacado que así como la ciencia debe superar una serie de obstáculos epistemológicos para evolucionar, los alumnos también deben hacer evolucionar sus propias teorías e ideas previas para aproximarse progresivamente al conocimiento escolar de las ciencias (Gagliardi, 1986).

En resumen, las ideas de los alumnos se caracterizan por ser fruto de la propia experiencia, persistir en el tiempo, tener un carácter implícito por lo cual es difícil su verbalización, poseer un grado de coherencia interna y reproducir algunas ideas que han tenido los científicos en el transcurso de la historia. En definitiva, estas teorías facilitan la adaptación de los alumnos al entorno donde se desenvuelven, manteniendo un fino equilibrio entre el cambio y la estabilidad del conocimiento. Otra cuestión es que por su carácter cotidiano se basen en estructuras conceptuales simples en oposición a esquemas formales asociados a las teorías científicas que se trasponen en el contexto escolar (Figura 5).

¿Cuál puede ser su origen?

Los estudios centrados en la detección y caracterización de las ideas de los alumnos han ido aportando posibles factores que tratan de explicar la existencia de estas ideas y las dificultades más habituales de aprendizaje. En un trabajo dedicado, precisamente, a revisar y categorizar las causas psicológicas de las ideas de los alumnos, Pozo (1996) distingue tres posibles orígenes de dichas ideas:

- *Un origen sensorial*, que da lugar a concepciones de naturaleza espontánea. El contenido de las ideas de los alumnos está, en gran medida, determinado por la aplicación de reglas de inferencia causal a los datos que se recogen del entorno a través de los sentidos.

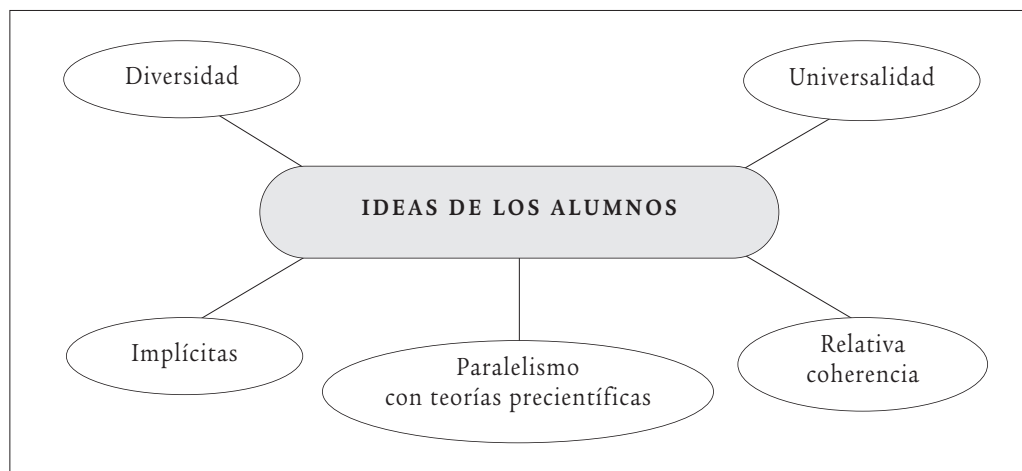


Figura 5. Características de las ideas de los alumnos.

- *Un origen social*, que daría lugar a concepciones socialmente inducidas, sobre todo, a través de los medios de comunicación.
- *Un origen escolar*, que daría lugar a concepciones inducidas por la enseñanza, sobre todo, mediante la utilización de la analogía.

En la misma línea, Driver (1993) menciona tres factores que influyen en las concepciones de los alumnos:

- *El medio*. Es decir, la propia experiencia de los alumnos sobre los fenómenos físico-naturales. Sus ideas tienden a adaptarse para que se ajusten a la experiencia que tienen del medio que les rodea.
- *La interacción social*. Es decir, los alumnos adoptan modos de pensar y de expresarse propios de una cultura y que interaccionan con sus experiencias. En este sentido, los intercambios entre iguales juegan un papel esencial en el proceso de construcción del conocimiento.
- *La transmisión cultural*. Es decir, la intervención del profesor como mediador entre sus propias experiencias, la interacción social y la ciencia como conocimiento público construido socialmente.

Pozo y Gómez (1998) profundizan en el posible origen del contenido de las ideas espontáneas de los alumnos por las siguientes tendencias en el uso de las reglas de inferencia causal:

- La tendencia a tratar de explicar aquello que cambia, y que es más espectacular, que lo que permanece y es considerado más natural. Esta limitación en la necesidad de buscar una explicación dificulta enormemente la comprensión, en términos de conservación, de los procesos de cambio.
- La tendencia a atribuir un efecto a la causa que resulta más accesible a la memoria y que depende, a su vez, de lo reciente del hecho, de la frecuencia con que se atribuye un hecho a una causa y de lo impactante que sea ese hecho. La primacía de lo perceptivo es pues un rasgo predominante en las ideas de los alumnos y ha sido puesto de manifiesto por numerosos autores en todos los campos conceptuales.
- La tendencia a atribuir a lo desconocido, o no observable, las propiedades de lo conocido u observable. Así, es habitual que los alumnos otorguen las características de lo macroscópico al mundo de lo microscópico: si la identidad de las sustancias cambia, la identidad de los átomos también cambia.
- La tendencia al razonamiento causal lineal y simple, utilizando explicaciones aditivas más que interactivas.
- La tendencia a razonar en términos de contigüidad (espacial y temporal) entre la causa y el efecto.

¿Cómo cambian?

Para esta línea de investigación didáctica, cuya preocupación está en la mejora de la enseñanza, o en términos de aprendizaje, conseguir que los alumnos aprendan ciencias, no basta con conocer las ideas de los alumnos y sus posibles causas. Es imprescindible conocer cómo esas ideas pueden cambiar y qué puede hacerse para provocar ese cambio.

Por lo que respecta al cambio de las ideas de los alumnos, parece existir un consenso importante en que el cambio va más allá de la mera sustitución de unas ideas puntuales por otras científicamente más aceptables; más bien, se entiende como un proceso gradual de enriquecimiento y reestructuración de las estructuras conceptuales de los alumnos, de su manera de ver el mundo (Martín del Pozo, 2001).

En el modelo de cambio conceptual propuesto por Posner y otros (1982), el aprendizaje supone una interacción entre la nueva información y las ideas que se tengan. Los dos componentes fundamentales de este modelo son:

- Las condiciones para que se produzca el cambio conceptual, que hacen referencia a la insatisfacción de lo existente y a la potencialidad de la nueva conceptualización.
- La ecología conceptual del alumno, es decir, el producto del conjunto de experiencias y de las interacciones sociales de la persona, que van a influir en el cambio. Sobre todo, en lo que respecta a las anomalías que presente una idea que se tenga o a cuestiones más genéricas que los investigadores denominan compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos sobre la ciencia.

En el cambio conceptual pueden diferenciarse dos fases:

- *Asimilación*, en la que los alumnos utilizan su ecología conceptual, su sistema de ideas, para hacer frente a la nueva información.
- *Acomodación*, en la que se deben reestructurar los conceptos existentes para trabajar con los nuevos fenómenos, lo cual implica un cambio más radical, pero que se efectúa gradualmente.

Para Vosniadou (1994) la forma más simple de cambio conceptual es la ampliación de una estructura conceptual existente. La ampliación se entiende como la simple adición de información a un entramado teórico existente. Se asume que esta es una forma relativamente fácil de cambio conceptual. La revisión se requiere cuando la información a adquirir es inconsistente con las creencias o suposiciones existentes, o con la estructura relacional de una teoría. Se argumenta que la revisión de una teoría específica es más fácil que la revisión de todo un marco teórico.

En esta línea se plantea que en la construcción de estructuras conceptuales más complejas a partir de otras más simples, parece haber tres procesos fundamentales. Estos procesos son (Pozo y Gómez, 1998):

- La *explicitación* progresiva de las ideas, debido al carácter implícito de buena parte de ellas, tratando de formalizarlas al máximo para favorecer los procesos de reestructuración.
- La *reestructuración*, como proceso más profundo de cambio conceptual, admitiéndose que pueden darse otros cambios más débiles, de enriquecimiento y ajuste de las ideas ya existentes.
- La *integración* jerárquica de las ideas de los alumnos en las ideas que consideremos deseables, teniendo en cuenta que estas tendrán mayor capacidad de

generalización, una estructura conceptual más compleja y un mayor poder explicativo.

Los cambios han de darse entonces en una serie de principios organizadores:

- *Epistemológicos*: desde concebir la realidad como lo que vemos, a entender que construimos modelos para interpretar la realidad.
- *Ontológicos*: desde la concepción de los fenómenos como estados desconectados a una visión sistémica de los mismos.
- *Conceptuales*: desde una descripción de los fenómenos en función de lo que se observa y de lo que cambia, sin tener en cuenta lo que se conserva, a una visión de los fenómenos como interacciones, con cambios, conservaciones y sistemas en equilibrio, en los que se establecen relaciones cuantitativas (proporción, probabilidad, correlación) y no sólo cualitativas.

Las alteraciones que se vayan produciendo en las ideas y la reestructuración final son el producto de un conflicto cognitivo o desequilibrio entre lo existente y lo que no puede ser explicado o asimilado. Ahora bien, la simple toma de conciencia de la existencia del conflicto es condición necesaria pero no suficiente para que se produzca el cambio conceptual.

Pero lo que se vaya a aprender en el medio escolar no sólo depende de las ideas con las que los alumnos abordan el trabajo en el aula, sino también de sus estrategias cognitivas y de sus intereses y propósitos. Como señalan Pozo y otros (1991) se trata del cambio de una forma de conceptualizar por otra (cambio metodológico), más que de sustituir un concepto por otro, y un cambio actitudinal, porque las actitudes, la predisposición hacia el aprendizaje, deberían también de evolucionar desde planteamientos más extrínsecos hacia motivaciones más intrínsecas.

Cómo podemos averiguarlas?

En la investigación didáctica de las ideas de los alumnos se pueden (y deben) utilizar diferentes «instrumentos». El cuestionario es un instrumento aconsejado para muestras grandes, para alumnos que no sean muy pequeños, para obtener una visión del conjunto de la clase y para contenidos, sobre todo, conceptuales. Se complementa con los datos de entrevistas, observaciones o producciones escritas o gráficas de los alumnos. Se aplica de forma rápida y fácil. No es aconsejable utilizarlo, como tal cuestionario, en la clase y por el maestro habitual (sí pueden utilizarse las preguntas), pues para los alumnos podría ser considerado como un examen.

Para averiguar las ideas de los alumnos hay que tener en cuenta qué y cómo se pregunta, es decir, lo que se denomina el contexto de demanda. Varias son las recomendaciones:

- Que las preguntas no parezcan planteadas como un examen.
- Que las preguntas se refieran a situaciones cotidianas y familiares, y no infrecuentes, raras o muy académicas.
- Las preguntas abiertas en las que se plantean problemas (situaciones nuevas) suelen dar más y mejor información que las de preguntas cerradas, aunque tienen el problema de que son más difíciles de analizar.
- Hay que evitar las preguntas ambiguas o susceptibles de diferentes interpretaciones. Para ello es conveniente hacer un ensayo previo con varias personas para ver que estas entienden lo que se les está preguntando.
- También hay que evitar preguntas del tipo: «define», «para qué sirve», «qué función tiene», «cómo es», pues muchas veces llevan a respuestas académicas.
- En todo caso, hay que utilizar términos sencillos y precisos, y no términos técnicos.
- Las preguntas no deben inducir en su enunciado una determinada respuesta.
- El uso de esquemas o dibujos puede facilitar que los alumnos pongan de manifiesto sus ideas. En todo caso, conviene combinar distintas modalidades de preguntas: resolución de una situación-problema, comentario de una opinión, interpretación de un fenómeno, realización de un dibujo, etc.

Los maestros que trabajan con las ideas de sus alumnos suelen utilizar el cuaderno de clase como principal fuente de información de ideas, pues en él se plasman sus textos escritos (en los que podemos pedirles que incluyan sus expresiones orales) y dibujos. Para que el cuaderno cumpla esta función, parte de las tareas que proponemos a los alumnos deben estar orientadas a que expresen sus opiniones, hipótesis y predicciones acerca de los fenómenos físico-naturales, teniendo muy presente lo que hemos señalado para los cuestionarios.

¿Qué hacemos con las respuestas de los alumnos?

Para el tratamiento de las respuestas de los alumnos hay que tener un dominio específico del contenido sobre el que queramos explorar sus ideas y evitar generali-

zar y valorar antes de tiempo, puesto que se trata de un procedimiento sistemático y paciente en el que hay que «dar varias vueltas a las respuestas».

Podemos tener establecido de antemano (a priori) un sistema de categorías para analizar los datos, como, por ejemplo, que lo hayamos consultado en algún estudio didáctico, o elaborarlo nosotros mismos en interacción con los datos (a posteriori).

Hay que tener muy presente que nos interesan las ideas espontáneas de los alumnos y no tanto si son «correctas» o «incorrectas» (esa valoración es poco útil desde el punto de vista didáctico).

También es necesario señalar que nos interesan TODAS las ideas, aunque es muy conveniente saber cuál es la tendencia mayoritaria en una clase.

Para analizar los datos seguimos el siguiente procedimiento:

- Hacer una *primera lectura* de todas las respuestas para tener una impresión general.
- Se *presentan los datos* pregunta a pregunta, «vacíando» todas las respuestas y utilizando tablas de doble entrada.
- En el caso de *preguntas cerradas*, se contabilizan directamente las posibles respuestas.

En el caso de las *preguntas abiertas* se recogen todas las respuestas de la muestra, de manera que las tengamos todas «a la vista». Podemos reformular estas respuestas pero sin alterar su significado.

- Se analizan los datos (también pregunta a pregunta) agrupando las respuestas que representen una misma idea, indicando la frecuencia (y, en su caso, porcentajes).
- Se indican los *resultados* del análisis de cada pregunta, contestando a lo que queríamos averiguar con cada pregunta.
- Indicar las *conclusiones* contestando a la pregunta general: *¿qué ideas tienen los alumnos de la muestra sobre el contenido seleccionado?*, estableciendo una *posible progresión* de menor a mayor complejidad.



Veamos un ejemplo de todo el proceso.

A 18 alumnos de 4.º de Primaria se les propusieron las siguientes tareas para averiguar qué criterios utilizan para clasificar animales y cómo aplican criterios ya establecidos (alimentación, modo de desplazamiento, relación con las personas, etc.):







1. Haz grupos con los siguientes animales:

 1 pájaro	 2 cangrejo	 3 pez	 4 gato	 5 mariposa
 6 rana	 7 serpiente	 8 cerdo	 9 delfín	


2. Haz grupos de animales según se muevan de un sitio a otro:

 1 pingüino	 2 tortuga	 3 rana	 4 gusanos	 5 paloma	 6 tiburón	 7 gallina
---	--	---	--	---	--	---

3. Haz grupos con los animales que coman lo mismo:

 1 jirafa	 2 león	 3 vaca	 4 águila	 5 hombre	 6 mono
---	---	---	---	---	---

4. Haz grupos con los siguientes animales según su relación con las personas:

 1 perro	 2 pez	 3 tigre	 I. 4 elefante	 1 gallina
--	--	--	--	---

I. PRESENTACIÓN DE LOS DATOS

Lo primero que hacemos es numerar a los alumnos y «vaciar» sus respuestas «tal cual» en tablas, pero sin hacer ninguna interpretación.

- 1. Haz grupos con los siguientes animales:** 1. pájaro 2. cangrejo 3. pez
4. gato 5. mariposa 6. rana 7. serpiente 8. cerdo 9. delfín.

Alumnos	Criterios	Animales
1	Son preciosos Son bonitos Me gustan Se revuelcan	2, 9, 4, 6 6, 7 1, 5 8
2	Tienen alas. Viven en el mar Son iguales No contesta No contesta	1, 5 3, 6, 9 4, 8 7 2
3	Son aves Son cangrejos Son peces Son gatos normales Todos los animales y mariposa	1, 3 1, 2, 9 2, 3, 4 4, 6 5, 8
4	Son del agua Son aves Tienen cola y orejas Son bonitos Son decorativos	3, 6, 9 1, 5 4, 8 7, 9 1, 9
5	Son muy bonitos	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
6	Tienen cola Vuelan Saltan Nadan	4, 7, 8 1, 5 3, 6, 9 2, 3, 9
7	Uno vuela y otro nada Se mete en el barro y el otro salta Uno es de color negro y marrón Camina	1, 2, 5, 9 6, 8 4, 7 2
8	Tienen aletas y pinzas. Vuelan Ensucian Arrastran	2, 3, 9. 1, 5. 4, 8. 6, 7.

»»

Algunas preguntas sobre las ideas de los alumnos

9	Son muy bonitos Son muy feos Son muy graciosos Los dos saltan	1, 4 2, 6, 8 3, 7 5, 9
10	Vuelan Están fuera y dentro del agua Está en el agua No le gusta el agua	1, 5 2, 6, 7 3, 9 4, 8
11	Vuela Nada	1, 5 3, 6, 9
12	Tiene aletas Vuelan Se arrastran Tienen rabo	3, 9 1, 5 2, 7. 4, 8
13	Tienen alas Tienen cola Son monos Tienen aletas Tienen pinzas	1, 5 4, 7 6, 8 3, 9 2
14	Me gusta Es muy bonito Se arrastra Es guay Son monos	4, 5 1, 3 6, 7 2, 9 8
15	Tienen aletas Tienen alas Son carnívoros Son anfibios	3, 9 1, 5 4, 8 6, 7
16	Vuelan Viven en el agua Nadan Tienen patas Se arrastran	1, 5 2, 3 6, 9 4, 8 7
17	Tienen cuatro patas Tienen aletas Tienen alas Tienen rabo Se arrastra	6, 8 3, 9 1, 5 4 7
18	Son bonitos Vuelan Son preciosos Andan con cuatro patas No contesta	3, 9 1, 5 7, 9 4, 6 8

2. Haz grupos de animales según se muevan de un sitio a otro: 1. pingüino
2. tortuga 3. rana 4. gusano 5. paloma 6. tiburón 7. gallina

Alumnos	Criterios	Animales
1	Uno vuela y otro vive en el hielo Los dos viven en el agua Son verdes No vuela	5, 1 6, 2 3, 4 7
2	Vuelan Viven en el agua Caminan igual	1, 7, 5 3, 6 2, 4
3	Son animales Son animales domésticos Hay tortugas y pájaros Los tiburones que comen a los peces	1, 4 3, 7 2, 5 6
4	Son divertidos Son lentos Los dos saltan Se arrastran	5, 7 2, 4 3, 1 6, 4
5	Hacen lo mismo	1, 2, 3, 4, 5, 6
6	Van despacio Nadan Saltan Vuelan	4, 2 1, 6 3, 6 5, 7
7	Vuelan Nadan Caminan lento Salta	7, 5 6, 1 4, 2 3
8	Caminan y vuelan Se arrastran Nadan	5, 7 4, 2 6, 3.
9	Son muy lentos Son nadadores No pueden volar	2, 4 1, 6 3, 7
10	Anda muy lento Nadan Saltan Vuela	2, 4 1, 6 3, 7 5
11	No clasifica	1, 5 3, 6, 9

»»

12	Van volando Van caminando Saltan	5, 7 1, 2, 4 6, 3
13	Me mola Me encanta Me gusta Se arrastra	1, 6 4, 7 3, 2 4
14	Vuelan Se arrastran Me gusta Nada	1, 5 2, 4 7, 3 6
15	Son aves Van en el agua Son lentos	7, 5 1, 6 2, 4
16	Nadan Van despacio Son aves No responde	6, 3 2, 4 5, 7 1
17	Se mueven Van igual Está en el agua Vuela	1, 7 4, 2 3, 7 5
18	Me gustan Son lentos Nadan	3, 7, 6 1, 4 1, 6

3. Haz grupos con los animales que coman lo mismo: 1. jirafa 2. león 3. vaca
4. águila 5. hombre 6. mono

Alumnos	Criterios	Animales
1	Comen hierba Cazan Uno come plátano y el otro come de todo	1, 3 2, 4 5, 6
2	No clasifica	
3	Son carnívoros Comen hojas y hierba Son omnívoros	2, 4 1, 3 5, 6
4	Tienen cuernos No clasifica	1, 3 2, 4, 5, 6
5	Comen lo mismo	1, 2, 3, 4, 5, 6

»»

6	Comen carne Comen hierba	2, 4, 5 1, 6, 3
7	Come hierba Come carne Los dos comen plátano	1, 3 4, 2 5, 6
8	Comen carne Comen plátano Comen hojas	2, 4 5, 6 1, 3
9	Son carnívoros Son herbívoros Son omnívoros	2, 4 3, 1 5, 6
10	Son carnívoros Son herbívoros Son omnívoros	2, 4 3, 1 5, 6
11	No clasifica	
12	Comen hierba Comen carne No contesta	1, 3 2, 4 5, 6
13	No categorizable	
14	No comen igual Comen lo mismo Comen carne	6, 2 1, 3 5
15	Comen hierba Comen carne	1, 3 2, 6
16	Comen hierba Comen carne Comen de todo	1, 3, 6 4, 2 5
17	Comen hierba Comen carne Comen plátano	1, 3 4, 2 6
18	No clasifica	

4. Haz grupos con los siguientes animales según su relación con las personas:

1. perro 2. pez 3. tigre 4. elefante 5. gallina

Alumnos	Criterios	Animales
1	No clasifica	
2	No clasifica	
3	Hay un pez	2, 5

»»

4	No clasifica	
5	No clasifica	
6	Te ataca Son cariñosos	3, 4 1, 2, 5
7	Nos dejan tocarlos y son buenos	1, 5
8	Son salvajes No son salvajes	1, 3 5, 4
9	Se parecen Son pequeños	1, 4 2, 5
10	Se parecen Comen hierba	1, 3 4, 5
11	No clasifica	
12	Los puede tener una persona No los puede tener una persona	1, 2 3, 4
13	Viven con las personas No viven con las personas	1, 5 4, 3, 2
14	Son buenos con las personas Me gusta mucho	1, 5 2, 3, 4
15	Son salvajes	1, 3
16	No clasifica	
17	No indica el criterio No indica el criterio	1, 2 5
18	No clasifica	

II. ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A continuación se trata de buscar elementos comunes en sus respuestas de modo que, independientemente de cómo lo digan, interpretamos que en el fondo quieren decir lo mismo. Para ello hay que conocer el tema, en este caso los diferentes criterios para clasificar animales, y saber qué es lo fundamental. Ahora tiene interés señalar la frecuencia y el porcentaje, sobre todo si vamos a proponer esa tarea en varios cursos o grupos.

- 1. Haz grupos con los siguientes animales:** 1. pájaro 2. cangrejo 3. pez
4. gato 5. mariposa 6. rana 7. serpiente 8. cerdo 9. delfín.

Criterio	Frecuencia	Porcentaje
Según la forma de desplazarse	22	29 %
Según sus características externas (partes del cuerpo y color)	20	27 %

»»

Según gustos (gustar, gracioso, bonito...)	14	19 %
Según el tipo de animal	9	12 %
Según su hábitat	6	8 %
Según su alimentación	1	1 %
Criterios antropomórficos (se ensucian)	1	1 %
Sin criterio	2	3 %

- 2. Haz grupos de animales según se muevan de un sitio a otro:** 1. pingüino
2. tortuga 3. rana 4. gusano 5. paloma 6. tiburón 7. gallina

Criterio	Frecuencia	Porcentaje
No relacionados con el desplazamiento (vive en el hielo, son verdes, son divertidos)	19	30 %
Características del desplazamiento (van despacio, se mueven, hacen lo mismo)	13	21 %
Vuelan	8	13 %
Nadan	8	13 %
Saltan	5	8 %
Se arrastran	4	6 %
No vuelan	2	3 %
Caminan y vuelan	1	2 %
Caminan	1	2 %
No contestan	1	2 %
Sin criterio	1	2 %

- 3. Haz grupos con los animales que coman lo mismo:** 1. jirafa 2. león 3. vaca
4. águila 5. hombre 6. mono.

Criterio	Frecuencia	Porcentaje
Herbívoros	16	37 %
Carnívoros	12	28 %
Omnívoros	5	12 %
Características de la alimentación (comen igual o distinto)	3	7 %
No relacionados con la alimentación (tienen cuernos)	2	5 %
Sin criterio	2	2 %
No categorizable	2	2 %
No contestan	3	7 %

4. Haz grupos con los siguientes animales según su relación con las personas:

1. perro 2. pez 3. tigre 4. elefante 5. gallina

Criterio	Frecuencia	Porcentaje
No relacionados con la relación con las personas	7	28 %
Convivencia con las personas	4	16 %
Características del animal hacia las personas	4	16 %
Salvajes o no	3	12 %
No clasifica	7	28 %

III. RESULTADOS

Los resultados pueden expresarse como la respuesta a lo que queremos averiguar con la tarea:

1. *¿Qué criterios utilizan espontáneamente para clasificar un determinado grupo de animales?*

La mayoría utiliza el criterio de la forma de desplazarse (29 %) y de las características externas (27 %). El resto utilizan diversos criterios: según sus gustos (19 %), el tipo de animal (12 %), su hábitat (8 %), la alimentación (1 %) y criterios antropomórficos (1 %).

2. *¿Cómo aplican las distintas formas de desplazamiento para clasificar un determinado grupo de animales?*

La mayoría clasifican según las diferentes formas de desplazamiento (47 %). El resto de los alumnos utiliza otros criterios no relacionados con el desplazamiento (30 %) y el 21 % usa características del desplazamiento para clasificar.

3. *¿Cómo aplican los distintos tipos de alimentación para clasificar un determinado grupo de animales?*

La mayoría de los alumnos reconoce los animales herbívoros (37 %), seguido de los carnívoros (28 %) y de los omnívoros (12 %). Otros criterios que utilizan son las características de la alimentación (7 %), o criterios no relacionados con la alimentación (5 %).

4. *¿Cómo aplican el criterio de relación con las personas para clasificar un determinado grupo de animales?*

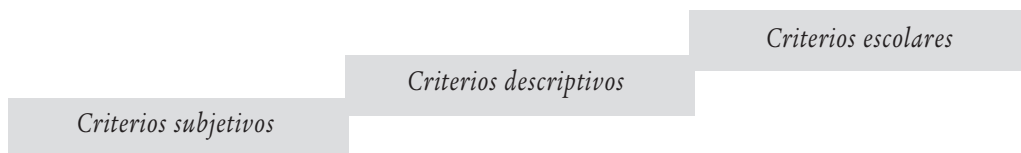
La mayoría no diferencia entre doméstico y salvaje (solo el 12 % diferencia entre salvajes o no), y utilizan otros criterios que no están asociados a la relación con las personas (28 %). El 16 % utilizan para la clasificación la convivencia con las personas y otro 16 % utiliza las características del animal hacia las personas. El 28 % no contesta.

IV. CONCLUSIONES

En las conclusiones tratamos de hacer grupos de alumnos (2, 3 o 4 como mucho) que creamos que tienen una misma idea, en este caso sobre los criterios para clasificar animales. Así podemos diferenciar tres criterios de clasificación diferentes, que de mayor a menor nivel de complejidad, serían:

- Alumnos que fundamentalmente utilizan *criterios escolares* para clasificar los animales (por ejemplo: carnívoros, salvajes, omnívoros, anfibios...).
- Alumnos que fundamentalmente utilizan *criterios descriptivos* (Por ejemplo: comen carne, hierba, viven en el mar...).
- Alumnos que fundamentalmente utilizan *criterios subjetivos* (por ejemplo: son bonitos, son verdes, hacen lo mismo...).

Estos criterios podemos representarlo en forma de escalera, en la que se visualiza el nivel de complejidad.



En el caso de esta muestra de alumnos, la mayoría (50 %) se sitúa en un nivel de dominio de la clasificación de los animales intermedio, y el mismo porcentaje (28 %) en el nivel de menor y mayor complejidad.

¿Cómo se pueden utilizar en el aula?

La utilización didáctica de las ideas de los alumnos depende de cómo se conciba la enseñanza y el aprendizaje. Así, las ideas de los alumnos pueden (Giordan, 1989):

- No tenerse en cuenta a la hora de enseñar, puesto que carecen de importan-

cia desde el punto de vista del aprendizaje. Esta opción sería coherente con un modelo didáctico de corte tradicional o transmisivo.

- Considerarse errores que el profesor debe conocer y tratar de sustituir por el conocimiento «correcto», pero no para ser utilizados por los alumnos para conseguir aprendizajes. Modelos didácticos de carácter tecnológico han utilizado esa información para justificar secuencias de actividades.
- Tratarlas en el aula durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje para hacerlas evolucionar porque se consideran el motor del aprendizaje. Este planteamiento es coherente con modelos didácticos de orientación constructivista.

La investigación didáctica sobre las concepciones de los alumnos también ha buscado estrategias didácticas que promuevan la evolución de dichas ideas. Podemos considerar que los diferentes autores y proyectos curriculares que se fundamentan en este marco constructivista plantean un esquema básico que contendría tres momentos o fases metodológicas (Pozo y Gómez, 1998):

- Explicitación y clarificación de las ideas de los alumnos.
- Cuestionamiento y contraste con otras informaciones (o modelos).
- Aplicación a nuevas situaciones y consolidación de los avances logrados.

En este sentido, Vosniadou (1994) hace las siguientes sugerencias:

- Proporcionar al niño situaciones en las que puedan ocuparse en practicar la ciencia, presentándoles problemas para resolver situaciones que requieran observación, experimentación y comprobación de hipótesis.
- Animar al niño a proporcionar explicaciones verbales de los fenómenos, compartir estas explicaciones con otros niños, defender el contraste crítico, y comparar sus explicaciones con las de los expertos.
- Tomarse en serio los modelos mentales de los alumnos y crear ambientes que les permitan manifestar sus concepciones, realizar manipulaciones, ponerlas a prueba, y tener la experiencia de revisarlas satisfactoriamente.

De todas formas, hay que tener en cuenta que del conocimiento de una determinada idea no se infiere automáticamente una secuencia didáctica idónea para hacerla evolucionar. Es, hoy por hoy, objeto de investigación el saber cómo un conjunto de ideas sobre un determinado tema pueden/deben ser tratadas para que evolucionen, y si efectivamente esto ocurre.

¿Por qué son importantes estas ideas para aprender ciencias?

En la actualidad, la labor educativa no se entiende sin tener en consideración la teoría del aprendizaje significativo. Esta teoría tiene sus raíces en los presupuestos de Ausubel (Ausubel, Novak y Hanesian, 1980), quien indicó que el factor que más influye sobre el aprendizaje es aquello que el sujeto ya conoce.

Pese a que ha pasado bastante tiempo, los presupuestos de Ausubel ofrecen un marco apropiado y de referencia educativa al plantear que el aprendizaje de los alumnos depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información. Esta estructura previa se compone del conjunto de ideas y conceptos que una persona tiene sobre un determinado campo de conocimiento y sobre su organización. De tal manera, el aprendizaje significativo procede en el momento en que una nueva información «se conecta» con un concepto relevante dentro de la estructura cognitiva existente en la persona. Obviamente, esto requiere que, las nuevas ideas sean aprendidas significativamente en la medida en que otras ideas estén disponibles en la estructura cognitiva de la persona y funcionen como un punto de anclaje sobre las iniciales.

A modo de ejemplo, si los conceptos de temperatura, presión y conservación de la materia, existen en la estructura cognitiva de los alumnos, éstos servirán para comprender adecuadamente los procesos físicos que consisten en el cambio de estado de la materia de líquido a gas, de líquido a sólido, de gas a líquido, etc. En este proceso, la interacción entre la nueva información y las ideas preexistentes favorecen la diferenciación, la evolución, la estabilidad y duración de los aprendizajes dentro de la estructura cognitiva.

Promover el aprendizaje significativo en las aulas nos aleja del aprendizaje reproductivo y memorístico basado en la repetición. Esto es así porque el aprendizaje significativo requiere comprender y poner en marcha procesos cognitivos que van más allá de la mera repetición en la que el aprendiz no pone mucho de su parte. Además, estas ideas preexistentes enlazan con los intereses de los alumnos, promoviendo la motivación intrínseca hacia la construcción de su propio aprendizaje (deseo de aprender).

Se trata pues de un planteamiento general del aprendizaje de orientación constructivista, en el que aprender ciencias es construir modelos para interpretar el mundo, mediante la interacción entre lo que ya sabemos y la nueva información. Para Driver y otros (1989), las principales características de esta visión constructivista pueden resumirse en:

- Lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia.
- Encontrar sentido supone establecer relaciones.
- Quien aprende construye activamente significados.
- Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.

En definitiva, como señala Driver (1993), adoptar una visión constructivista del aprendizaje tiene una implicación de fondo: lograr una síntesis entre el papel activo del que aprende y el papel facilitador del que enseña.

¿Qué piensan los maestros de las ideas de los alumnos?

En nuestra experiencia como formadores de maestros hemos podido detectar que, como no podía ser de otra manera, hay diferentes planteamientos al respecto de las ideas de los alumnos (Porlán y otros, 2011):

- En el nivel de menor complejidad, las ideas de los alumnos son los conocimientos que son capaces de recordar de la enseñanza recibida. Estos conocimientos cambian en la medida que incorporan nuevos conocimientos, pero no tienen interés didáctico, no se utilizan en las actividades escolares. El obstáculo que parece reforzar esta posición es la creencia de que las ideas de los alumnos no tienen valor epistemológico y de que los alumnos y sus ideas no influyen en la metodología de enseñanza, no tienen utilidad didáctica.
- El siguiente nivel es el de complejidad intermedia, considera que los alumnos tienen ideas propias que suelen ser erróneas y que cambian al ser sustituidas por el conocimiento que se pretende enseñar, por lo que hay que detectarlas al inicio y al final del proceso de enseñanza. El obstáculo que parece estar presente aquí es la idea de que existe un conocimiento científico-escolar (simplificado) correcto que debe sustituir al conocimiento erróneo de los alumnos. Así pues, se entiende que la enseñanza es la causa directa del aprendizaje.
- En el nivel de mayor complejidad, las ideas de los alumnos son construcciones personales, alternativas al conocimiento científico, que cambian por reconstrucción y se utilizan a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la investigación escolar de problemas relevantes. Dichas ideas se consideran pues el eje del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Como proponen los autores citados, estos planteamientos pueden representarse en forma de una escalera en la que podemos visualizar los tres niveles de complejidad y los obstáculos generales que dificultan la progresión de unos a otros (Figura 6).

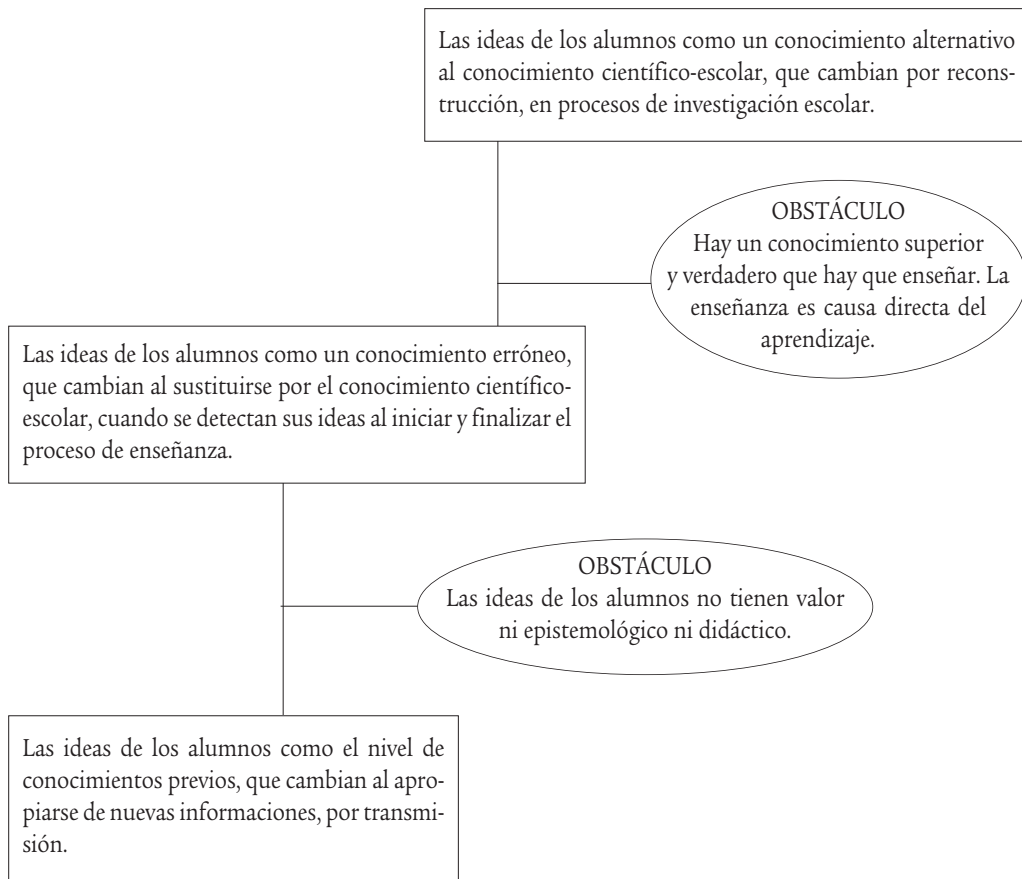


Figura 6. Niveles de complejidad sobre las ideas de los alumnos.

En un estudio con maestros en activo de la Comunidad de Madrid (Martín del Pozo y De Juanas, 2013) la utilización de las ideas de los alumnos no está entre los indicadores de competencias ni más importantes ni más utilizados, y tampoco consideran que hayan sido especialmente bien formados. La mayoría de los maestros entrevistados declaran que es importante utilizar las ideas de los alumnos, tanto por razones de «respeto a las ideas» como de importancia para el aprendizaje. Asimismo,

las ideas de los alumnos tienen un significado muy diverso: son opiniones, experiencias, errores, conocimientos previos (el nivel de conocimientos que tienen), e incluso una manifestación de la motivación, interés y participación. Ante semejante polisemia, las ideas de los alumnos se tienen en cuenta solo al iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje. En definitiva, los maestros entrevistados se sitúan en niveles de escasa complejidad sobre las ideas de los alumnos.

Si ahora volvemos al cuestionario con el que empezábamos esta primera parte, podremos hacernos una idea de en qué nivel se sitúan nuestros planteamientos iniciales sobre las ideas de los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL SOBRE LAS IDEAS DE LOS ALUMNOS

- Ausubel, D., Novak, P. y Hanesian, H. (1980). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Carretero, M. (1997). *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Buenos Aires: Aique.
- Cubero, R. (1989). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla: Diada.
- Cubero, R. (2005). *Perspectivas constructivistas. La intersección entre el significado, la interacción y el discurso*. Barcelona: Graó.
- Driver, R. (1986) Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4, 3-15.
- Driver, R. (1993). Una visión constructivista del aprendizaje y sus implicaciones para la enseñanza de las Ciencias. En: *Diez años de investigación e innovación en enseñanza de las ciencias*. Madrid: Centro de publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. CIDE.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. y Wood-Robinson, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en Secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor-Aprendizaje.
- Furió, C., Solbes, J. y Cararscosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Alambique*, 48, 64-77.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 30-35.

- García, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.
- Giordan, A. (1989). Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 53-62.
- Martín del Pozo, R. (2001). Lo que sabemos y deberíamos saber los maestros sobre las ideas de los alumnos de Primaria. Aplicación al caso de las ideas de los alumnos sobre los cambios de los materiales. En: *Educación Primaria. Orientaciones y recursos (6-12 años)*. Barcelona: CISS Praxis.
- Martín del Pozo, R. y De Juanas, A. (2013). La valoración de los maestros sobre la utilización didáctica de las ideas de los alumnos. *Revista Complutense de Educación*, 24(2), 267-285.
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1991). *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*, Narcea. Madrid.
- Pintó, R., Aliberas, J. y Gómez, R. (1996). Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 221-232.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2011) El cambio del profesorado de ciencias II: Resultados y conclusiones sobre la progresión de las concepciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 413-426.
- Posada, J. M. (2000). El estudio didáctico de las ideas previas. En: F. J. Perales y P. Cañal (dir.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227. (Trad. cast. Acomodación de un concepto científico: hacia una teoría del cambio conceptual. En R. Porlán, J. E. García y P. Cañal. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada, 1988).
- Pozo, J. I. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas. *Alambique*, 7, 18-26.
- Pozo J. I. (2008). Aprendices y maestros: *La psicología cognitiva del aprendizaje*. Madrid: Alianza Psicología.
- Pozo, J. I. y Carretero, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la enseñanza de la Ciencia? *Infancia y Aprendizaje*, 38, 5-52.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.

- Pozo, J. I., Sanz, A., Gómez, M. A. y Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la Psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 83-94.
- Prieto, T., Blanco, A. y González, F. (2000). *La materia y los materiales*. Madrid: Síntesis
- Rodrigo, M. J.; Rodríguez, A. y Marrero, J. (1993). *Las teorías implícitas*. Madrid: Visor.
- Rodríguez, A. y González, R. (1995). Cinco hipótesis sobre las teorías implícitas. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 48 (3).
- Vosniadou, S. (1994): Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4 (1), 45-69.

II.

Tareas e ideas

- El sistema Sol-Tierra-Luna
- Minerales y rocas
- El ciclo del agua
- Clasificación de la materia
- Reciclaje
- Alimentación y hábitos alimenticios
- Salud y enfermedad
- El interior de nuestro cuerpo
- Digestión
- Masa, volumen y densidad
- Energía
- Electricidad
- Estados físicos y cambios de estado
- Cambios químicos
- La ciencia y los científicos

En la primera parte, hemos tratado de responder a los interrogantes que suelen surgir al empezar a trabajar con las ideas de los alumnos desde el interés que tienen para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

En esta segunda parte, como señalábamos en la introducción, les planteamos multitud de cuestiones a los alumnos y obtuvimos muchas respuestas sobre: nuestro planeta («Sistema Sol-Tierra-Luna», «Minerales y rocas», «Ciclo del agua», «Clasificación de la materia» y «Reciclaje»), nuestro cuerpo («Hábitos alimenticios», «Salud y enfermedad», «El interior del cuerpo» y «Digestión»), los materiales y los cambios («Masa, volumen y densidad», «Energía», «Electricidad», «Estados físicos y cambios de estado» y «Cambios químicos») y por último, «La ciencia y los científicos».

Recordamos que en cada tema, ofrecemos la siguiente información:

- Una breve introducción al tema, teniendo en cuenta fundamentalmente la información del currículo de Primaria.
- Las tareas (preguntas y dibujos) que hemos propuesto a los alumnos de Primaria y que los maestros pueden utilizar en sus aulas para explorar las ideas de sus alumnos.
- El análisis de las respuestas que los alumnos de la muestra estudiada nos han dado. Unas veces son alumnos de varios cursos, otras veces solo de uno, dependiendo del tema del que se trate. También se incluyen las tareas realizadas por algunos alumnos, y que han sido escaneadas para la ocasión.
- Los niveles de conocimiento de los alumnos sobre estos temas, lo cual nos permitirá apreciar la diversidad de ideas y la diferente complejidad de las mismas.

- Y, finalmente, se incluye el comentario de algún estudio de las ideas de los alumnos sobre el tema tratado por si se tiene interés en profundizar algo más.

Recalamos que no se trata de un estudio académico, ni todos los temas tratados tienen la misma profundidad. Hay temas (como el Sistema Sol-Tierra-Luna) de los que tenemos cantidades ingentes de información de todos los cursos (porque lo elegían muchos equipos de futuros maestros) y, sin embargo, de otros, como la salud, la información se circunscribe a un curso de Primaria.

En definitiva, ofrecemos una selección de la información que hemos ido recopilando a lo largo de los años de existencia de la asignatura de Concepciones de los Alumnos (6-12 años) sobre la Ciencia, en la Diplomatura de Maestro de Educación Primaria, en la Universidad Complutense de Madrid, con la intención de que sea de utilidad en la práctica de la enseñanza de las ciencias en Primaria y en la formación de maestros

El sistema Sol-Tierra-Luna



La introducción al sistema Sol-Tierra-Luna es uno de los temas siempre presente en la Educación Primaria, independientemente del Currículo vigente en cada momento. Se trata de un tema atractivo para los niños, y que, aparentemente, no parece presentar especial dificultad de cara a su enseñanza por parte del profesorado.

Sin embargo, la investigación didáctica ha revelado que son numerosas las ideas de los niños con respecto a este tema, no acordes con las ideas científicas, al terminar esta etapa educativa, y también las dificultades y obstáculos que subyacen a la hora de construir un modelo básico aceptable que permita desarrollar y profundizar ideas sobre estos aspectos, en posteriores etapas educativas.

El análisis de las producciones de los alumnos ofrece un instrumento extraordinariamente explicativo acerca de lo que piensan los alumnos, por qué lo piensan y dónde están las claves que permiten acercarnos al porqué establecen tal tipo de pensamiento acerca de estos temas.

En el actual Currículo se tratan los siguientes aspectos relativos al sistema Sol-Tierra-Luna:

Objetivos

1. Identificar los principales elementos del entorno natural (...), progresando en el dominio de ámbitos espaciales cada vez más complejos
2. Identificar, plantearse y resolver interrogantes y problemas relacionados con elementos del entorno.

Bloques de contenido

PRIMER CICLO

I. *El entorno y su conservación*

Percepción y descripción de algunos elementos y fenómenos naturales:
la Luna, las estrellas, el Sol, el día y la noche.

SEGUNDO CICLO

I. *El entorno y su conservación*

Movimientos de la Tierra y fases de la Luna.
Las estaciones del año.

TERCER CICLO

I. *El entorno y su conservación*

El Sistema solar.

Criterios de evaluación

1. Poner ejemplos de elementos del medio físico (sol...) y establecer relaciones sencillas con la vida de las personas.

No hay criterios específicamente relacionados con estos contenidos.

No hay criterios específicamente relacionados con estos contenidos.

La anterior distribución de objetivos, contenidos y criterios de evaluación se mantiene prácticamente sin modificaciones en los Currículos de la mayor parte de las Comunidades Autónomas (Madrid, Castilla-León, Castilla-La Mancha, Navarra, Valencia, Canarias, etc.).

Un somero análisis pone de relieve algunos aspectos poco claros en la secuencia o en la presentación de los contenidos en el BOE. Por ejemplo, no parece tener mucho sentido tratar el tema de la sucesión de los días y las noches en el Primer ciclo, mientras que los movimientos de la tierra no se tratan hasta el segundo. Igualmente, en el Segundo ciclo, la formulación en una sola frase uniendo «Movimientos de la Tierra y fases de la Luna» podría inducir a un profano a pensar que las fases tienen que ver sólo con los movimientos de la Tierra.

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE EL SISTEMA SOL-TIERRA-LUNA

Dentro de los contenidos relacionados con el conocimiento del sistema Sol-Tierra-Luna, se han investigado las ideas de los alumnos en los siguientes aspectos concretos:

1. Percepción general del sistema S-T-L
2. El día y la noche
3. Las estaciones
4. Las fases de la Luna
5. Los eclipses

Para cada uno de los anteriores apartados, los alumnos han llevado a cabo diferentes tareas, variando ligeramente la muestra de unas a otras, por lo que este dato se especifica en cada uno de los apartados correspondientes.

Las tareas realizadas fueron las siguientes:

- **Percepción general del sistema:** Realización de un dibujo del Sol, la Tierra y la Luna vistos desde el espacio (desde una nave espacial, un cohete, otro planeta, etc.).
- **Movimientos:** Entrevistas en el caso de los alumnos de Primer ciclo. En los restantes ciclos se han planteado cuestionarios de verdadero/falso en los que debían justificar o realizar un esquema acerca de los movimientos que creían correctos.
- **El día y la noche:** Entrevistas (en el Primer ciclo) y la realización de dibujos, y para los demás cursos, además, una justificación de los mismos. Las cuestiones planteadas eran del tipo: «Estás en una nave espacial y miras a la Tierra. Observas que en unas zonas es de día y en otras de noche. Realiza un dibujo y explica por qué ocurre esto», o bien preguntas como: «¿Por qué piensas que ahora es de día y luego será de noche? Dibújalo y explícalo».
- **Las estaciones:** Realización de un dibujo acerca de «por qué hay veranos e inviernos», junto con la explicación del mismo.
- **Las fases de la Luna:** Se les mostraron distintas siluetas de la Luna (en fase menguante, creciente o llena) y se les pidió que explicaran a qué pueden deberse los cambios de forma.
- **Los eclipses:** Planteamiento de preguntas del tipo: «¿Sabes lo que es un eclipse? Si lo sabes, dibuja uno», o bien: «Dibuja un eclipse y explica por qué sucede».

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ VEN EL SISTEMA SOL-TIERRA-LUNA

1. ¿Qué visión general tienen del sistema Sol-Tierra-Luna?

Esta tarea fue llevada a cabo por una muestra de 356 alumnos de diferentes colegios públicos de la Comunidad de Madrid, de todos los cursos de Educación Primaria y distribuidos de la siguiente manera: 44 alumnos de primer curso, 26 de segundo, 43 de tercero, 124 de cuarto, 58 de quinto y 61 de sexto curso.

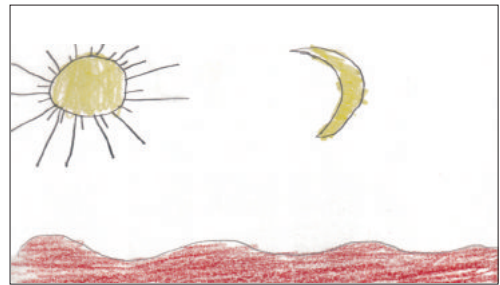
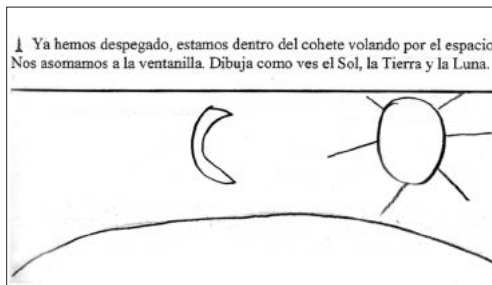
¿Bajo qué punto de vista se sitúan al dibujar el sistema?

El análisis de los dibujos realizados por los alumnos permite detectar cómo evolucionan sus ideas y hasta qué punto son capaces de ver la totalidad del sistema desde fuera. En la tarea que realizaron se les pedía explícitamente que dibujaran los tres cuerpos desde el punto de vista espacial. La tabla siguiente nos muestra cómo, aún a pesar del requerimiento, en las primeras etapas los alumnos conciben el sistema desde un punto de vista terrestre.

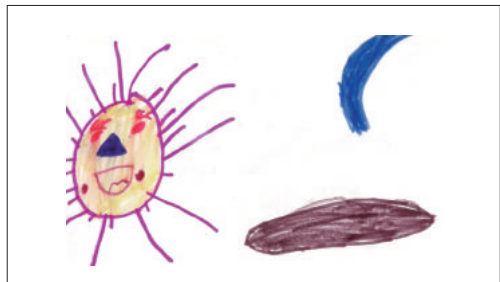
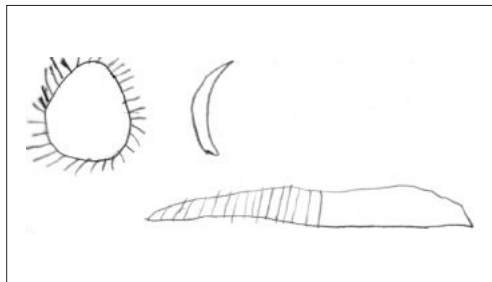
Curso		1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º
Punto de vista	Terrestre	27 %	23 %	5 %	1 %	-	-
	Espacial. Tierra plana	3 %	-	-	1 %	-	-
	Espacial. Tierra 2 hemisferios	6 %	-	-	-	-	-
	Espacial	62 %	77 %	95 %	97 %	100 %	100 %
No realizan la tarea		1 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %

Los datos sugieren la siguiente evolución:

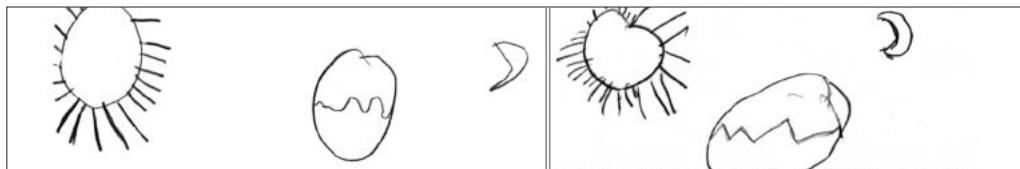
- Al comienzo de la Educación Primaria, un significativo número de alumnos no conciben a la Tierra como un cuerpo celeste más. Como puede observarse en las figuras siguientes, estos alumnos dibujan en primer plano un horizonte terrestre, mientras que el Sol y la Luna sí aparecen como cuerpos celestes en el cielo visible. Esta percepción, la más elemental, desciende progresivamente desapareciendo completamente al final de la etapa.



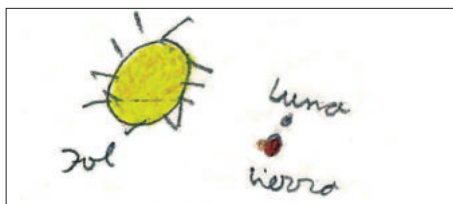
- En un nivel posterior poseen ya una perspectiva espacial, pero incompleta. El Sol, la Luna y la Tierra se dibujan desde fuera, como cuerpos celestes, pero mientras la Luna y el Sol aparecen como cuerpos esféricos (la Luna no siempre, como se verá más adelante), la Tierra es dibujada en el espacio pero como una superficie plana u ovalada. Prevalce la idea de la Tierra como una superficie más o menos plana.



- El siguiente nivel correspondería a una Tierra concebida como una esfera celeste, pero una línea de un horizonte la divide en dos hemisferios: uno terrestre (inferior) y otro aéreo (superior). Esta idea aparece en pocos alumnos (6 %) y sólo en el ciclo inicial:



- Por último, y a lo largo de toda la etapa de Primaria, aumenta progresivamente el n.º de alumnos que son capaces de percibir el sistema desde un punto de vista espacial. Todos tienen este punto de vista al acceder al Tercer ciclo.



¿Qué relación de tamaños establecen en sus dibujos entre el Sol, la Luna y la Tierra?

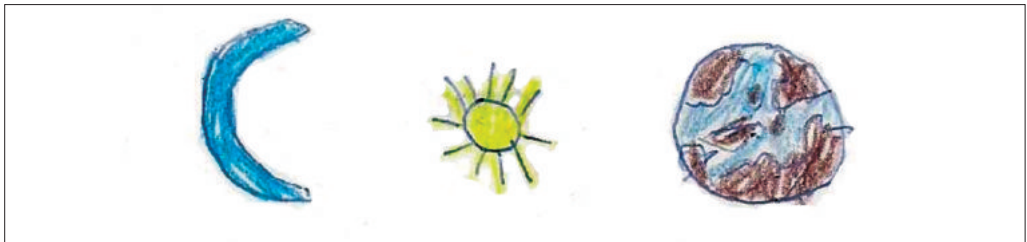
Tamaños relativos Sol-Luna-Tierra		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo	
Tamaños	Más grande	Sol	15 %	25 %	34 %
		Tierra	22 %	18 %	18 %
		Luna	20 %	10 %	3 %
	Más pequeño	Sol	22 %	16 %	12 %
		Tierra	7 %	8 %	7 %
		Luna	14 %	18 %	27 %
Dos cuerpos de igual tamaño		25 %	19 %	11 %	
Tres cuerpos de igual tamaño		17 %	19 %	23 %	

De manera general puede decirse que los tamaños relativos entre el Sol, la Luna y la Tierra no se plasman en los dibujos de los alumnos. Del análisis de los datos se puede deducir que:

- En la mayoría de los casos, los tamaños de los tres cuerpos parecen haber sido dibujados al azar, aleatoriamente, de lo cual se deduce que desconocen la gran diferencia de tamaño entre ellos, o que no lo consideran un factor relevante a la hora de plasmar este dato en sus esquemas.



- En otros se impone la apreciación de la realidad subjetiva que sensorialmente han adquirido los alumnos, es decir, el tamaño del Sol que ellos pueden observar en el cielo es «pequeño», mientras que el de la Tierra es «grande»:



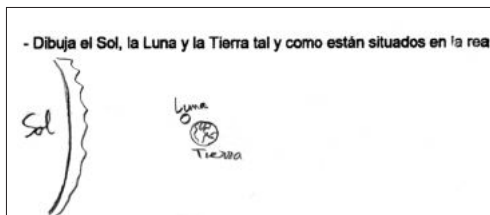
A pesar de lo anterior cabe destacar que:

- Aumenta progresivamente el número de aquellos alumnos que dibujan al Sol como el cuerpo de mayor tamaño, a la vez que disminuye los que consideran que la Luna es el cuerpo más grande.

- En consonancia con lo anterior también aumenta el número de los que dibujan a la Luna como el cuerpo más pequeño del sistema.

Por último cabe señalar que la percepción global de los tamaños relativos, así como también la distancia que dibujan entre sí de los tres cuerpos, va mejorando a lo largo de la educación Primaria, aunque sólo algo más de uno de cada cinco alumnos realice esquemas aceptables al finalizar la etapa, según se muestra en la siguiente tabla:

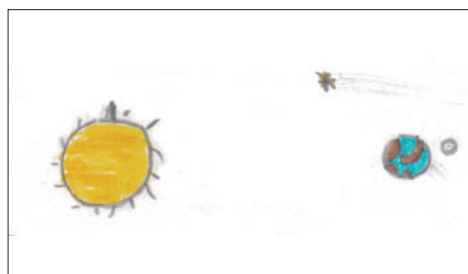
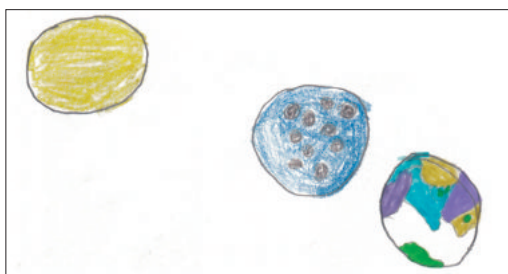
	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Aceptable o buena aproximación de tamaños	0 %	7 %	22 %



¿Qué rasgos identificativos utilizan para representar al Sol, a la Luna y a la Tierra?

Los alumnos seleccionan mentalmente aquellos rasgos relevantes que han observado, tanto en la realidad, como en los distintos tipos de representaciones que han visto del Sol, la Tierra o la Luna. Dichos elementos son los que utilizan en sus representaciones como códigos visuales que permiten reconocer qué cuerpo es el dibujado. En general, dichos códigos son los siguientes:

- Para el Sol: el color amarillo o naranja, líneas divergentes («rayos») y, sobre todo en el último ciclo aparecen representaciones de la corona y/o las fulguraciones solares.
- La Luna: es reconocible por los rasgos de su superficie (cráteres lunares), por determinados colores (grises, azul oscuro fundamentalmente) o por la forma (luna creciente o menguante, «forma de plátano»).
- La Tierra: rasgos superficiales (dibujos representando continentes, a veces coloreados de marrón, o verde preferentemente, y océanos azules).




¿Qué tipos de movimientos conocen?

El conocimiento acerca de los movimientos de la Tierra y la Luna progresa y mejora a lo largo de la etapa de Primaria, al menos bajo el punto de vista de la des-

cripción de los mismos. No obstante, tanto los que desconocen los movimientos correctos, como aquellos que los describen adecuadamente tienen problemas para representarlos en un gráfico:

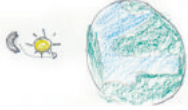
a) El Sol gira alrededor de la Tierra y la Tierra alrededor de la Luna
 b) La Tierra gira alrededor de la luna y la Luna alrededor del Sol.
 c) La Luna gira alrededor de la Tierra y la Tierra alrededor del Sol.

#Haz un dibujo de la respuesta elegida.



a) El Sol gira alrededor de la Tierra y la Tierra alrededor de la Luna.
 b) La Tierra gira alrededor de la luna y la Luna alrededor del Sol.
 c) La Luna gira alrededor de la Tierra y la Tierra alrededor del Sol.

#Haz un dibujo de la respuesta elegida.



Por otra parte, hay que señalar que este conocimiento no es operativo en la mayoría de los casos, es decir, es un conocimiento «estanco», no utilizado espontáneamente en otros contextos. Esto se deduce de los gráficos realizados para describir el día y la noche, o para dar una visión general del sistema S-T-L o las estaciones, en lo cuales se presentan la Tierra y la Luna, sobre todo a la Luna, en posiciones imposibles si hubieran tenido en cuenta sus movimientos, lo que hace que bajo el punto de vista dinámico dichos gráficos resulten incorrectos:

- Dibuja el Sol, la Luna y la Tierra tal y como están situados en la realidad.




Excepto cuando se les pide específicamente que realicen un esquema de los movimientos, en los restantes dibujos que realizan (por ejemplo, para el día y la noche, las estaciones o los eclipses), desaparecen las alusiones al dinamismo de los cuerpos, es decir, no utilizan expresiones gráficas de los movimientos S-T-L (como flechas o estelas, por ejemplo).

En cuanto a los movimientos de la Luna, en los alumnos de 2.º y 3.º ciclo, y en el contexto de explicar las fases de la Luna, hay algunas escasas alusiones a los «movimientos» de la luna, en general, pero ni un solo alumno, de toda la muestra analizada, alude directa o indirectamente en ninguno de los materiales examinados, a la rotación lunar.

Los datos más significativos con respecto a los movimientos de los cuerpos del sistema Sol-Tierra-Luna quedan resumidos en las siguientes tablas, en las que se ponen de manifiesto el grado de conocimiento alcanzado en el tercer ciclo, así como los errores más significativos que se han detectado:

Movimientos		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Consideran que...	Alguno de los cuerpos permanece fijo	72 %	11 %	sin datos
	El Sol se mueve alrededor de la Tierra (geocentrismo)	9 %	18 %	19 %
	Describen correctamente los movimientos S-L-T (excepto rotación lunar)	-	27 %	76 %

Como puede apreciarse, uno de cada cuatro alumnos termina la Educación Primaria sin describir correctamente los movimientos de los tres cuerpos entre sí. Y casi un 20 % cree que es el Sol el que se mueve alrededor de la Tierra.

90 alumnos de primer y segundo ciclo fueron preguntados explícitamente si consideraban que algunos de los tres cuerpos no se movía. Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

¿Algún cuerpo no se mueve?		1.º ciclo	2.º ciclo
No se mueve	el Sol	55 %	68 %
	la Tierra	15 %	5 %
	la Luna	17 %	19 %

Sobre estos datos cabe realizar algunas consideraciones:

- Más de la mitad de los alumnos del primer y segundo ciclo conciben el Sol como un astro fijo, es decir, desconocen la existencia de la rotación y traslación solar. Cabría preguntarse, pero no disponemos de datos, si los restantes alumnos que sí admiten que se mueve, lo creen porque realmente conocen sus movimientos, o porque están influidos por la apreciación del movimiento aparente del Sol en el cielo diurno.

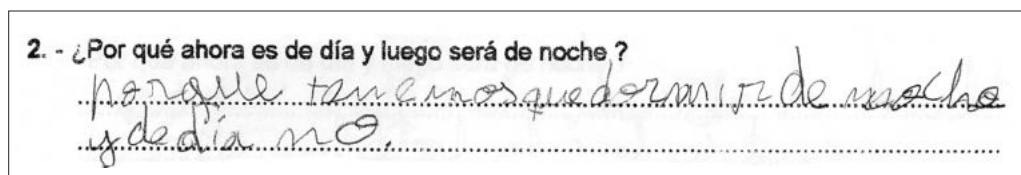
- Ya se ha hecho mención anteriormente a las escasas referencias de los alumnos a los movimientos de la Luna, lo cual se refleja en los datos según los cuales, casi uno de cada cinco alumnos manifiesta explícitamente que la Luna carece de movimientos.

• Por último, y aunque los porcentajes son mucho menores, resulta llamativo que al terminar el tercer ciclo, haya alumnos que sigan pensando que la Tierra es un cuerpo inmóvil.

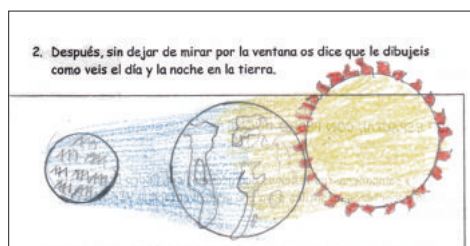
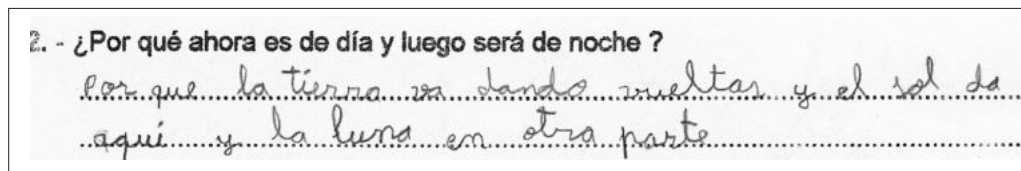
2. ¿Cómo explican la sucesión de los días y las noches?

La tarea fue llevada a cabo por un total de 388 alumnos.

Como puede observarse en el siguiente texto algunos de los alumnos del Primer ciclo exponen explicaciones animistas y finalistas que van desapareciendo a lo largo de la etapa.



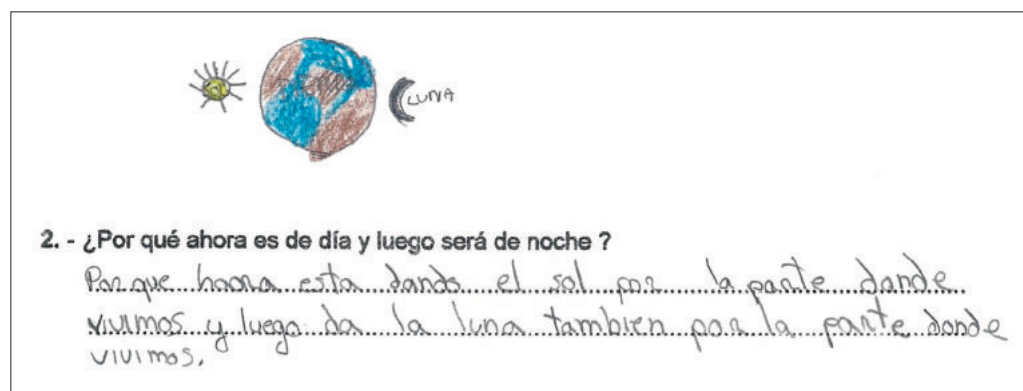
En general, y en todos los ciclos, la conocida asociación de la Luna con la noche exclusivamente, lleva a un considerable número de alumnos a establecer que la presencia de la Luna en el cielo es la causa de las noches.



Esta idea aparece en diferentes tipos de razonamientos: desde el más elemental: «Es de noche porque hay Luna», o bien justificando días y noches a causa de la tras-

lación lunar: «Se hace de noche si *ella* pasa por donde estamos», o bien «porque al igual que el Sol es fuente de luz, la Luna lo es de oscuridad, de sombras».

Incluso en algunos casos, en los que parece que podría interpretarse la alusión a la rotación terrestre como causa de los días y las noches, no es así: la rotación terrestre no hace, para algunos alumnos, que el Sol nos ilumine o no, sino que pasemos delante del Sol o de la Luna, entre los cuales se encuentra la Tierra. Es decir, se hace de noche al rotar «si pasamos por donde está la Luna».



De la gran cantidad de explicaciones y esquemas obtenidos, hemos seleccionado y categorizado aquellos que a nuestro juicio son los más representativos de las ideas de los alumnos. Dichos resultados se muestran a continuación.

Como puede verse, son muchas las explicaciones parciales al fenómeno. Las explicaciones «estáticas» pueden tener origen en el hecho de que la rotación terrestre no es evidente para los alumnos, mas bien podría decirse que es «contraintuitiva», pues su comprensión profunda requiere de un nivel de abstracción que no se alcanza en general en esta etapa.

Por otra parte, mientras los alumnos están totalmente familiarizados en la actualidad con el dinamismo de los entornos virtuales, en sus textos escolares las imágenes que observan son estáticas. Una de estas representaciones, quizá la más habitual es la que utilizan para representar el día y la noche: un Sol iluminando a la Tierra, donde la mitad del planeta aparece iluminado y la otra mitad no. Cuando los alumnos expresan el día, o la noche, porque «media Tierra está iluminada y media no», pueden estar simplemente describiendo dichas imágenes estáticas, ya que para realizar esta afirmación no (les) es necesario una Tierra que rote, sino esa media Tierra iluminada por el Sol que observan.

¿Por qué hay días y noches?		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Explicaciones estáticas	Animismo + finalismo «El Sol y la Luna tienen sueño, duermen, descansan, se levantan, despiertan». «Es de día porque hay que ir al colegio, jugar, de noche para dormir».	7 %	3 %	-
	Día = Sol / noche = Luna «Es de día porque hay Sol, de noche porque hay Luna».	25 %	33 %	5 %
	1/2 Tierra día, 1/2 Tierra noche (sin aludir a la rotación) «El Sol solo nos calienta en una parte y en la otra no». «Porque si aquí hay sol, en el otro lado hay sombra» «Porque el Sol solo le da a media Tierra»	13 %	2 %	10 %
Explicaciones dinámicas	Efecto eclipse «Es de día o de noche porque el Sol tapa a la Luna o la Luna al Sol»	4 %	2 %	12 %
	Geocentrismo + traslación lunar (Sol y Luna giran alrededor de la Tierra) «El Sol y la Luna giran alrededor de la Tierra. Cuando pasa el Sol es de día. Si pasa la Luna es de noche»	8 %	7 %	3 %
	Tierra rotando entre el Sol a un lado y al otro la Luna (o nubes, estrellas, oscuridad...) «La Tierra da vueltas y da al Sol o a la Luna»	33 %	6 %	26 %
	Rotación terrestre (sin alusión a mitades iluminadas / no iluminadas en la Tierra) «Es porque la Tierra de vez en cuando da vueltas». «Los días y las noches son por la rotación terrestre». «Se dan porque la Tierra gira»	5 %	18 %	32 %
	Correcta «La Tierra gira, y en la mitad donde da el Sol es de día y en la otra mitad es de noche». «La tierra gira y ahora el sol está dando en la mitad de la tierra en la que vivo, y cuando es de noche en la mitad en la que no vivo»	2 %	2 %	9 %

Frecuentemente los profesores damos por supuesto que la visión de una imagen estática con determinados símbolos será correctamente decodificada e interpretada por los alumnos. En el caso que nos ocupa, una Tierra con la clásica flecha con la que suele representarse la rotación es una imagen que sugiere un evidente dinamismo para un adulto, pero no siempre es así para un niño. Igualmente, se puede caer en el error de pensar que una simple explicación sobre en qué consiste la rotación o, incluso, mostrarles puntualmente un modelo más gráfico con un foco de luz y esferas, o un globo terráqueo, es suficiente para que interioricen correctamente el movimiento y sus consecuencias. Sin embargo, los datos muestran que, tras su aparente sencillez, la comprensión de la rotación y sus consecuencias no resulta tan sencilla para los alumnos. Parece pues necesario utilizar habitualmente buenas animaciones y modelos dinámicos espaciales (luz y esferas), con el objetivo de introducir la idea de que la parte de la superficie terrestre que corresponde a las mitades iluminadas/no iluminadas está cambiando permanentemente en el tiempo.

Las explicaciones correctas sobre la rotación y los efectos de la misma sobre la superficie de la Tierra son escasas al terminar la etapa, según se deduce de los datos obtenidos.

3. ¿Cómo explican las estaciones del año? ¿Por qué hay veranos e inviernos?

La tarea pedida fue llevada a cabo por un total de 346 alumnos. Los dibujos realizados responden a dos puntos de vista: terrestre (un paisaje veraniego o invernal) y espacial (Tierra y Sol vistos «desde fuera»), con la explicación correspondiente.

El primer tipo de explicación responde a aquellos alumnos para los que las estaciones se explican no por sus causas, sino por sus consecuencias: en verano hace calor y en invierno frío.

En el segundo caso, encontramos una gran variedad de explicaciones que tratan de explicar las causas. Entre todas ellas cabe destacar el hecho de que un 15 % de alumnos recurre a ideas geocéntricas para explicar el fenómeno de las estaciones (el Sol, según ellos, gira alrededor de la Tierra y es verano en la zona que mira hacia él).

Las explicaciones de los alumnos se fundamentan básicamente en la idea de que el Sol es fuente de calor, y su influencia, o el estar bajo sus efectos, provoca el verano; mientras que el invierno está originado por estar en un ámbito en el que reinan la no iluminación, la oscuridad y el frío. Tampoco es infrecuente la confusión entre la causa de los días y las noches y la de las estaciones:

¿Por qué hay verano en invierno?		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
a) Punto de vista espacial				
Explicación mediante modelo día/noche	Dibujan un Sol que ilumina a la Tierra. Señalan: parte iluminada, verano, y parte no iluminada, invierno.	19 %	1 %	16 %
Tierra entre el Sol y la Luna	Tierra en el centro, situada entre un sol y: nubes, oscuridad, nieve.	10 %	4 %	3 %
b) Punto de vista terrestre				
Explicación tautológico-sensorial Confusión entre causas y efectos	Dibujan un paisaje con sol y otro con lluvia, nubes, nieve. «Es verano porque hace calor, e invierno porque hace frío».	29 %	26 %	8 %
Alusión a movimientos	Porque el Sol gira alrededor de al Tierra (geocentrismo).	-	11 %	15 %
	Porque la Tierra se mueve (sin concretar).	-	3 %	-
	Porque estamos más cerca del Sol o más lejos del Sol. Variantes: «El sol se acerca a la Tierra, la Tierra se acerca al Sol, la Tierra se acerca al Sol o la Luna alternativamente».	11 %	29 %	18 %
	Por la rotación terrestre.	-	4 %	6 %
	Por la traslación «Gira alrededor del Sol, y cuando está de frente a él es verano y si está de espaldas invierno. Según donde estemos de la órbita».	-	3 %	1 %
	Por la traslación.	-	5 %	1 %

Una variante de este tipo de razonamientos es la idea, ampliamente detectada en las investigaciones didácticas, de que el verano y el invierno ocurren porque la Tierra a lo largo de su órbita alrededor del Sol, unas veces está más cerca del Sol y otras más lejos.

Los orígenes de esta idea son de sobra conocidos. Por una parte subyace un pensamiento cotidiano, de sentido común, basado en experiencias sensoriales: sentimos

3. Pedro dice que desde la ventana se ve la Tierra y que en unos sitios es verano y en otros invierno. Os pide que os asoméis y que dibujéis lo que estais viendo



6. - ¿Por qué en verano hace más calor y por qué en invierno hace más frío?

...por que en verano la tierra esta
...mas cerca del sol en invierno esta
...mas lejos del sol

más calor cuando estamos cerca de un foco de calor que cuando estamos lejos. Pero, sobre todo, influye en esta idea el desconocimiento del valor de la excentricidad de la órbita terrestre, que se supone alta cuando en realidad es muy baja; de manera que la órbita de la Tierra suele dibujarse como una elipse muy achatada, cuando en realidad se acerca bastante a la de una circunferencia. Esta inadecuada esquematización de la primera Ley de Kepler para el caso de la Tierra aparece con cierta frecuencia en las imágenes, incorrectas, de algunos textos escolares, por lo que en este caso el origen de esta confusa idea es una causa escolar.

Las explicaciones más elaboradas tratan de explicar las estaciones en función de algún tipo de variación en la radiación solar que incide sobre la Tierra. Al final de la Educación Primaria sólo uno de cada cinco alumnos menciona que la causa de las estaciones radica en que los rayos solares llegan más o menos inclinados, o que unas veces nos dan perpendiculares y otras no. Sin embargo no relacionan esta variación del ángulo de incidencia de la radiación solar con la causa que la provoca: la inclinación del eje de rotación de la Tierra, lo que determina que la cantidad de radiación que incide sobre una determinada unidad de superficie varíe a lo largo del año. Algunos aluden genéricamente a la traslación, muy probablemente porque han oído/leído/estudiado que así como la rotación es causa del día y la noche, la traslación lo es de las estaciones (frase que aparece en numerosos textos). En esta etapa todos los alumnos parecen desconocer que la causa de las variaciones en la cantidad de radiación solar que incide sobre una determinada superficie reside en

la inclinación del eje de rotación terrestre: si no estuviera inclinado, el planeta se trasladaría pero no tendría estaciones, ya que en ese caso la cantidad de radiación por unidad de superficie se mantendría constante a lo largo del año (luego la traslación no es la causa).

La complejidad del entramado de ideas que permite entender las variaciones estacionales no parece alcanzarse a lo largo de la Educación Primaria.

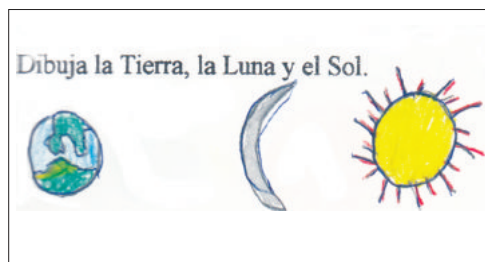
4. ¿Por qué la Luna cambia de forma? Las fases de la Luna

La tarea fue llevada a cabo por un total de 349 alumnos. Además de la tarea específicamente solicitada, los primeros datos acerca de las ideas de los alumnos sobre la Luna, se pueden intuir a partir del análisis de los dibujos que realizaron cuando se les pidió una visión general del sistema Sol-Tierra-Luna.

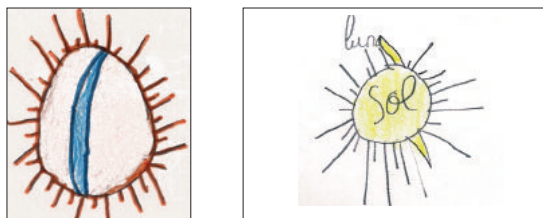
Cuando dibujan el sistema bajo un punto de vista espacial (el sistema visto «desde fuera»), una mayoría, sobre todo en los dos primeros ciclos, no concibe espontáneamente a la Luna como un cuerpo esférico, sino que la dibujan en fase creciente o menguante; las fases, visibles desde la Tierra, las trasladan al espacio. La Luna para estos alumnos, como ellos mismos expresan, «tiene forma de plátano».

La Luna es parecida a un plátano

Esto les lleva a dibujarla, en ocasiones, de tal manera que la parte iluminada ocupa una posición independiente de la que ocupa el Sol en sus esquemas: si la Luna «es» de esa forma, creciente o menguante, no tiene por qué estar su parte iluminada orientada hacia donde se encuentre el Sol:



Esta manera de concebir la forma de la Luna queda explícitamente demostrada en algunos de los dibujos de los alumnos: incluso cuando intentan explicar los eclipses, o, en otras tareas, si la colocan delante del Sol (o detrás, como hacen en ocasiones) la imagen de la silueta recortada tiene esa forma.



No obstante, tal y como se aprecia en la siguiente tabla, estos datos mejoran en el tercer ciclo aumentando progresivamente el número de alumnos que cuando representan a la Luna lo hacen bajo el punto de vista astronómico, es decir, como un cuerpo esférico más, como el Sol o la Tierra:

		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Muestra		86	138	125
Si dibujan espontáneamente a la Luna, la dibujan en fase...	llena	24 %	35 %	56 %
	creciente	19 %	12 %	12 %
	menguante	49 %	41 %	31 %
	algún cuarto	2 %	-	-

El desconocimiento de las fases de la Luna se pone de manifiesto en la gran cantidad de alumnos que no realizan la tarea que se les pide en relación a este tema (alrededor de la mitad) y en el hecho de que no haya respuestas aceptables para la explicación del fenómeno.

¿Por qué la Luna cambia de forma?	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Hay diferentes lunas	11 %	2 %	1 %
Cambia, desaparece, se transforma	7 %	3 %	2 %
La tapan las nubes, el Sol, la Tierra, los planetas... (efecto eclipse)	28 %	17 %	29 %
El Sol la ilumina más o menos, de diferente manera, unas veces la ilumina entera, otras la mitad...	7 %	13 %	17 %

»»

Por los movimientos de la Tierra	-	5 %	-
Por los movimientos de la Luna	-	2 %	4 %
Depende desde donde la veamos, de dónde estemos en la Tierra	-	2 %	-
Depende de la posición de la luna	-	-	5%
Otros no sabe / no contesta	45 %	56 %	42 %


La explicación mayoritaria es que las fases se producen porque otros cuerpos tapan a la Luna (el Sol, la Tierra, las nubes, otros planetas). Esta explicación, que se conoce con el nombre de «efecto eclipse», se ha detectado en numerosas investigaciones, o, también, que el Sol ilumina una parte variable de la superficie lunar que va aumentando o disminuyendo cada día.

7. ¿Por qué a veces vemos la Luna así  y otras veces así 

Por que la tapa un poco el sol

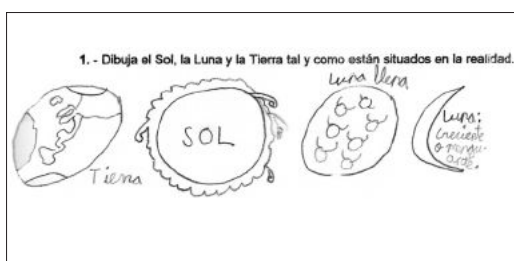
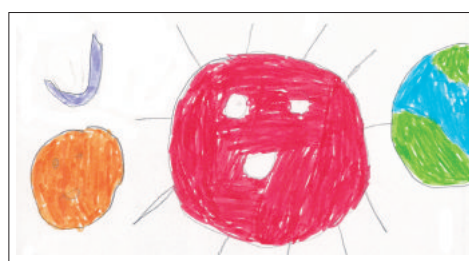
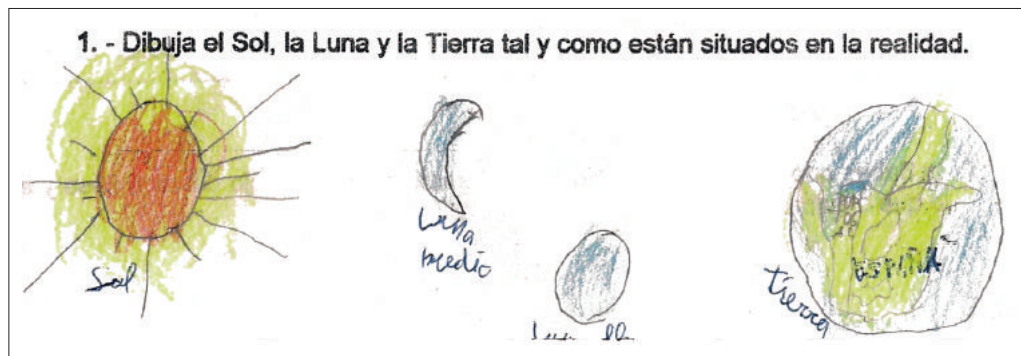
¿Por qué hay veces que la Luna se ve así  y otras veces se ve así:  ?

porque hay veces que la tapa una nube y otras que no le da el sol por todas partes.

4. - ¿Por qué hay veces que la Luna se ve así  y otras veces se ve así:  ?

porque la tapa la tierra

Aunque hay en un porcentaje pequeño, que desaparece prácticamente en el tercer ciclo, que sorprende por la facilidad con la que resuelven el problema: las fases se producen sencillamente porque «hay» (porque existen) diferentes lunas. De hecho no son infrecuentes los dibujos en los que aparecen dos lunas en el mismo cielo, como puede apreciarse en las imágenes siguientes:



Las restantes explicaciones son vagas, confusas e irrelevantes.

La idea de que el Sol, al igual que ilumina permanentemente la mitad de la Tierra, ilumina la mitad de la Luna (o de cualquier otro cuerpo del sistema solar) no se detecta en absoluto en las respuestas de los alumnos. Ni, por tanto, que las fases son visibles desde la Tierra y que la forma que presenta la Luna depende de la posición relativa Tierra-Luna-Sol. La Luna se contempla en el cielo frecuentemente como si fuera un cuerpo plano, no como una esfera, por lo que las formas crecientes o menguantes no se asocian como a una parte de la mitad de su superficie iluminada por el Sol, mitad iluminada que solo podemos visualizar al completo en la fase de Luna llena.

De nuevo, al igual que ocurriría con las estaciones, son muchos los conceptos que deben ponerse en juego para la comprensión de las fases: rotación y traslación lunares y terrestres, comprensión de las relaciones entre las cara iluminada/no iluminada y visible/oculta de la luna, manejar simultáneamente puntos de vista tanto espaciales como del fenómeno percibido desde la Tierra, percepción del ángulo entre el Sol, la Tierra y la Luna a lo largo del mes lunar, etc. Es lógico, a nuestro juicio, que en esta etapa de Educación Primaria se alcance sólo una visión descriptiva de las formas de la Luna, o, como mucho, una comprensión parcial y no total del fenómeno.

5. ¿Por qué ocurren los eclipses?

La tarea fue llevada a cabo por un total de 303 alumnos, de los cuales se han analizado tanto los dibujos que realizaron, como las explicaciones que se les solicitaron. No todos los alumnos respondieron a las dos cuestiones, y cuando lo hicieron, no siempre el dibujo y su justificación resultan coincidentes.


Conviene señalar, otra vez, el alto porcentaje de alumnos que no realizan esta tarea y, cuando lo hacen, el elevado porcentaje de respuestas erróneas.

Tarea: explicar y dibujar un eclipse	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
No aportan ninguna explicación (n. s. / n. c.)	68 %	56 %	36 %
No realizan ningún dibujo	75 %	55 %	19 %

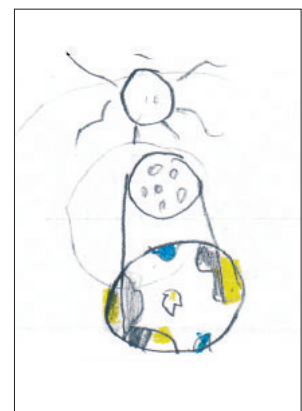
Aún a pesar de que los datos mejoran a lo largo de la etapa, en general puede decirse que es considerable el grado de desconocimiento que tienen los alumnos sobre estos fenómenos. Aunque no existen referencias específicas a este tópico en el Currículo Oficial de Educación Primaria, en la mayor parte de los textos sí aparece este tema en el bloque de contenidos «El sistema solar» del tercer ciclo.

Los eclipses han sido definidos poéticamente, en ocasiones, como espectáculos de sombras. Sin embargo, las sombras que unos cuerpos celestes proyectan sobre otros para que se produzca el fenómeno, y que permitan explicarlo, están casi ausentes en la práctica totalidad de los esquemas de las explicaciones de los alumnos. Son excepcionales los casos en los que se intentan dibujar las sombras, o en los que se alude indirectamente a la falta de luz solar en la Tierra en los eclipses de Sol:

7. - ¿Sabes qué es un eclipse? En caso afirmativo haz el dibujo de un eclipse y explica lo que dibujas.

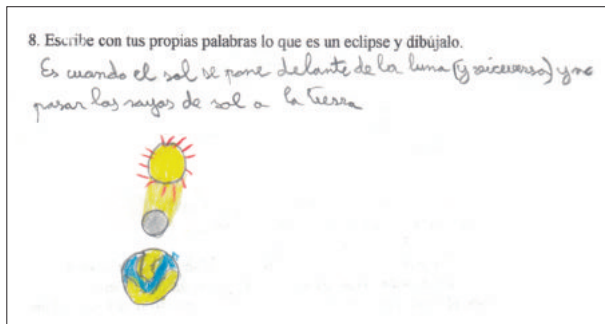
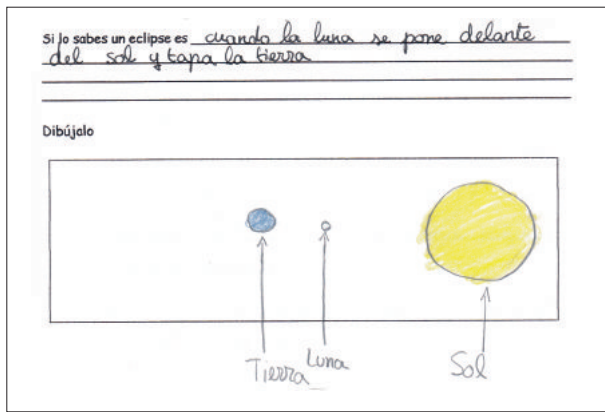


Hay veces que la luna se pone delante del sol y forma un eclipse y en ese momento la tierra se pone oscura.



Como podemos observar en los dos dibujos que se muestran en la página siguiente, lo habitual es la ausencia de luz y sombras (arriba) o, si se representa que la luz del Sol se proyecta sobre la Luna, esta no emite ninguna sombra sobre la Tierra (abajo). En realidad, los alumnos, sin ser conscientes por supuesto y si no tuviéramos en cuenta los tamaños de los cuerpos que dibujan, intentan explicar y representar eclipses, pero en la mayoría de las ocasiones razonan y representan en términos de tránsitos entre cuerpos celestes.

A la vista de lo expuesto anteriormente parece aconsejable que el trabajo previo a realizar con los alumnos, para la correcta comprensión de estos fenómenos, debiera ser, de nuevo, actividades de luces y sombras con diferentes objetos esféricos.



Cómo los explican

Aunque de las explicaciones de los alumnos se deduce que algunos conocen que hay dos tipos de eclipses, la práctica totalidad de ellas se refieren, directa o indirectamente, a los eclipses de Sol.

En sus explicaciones, los alumnos mencionan dos o tres de los cuerpos del sistema. Las explicaciones en las que se mencionan sólo dos cuerpos corresponden a aquellos alumnos que conciben el fenómeno, en la mayoría de los casos, desde un punto de vista terrestre, «lo que se ve desde la Tierra». Aún cuando la descripción de lo que observan fuera correcta, supone una explicación parcial, ya que para la comprensión del fenómeno se necesitan los tres cuerpos y aludir a las sombras que se originan y sobre quién se proyectan. Dicho de otra manera, en el mejor de los casos los alumnos explican lo que ocurre, pero no por qué ocurre.

La mayor parte de las explicaciones remiten a «la luna tapa al Sol», es decir, los alumnos describen lo que puede verse desde la Tierra cuando ocurre un eclipse solar, y parece que este grupo solo admiten este tipo de eclipse. Otros, seguramente porque saben que hay dos tipos de eclipses, intentan describirlos recurriendo a frases del tipo «la luna tapa al Sol, o el Sol tapa a la Luna», sin ser conscientes de la imposibilidad de la segunda parte de la afirmación. Es evidente que estos alumnos no conocen cómo se mueven en el espacio los tres cuerpos entre sí.

Explicaciones mencionando dos cuerpos (S-L o L-T)	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
La Luna se coloca delante de Sol, o viceversa (segunda parte de la premisa: imposible)	8 %	5 %	13 %
El Sol y Luna «se juntan»	13 %	7 %	6 %
La Luna tapa al Sol	6 %	16 %	21 %
El Sol tapa a la Luna (imposible)	3 %	4 %	-
La Luna tapa a la Tierra	2 %	1 %	5 %
El Sol o la Luna son tapados por nubes	-	3 %	8 %

6.- ¿Sabes lo que es un eclipse? SI NO

Si lo sabes un eclipse es Cuando el Sol se pone
delante de la Luna o la Luna
delante de el Sol.

Dibújalo

Las explicaciones en las que se mencionan los tres cuerpos corresponden en su mayoría a alumnos que conciben el fenómeno espacialmente. Sin embargo, tampoco son conscientes de que la situación que describen con mayor frecuencia («la luna está entre el Sol y la Tierra») no es condición suficiente para que se produzca un eclipse: durante prácticamente la mitad del mes lunar, la luna está situada entre el Sol y la Tierra, y no por ello ocurren eclipses si no hay alineación. De nuevo, las condiciones espaciales en las que se encuentran los tres cuerpos son desconocidas para los alumnos.

Explicaciones mencionando tres cuerpos (S-L-T)	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
La Luna se sitúa entre el Sol y la Tierra	-	6 %	5 %
S-T-L están en línea recta, alineados, etc.	-	1 %	-
Eclipse de Sol (correcto)	-	1 %	6 %
Eclipse de Luna (correcto)	-	1 %	-

Lo que dibujan

A la hora de analizar sus dibujos hemos tenido en cuenta, entre otros criterios, cuántos cuerpos aparecen en las representaciones que realizan. De nuevo este dato nos permite indagar acerca de si simplemente representan, o intentan representar, lo que se observa desde la Tierra (SL), o si conciben el fenómeno bajo un punto de vista astronómico, para lo cual deben recurrir a los tres cuerpos (SLT), opción esta última que, como se ha mencionado anteriormente, supone una concepción más elaborada y madura. En todo caso hay que señalar que la utilización de dos o tres cuerpos no implica, como veremos, que las ideas acerca del fenómeno sean correctas.

En la siguiente tabla se han esquematizado, en unas cuantas categorías, los diferentes dibujos de los alumnos con dos cuerpos.

Dibujos con dos cuerpos	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Tierra / Luna	2 %	1 %	2 %
Sol / Tierra		1 %	1 %
Sol / Luna	8 %	8 %	41 %
Sol ¿y Luna?	5 %	11 %	7 %
Posiciones astronómicamente imposibles (Luna detrás del Sol)	6 %	6 %	8 %
Las nubes tapan al Sol o a la Luna	2 %	2 %	4 %

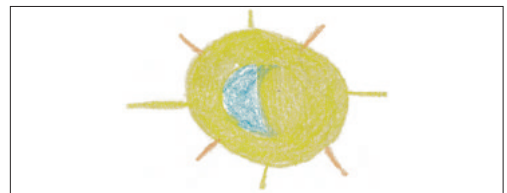
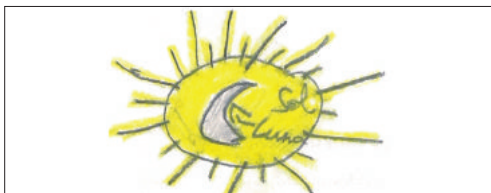
Sobre esos esquemas cabe comentar lo siguiente:

- Los dibujos en los que aparecen sólo la Tierra y la Luna carecen de sentido. Sin la presencia del Sol no hay eclipses, y, en el caso de que en la mente de los alumnos el Sol estuviera implícitamente en alguna posición de la imagen, al no conocer dicha posición no es posible conocer la dirección de las sombras, ni por tanto qué tipo de eclipse se intentaba representar.

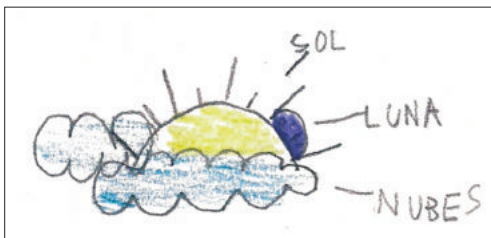
- Tampoco son válidos los esquemas en los que aparecen sólo el Sol y La Tierra. Sin Luna no hay eclipses, y es ella la que, si se coloca en alineación entre el Sol y la Tierra, provoca un eclipse de Sol, y quien si entra en el interior del cono de sombra de la Tierra queda eclipsada (eclipse de Luna).

- En los esquemas en los que aparecen el Sol y la Luna, que son los que representan la visión de un eclipse de Sol visto desde la Tierra, estos resultan incompletos, ya que no ofrecen una visión espacial del fenómeno y no es posible conocer lo que ocurre en la Tierra, pues no se ofrece información sobre la proyección y la situación de sombra de la Luna sobre ella.

Es en este tipo de esquemas en los que aparece con cierta frecuencia la Luna como un cuerpo no esférico (con la forma de alguna fase creciente o menguante), según ya se ha comentado anteriormente:








- Por último, y como ya se ha mencionado, encontramos un porcentaje de alumnos que consideran que son otros cuerpos los que ocultan al Sol o a la Luna y los eclipsan:



Significativamente bajo es el número de alumnos que realiza esquemas «desde fuera de la Tierra». Como hemos dicho anteriormente, este punto de vista debería suponer una mejor comprensión, tanto desde el punto de vista astronómico como en cuanto a las condiciones geométricas, es decir, un más alto nivel de formulación. No obstante, no siempre es así.

En la siguiente tabla se han categorizado y esquematizado los esquemas realizados por los alumnos, en los que aparecen los tres cuerpos:

Dibujos con tres cuerpos (S-T-L)		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
A		2 %	8 %	8 %
B			1 %	1 %
C				1 %
D			1 %	2 %
E			3 %	2 %
Correctos	de Sol	2 %	2 %	2 %
	de Luna		1 %	
No sabe / no contesta		97 %	84 %	83 %

Se comentan a continuación estos resultados teniendo en cuenta que los alumnos dibujan el sistema «de perfil», es decir, contemplado desde el plano de la eclíptica:

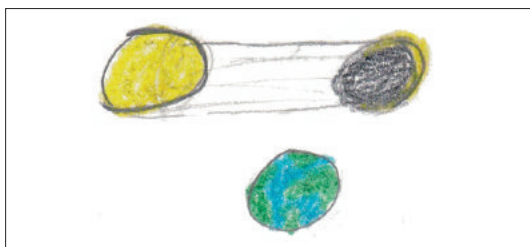
- Esquemas tipo **A**. Son los que con mayor frecuencia realizan los alumnos (aunque el porcentaje sólo suponga un 10 %). Se aproximan considerablemente a las condiciones geométricas de un eclipse de Sol, salvo lo ya mencionado anteriormente en cuanto a la ausencia de luces y sombras entre los cuerpos.

- Esquemas tipo **B**. Se intenta representar un eclipse de Sol. Son incorrectos, ya que se mezclan en un mismo dibujo dos puntos de vista: el Sol y la Luna están contemplados desde la Tierra, mientras que la Tierra lo está desde el espacio (véase, una

vez más, la Luna frente al Sol en fase creciente, con «forma de plátano»). Cuando en estos esquemas la Luna aparece con la forma de alguna fase creciente o menguante se manifiesta con mayor rotundidad la confusión de los puntos de vista que perciben los alumnos del sistema, así como las dificultades que existen en este nivel educativo para una comprensión correcta del mismo y de las relaciones espaciales entre los tres cuerpos.



- Los esquemas tipo **C**. Son incorrectos al no existir alineación entre los tres cuerpos. Con ellos se pone de manifiesto el desconocimiento de los alumnos acerca de la naturaleza de las sombras. Ya hemos comentado que son muy escasos los que las dibujan, y, de estos, algunos las dibujan erróneamente. En el esquema inferior aparecen sombras proyectadas sobre la Luna, sin que exista ningún cuerpo entre ella y el Sol.



- Esquema tipo **D**. Un 1 % de los alumnos expresan que un eclipse es «cuando el Sol, la Luna y la Tierra están alineados», es decir, en línea recta, y adjuntan este tipo de esquemas. Carecemos de datos que nos permitan conocer si simplemente los han realizado cumpliendo geoméricamente los requisitos de la definición o, por el contrario, son capaces de «ver» en el espacio lo que han dibujado en el plano. Si así fuera, el esquema, totalmente correcto, supone una visión muy elaborada: desde el plano de la eclíptica, en la línea de los nodos, y desde un punto de vista externo a la órbita lunar, el esquema representa un eclipse de Luna. El mismo esquema, aceptando que la Luna ocupara la posición intermedia y la Tierra fuera el cuerpo más cercano al espectador representaría un eclipse de Sol.

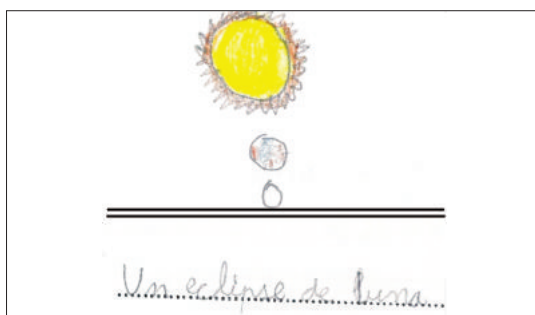


- Esquemas tipo **E**. Ya se ha mencionado anteriormente, que el desconocimiento de cómo se producen en el espacio los movimientos de los tres cuerpos lleva a algunos alumnos a explicar que un eclipse puede producirse cuando «el Sol tapa a la Luna», situación astronómicamente imposible.

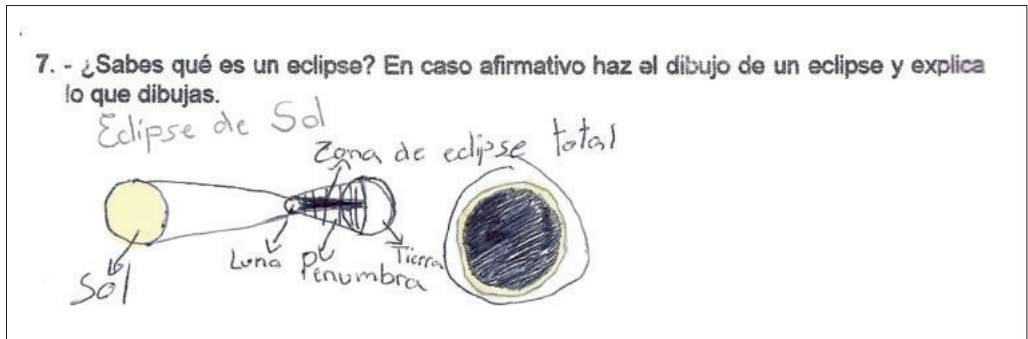
Ya se ha señalado el escaso porcentaje de alumnos que realizan esquemas aproximados de los eclipses. A pesar de que el tema se trata muy superficialmente a lo largo de la Educación Primaria, los alumnos muestran gran curiosidad por él, aunque el conocimiento que poseen sea teórico, ya que las oportunidades de visualizarlos son escasas. Los eclipses de Luna, que cuando ocurren se pueden ver desde cualquier lugar de la Tierra donde sea de noche, son poco evidentes en el cielo nocturno. En cuanto a los de Sol son sólo visibles desde determinadas zonas de la Tierra y cuando es de día (el último visible en nuestro país fue en el año 2006 y la siguiente oportunidad no tendrá lugar hasta agosto del 2026).

A continuación se muestran dos esquemas que, por diferentes motivos, tienen un grado de excepcionalidad en los resultados obtenidos en esta tarea concreta:

- El primero corresponde a un eclipse de Luna que el propio alumno identifica como tal. En el esquema no existen ni luces ni sombras, algo habitual como ya se ha comentado anteriormente, pero es el único, en la totalidad de la muestra de alumnos, en el que se dibuja explícitamente este tipo de eclipse.



• El segundo muestra el esquema del único alumno de 6.º de Primaria (de una muestra total de 303 alumnos) que realizó este aceptable esquema de un eclipse de Sol, poco habitual para el nivel de Educación Primaria.



De todo lo anteriormente expuesto se puede concluir con las siguientes ideas-resumen:

1. ¿Qué visión general tienen del sistema Sol-Tierra-Luna?

A lo largo de la etapa de Educación Primaria se aprecia una mejora en la percepción del sistema bajo un punto de vista espacial, así como en los tamaños de los tres cuerpos y su posición entre entre sí.

En el conocimiento de los movimientos de los tres cuerpos también se detectan ideas progresivamente más correctas, al menos en cuanto a su descripción se refiere. Sin embargo, es este el aspecto en el que se captan más deficiencias al terminar esta etapa educativa: baste recordar que, al concluirla, todavía hay alumnos que consideran que alguno de los tres cuerpos carece de movimientos.

Es en este desconocimiento de los movimientos relativos de los tres cuerpos entre sí, junto con la ausencia de ideas correctas acerca de la situación espacial entre ellos, es donde reside, a nuestro juicio, el principal obstáculo que subyace en las carencias y errores detectados en la comprensión de los demás fenómenos relativos al sistema.

2. El día y la noche

En general, y en todos los ciclos, la conocida asociación de la Luna con la noche exclusivamente, lleva a un considerable número de alumnos a establecer que la presencia de la Luna en el cielo es la causa de las noches.

Las explicaciones correctas (rotación y efectos de la misma sobre la superficie de la Tierra) son escasas al terminar la etapa, según se deduce de los datos obtenidos.

3. Las estaciones del año

Como se ha visto, las explicaciones de los alumnos se fundamentan básicamente en la idea de que el Sol es fuente de calor, y estar bajo sus efectos provoca el verano, mientras que el invierno está originado por estar en un ámbito en el que reinan la no iluminación, la oscuridad y el frío.

Otra idea, ampliamente detectada, como se ha mencionado en las investigaciones didácticas, explica el verano y el invierno por las diferentes distancias entre la Tierra y el Sol a lo largo del año. Cuando los dos cuerpos están cerca estaríamos en verano, y si están más alejados en invierno.

Las explicaciones más elaboradas tratan de relacionar las estaciones con algún tipo de variación en la radiación solar que incide sobre la Tierra. Al final de la Educación Primaria sólo uno de cada cinco alumnos menciona que la causa de las estaciones radica en que «los rayos solares llegan más o menos inclinados», o que «unas veces nos dan perpendiculares y otras no». Sin embargo, son prácticamente nulas las referencias a la inclinación del eje de rotación de la Tierra y su influencia en el fenómeno.

4. Las fases de la Luna

Como se ha señalado, y sobre todo en los primeros años de la Educación Primaria, la Luna no es percibida por muchos alumnos como un cuerpo esférico. Esta visión dificulta la comprensión del fenómeno de las fases.

La explicación mayoritaria es que las fases se producen porque otros cuerpos tapan a la Luna (el Sol, la Tierra, las nubes, otros planetas), explicación que se conoce con el nombre de «efecto eclipse», representación ampliamente detectada en numerosas investigaciones, o que el Sol ilumina una parte variable de la superficie lunar que va aumentando o disminuyendo cada día.

5. Los eclipses

La comprensión del fenómeno es muy escasa. Como se ha dicho anteriormente, y en el mejor de los casos, los alumnos recurren a describir lo que ocurre, pero no por qué ocurre. Es en los dibujos de los eclipses donde se manifiesta una

gran parte de ideas incorrectas: acerca de la forma de la Luna, de las posiciones imposibles desde el punto de vista astronómico de los tres cuerpos, acerca del tamaño de los mismos o de sus movimientos, entre otros aspectos.

NIVELES DE CONOCIMIENTO

En definitiva, la visión del sistema Sol-Tierra-Luna que tienen los alumnos de la muestra podemos encuadrarla en tres niveles que de mayor a menor complejidad serían:

- El sistema es explicado bajo un punto de vista sensorial, subjetivo y en función de lo que perciben directamente (frío, calor, luz, oscuridad). Las referencias espaciales son prácticamente inexistentes y los movimientos no son tenidos en cuenta. Explicaciones estáticas y bajo un punto de vista terrestre.
- Las explicaciones aluden a aspectos o causas dinámicas, pero subyace un nulo o deficiente conocimiento acerca de las implicaciones y consecuencias de los movimientos involucrados en los fenómenos. Mayor percepción espacial.
- Explican los fenómenos bajo un punto de vista espacial, objetivo y dinámico. Mejor grado de comprensión, pero no suficiente, de las relaciones entre los tres cuerpos.

PARA SABER ALGO MÁS...

- **Camino, N.** (1995). Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con Maestros de Primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13, (1), 81-96.

Disponible en:

<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21396/93355>

Trabajo muy recomendable como paso previo por parte de los maestros para (re)conocer, en su caso, las propias dificultades. Aunque realizado con muestra de maestros argentinos, las dificultades detectadas pueden considerarse universales.

- **De Manuel Barrabín, J.** (1995). ¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes y de futuros Maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 227-236.

Disponible en:

<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21411/93371>

Dado que el artículo se refiere a la detección de representaciones que tienen estudiantes de 12 a 18 años y futuros maestros, permite conocer las dificultades que persisten después de la Educación Primaria, lo que resulta de indudable interés para los maestros. Se centra sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra, especialmente sobre el modelo de órbita terrestre y en las causas que hacen que haya veranos e inviernos.

El autor pone de manifiesto ciertas implicaciones didácticas a partir de las concepciones encontradas y de sus posibles orígenes.

- **Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V.** (1999). *Dando sentido a la Ciencia en Secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Capítulo 24, 215- 263. Visor. Madrid.
- **Navarrete, A., Azcárate, P., Oliva, J. M.^a** (2004). Algunas interpretaciones sobre el fenómeno de las estaciones en niños, estudiantes y adultos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 1, 3, 146-166.

Disponible:

http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen1/Numero_1_3/Revisi%F3n_modelos_estaciones.pdf

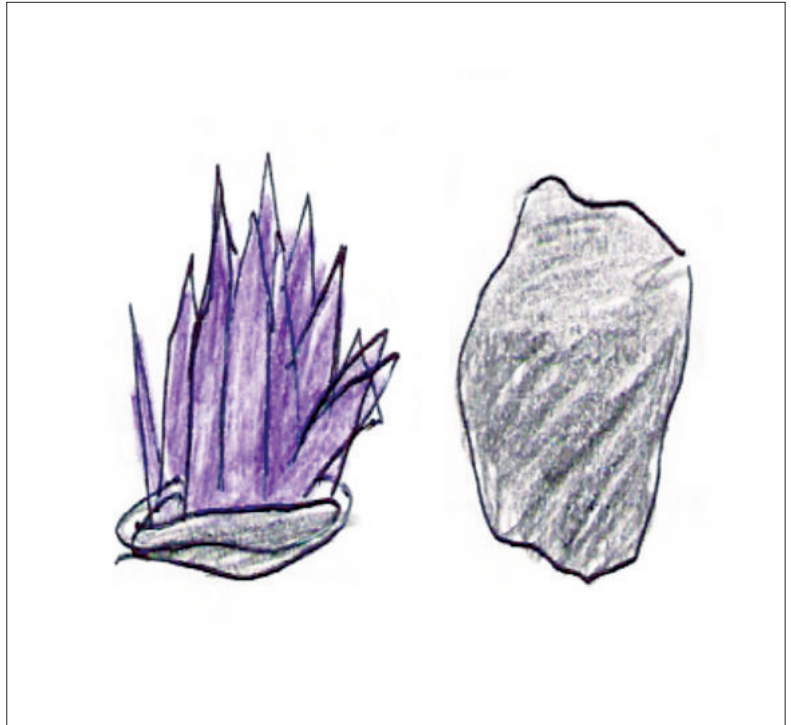
Completa revisión bibliográfica sobre lo publicado respecto a las interpretaciones acerca de las estaciones. Se describen e interpretan los modelos explicativos más comunes, las edades en las que se detectan y las variables de enseñanza que más parecen incidir en los mismos.

- **Vega Navarro, A.** (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado actual de las investigaciones. *Revista de Educación*, 342. Enero-abril, 475-500.

Disponible en: http://www.revistaeducacion.mec.es/re342/re342_22.pdf

En este trabajo se realiza una revisión de los principales estudios sobre las ideas que niños y adultos mantienen sobre la forma de la Tierra, gravedad, ciclo día-noche, fases lunares y estaciones, señalando las implicaciones que se derivan de cara a las actividades de enseñanza-aprendizaje.

Minerales y rocas



Los minerales son los constituyentes de las rocas, materiales inorgánicos que forman la parte sólida de nuestro planeta Tierra. Los minerales se identifican y describen a través de sus propiedades físicas determinadas de *visu*, como el color, transparencia, dureza, brillo, exfoliación... Las rocas, sin embargo, se describen en base a la asociación mineralógica que presentan y la relación existente entre sí de los minerales (cristales) o fragmentos de rocas que las constituyan, es decir, su textura. Minerales y rocas son el origen de los miles de productos que usamos en la vida cotidiana, tanto productos que han requerido en su fabricación una sencilla manufactura (ladrillos, tejas, cemento, vidrios) como aquellos otros en los que la transformación ha sido tal, que es difícil establecer una relación directa entre el producto final y la materia prima de la que se obtiene (combustibles, plásticos, metales...). La explotación de estos recursos de origen mineral, la fabricación de productos a partir de ellos, su uso y su posterior desecho, originan importantes problemas medioambientales que todos deberíamos conocer (disminución de las reservas, contaminación del agua, suelo, aire, deterioro paisajístico, ruido...).

El Currículum de Educación Primaria especifica que al acabar esta etapa educativa los alumnos deben saber describir y clasificar los minerales y las rocas, utilizando criterios científicos, demostrar que han adquirido un conocimiento práctico de la utilización de los recursos naturales de la Tierra y ser capaces de identificar algunos recursos físicos utilizados en la vida cotidiana.

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE LOS MINERALES Y LAS ROCAS

Tratamos de averiguar qué ideas presentan los alumnos de Primaria acerca de:

1. Las características que presentan «de visu» los minerales y las rocas, y criterios para diferenciarlos.
2. Los procesos de formación de las rocas.
3. La procedencia de los minerales y las rocas, y dónde se pueden encontrar.

4. La visión dinámica o estática de los procesos geológicos a partir de los cuales se generan los minerales y las rocas.
5. Los minerales y rocas que conocen.
6. Las materias primas de origen mineral que se necesitan para fabricar algunos productos de uso cotidiano.

Este estudio ha sido realizado con 21 niños de 3.º de Educación Primaria (2.º ciclo), 34 niños de 4.º (2.º ciclo) y 36 niños de 6.º (3.º ciclo). Para ello se han propuesto las siguientes tareas:

- Responder a una serie de cuestiones de carácter abierto sobre aspectos variados relacionados con los minerales y las rocas como: imagina que tienes una roca delante, ¿cómo es? Imagina que tienes un mineral delante, ¿cómo es? ¿Es lo mismo un mineral que una roca? ¿De dónde vienen las rocas? ¿Crees que las rocas pueden cambiar?
- Realización de un dibujo de un mineral y de una roca.
- Seleccionar y distinguir entre una serie de imágenes de minerales y rocas, aquellos que según su criterio eran fotografías de minerales. Del mismo modo y con otro grupo de imágenes se les pidió que escogieran aquellas que correspondían a rocas. Debían así mismo razonar su elección.
- Reconocer el posible origen mineral de una serie de materiales u objetos de uso cotidiano.

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ VEN LOS MINERALES Y LAS ROCAS

1. ¿Cómo perciben las rocas y los minerales?

Imagina que tienes una roca, ¿cómo es?

¿Cómo describen las rocas?	3.º	4.º	6.º
Gris, blanca, negra, marrón	43 %	26 %	25 %
Dura	76 %	35 %	11 %
Grande	14 %	29 %	39 %
Redonda	14 %	24 %	14 %

Pesada	19 %	6 %	3 %
Bonita	14 %	0 %	3 %
De colores	14 %	3 %	8 %
Áspera	0 %	9 %	3 %
No contesta	5 %	0 %	9 %

Las rocas son vistas por la mayoría de los alumnos como de colores apagados (grises, negras, blancas o marrones), «duras» (sobre todo en 3.º), «grandes» y «redondas». Observamos que a medida que avanza la Educación Primaria hay menos niños que piensan en ellas como objetos de colores poco llamativos y duras, siendo el calificativo de «grande» el más frecuente, quizás porque las perciban como los grandes elementos que conforman el relieve. Por el contrario, en 3.º hay más niños que las describen como «pequeñas» refiriéndose probablemente, en este caso, a aquellos pequeños fragmentos que habitualmente encuentran en las zonas de juego de los parques.

Imagínate que tienes un mineral, ¿cómo es?

¿Cómo describen los minerales?	3.º	4.º	6.º
De colores llamativos	19 %	21 %	36 %
Brillante	10 %	32 %	39 %
Pequeño	10 %	26 %	22 %
Duro	10 %	15 %	3 %
Poliédrico	10 %	9 %	14 %
Bonito	5 %	9 %	6 %
Redondo	5 %	6 %	0 %
Pesado	0 %	6 %	6 %
No contesta	48 %	6 %	18 %

Los minerales los describen como de «colores llamativos» (rojos, azules, morados, plateados, verdes...), «brillantes», «pequeños» (sobre todo 4.º y 6.º). Calificativos como «duros» y «bonitos» también aparecen entre las respuestas. Hemos de señalar que un buen número de niños los describen con frases que hacen alusión al hábito poliédrico, «con formas impresionantes», «con forma de cubo o de brillante», «con caras», «con pinchos», «agudos»... También los califican como «valiosos», no solo en esta, sino también en algunas otras preguntas de las que les fueron formuladas.

¿Es lo mismo un mineral que una roca?, ¿por qué?

¿Es lo mismo un mineral que una roca?	3.º	4.º	6.º
No	38 %	80 %	81 %
Sí	62 %	15 %	11 %
No contesta	0 %	6 %	8 %

Aunque en el primer curso analizado (3.º) una mayoría cree que son conceptos equivalentes, en los cursos superiores manifiestan de forma mayoritaria que sí existen diferencias entre las rocas y los minerales, aunque evidentemente la argumentación de las respuestas es irrelevante bajo el punto de vista científico. A continuación se señalan algunas de las respuestas de los alumnos:

- **En cuanto a sus cualidades y valor:** «Las rocas no brillan y los minerales sí», «las rocas son grises y los minerales de colores», «por mucho que se parezcan el tamaño los diferencia», «un mineral es más pequeño y una roca más grande», «los minerales son más valiosos», «un mineral tiene más valor y son piedras preciosas», «los minerales son más beneficiosos», «los minerales son más bonitos y valen dinero», «las rocas son duras y los minerales no»....

- **En cuanto a su naturaleza:** «Los minerales forman las rocas», «están hechos de diferente material», «las rocas son piedras» (en sentido despectivo).

- **En cuanto a su ubicación:** «Las rocas son más fáciles de encontrar que los minerales», «los minerales están en el fondo del mar», «los minerales [...] y no están en las montañas».

Dibuja en los recuadros un mineral y una roca. Puedes colorearlos si lo crees necesario.

¿Cómo los dibujan?	Mineral			10		
	3.º	4.º	6.º	3.º	4.º	6.º
Hábito poliédrico	52 %	24 %	33 %	0 %	0 %	36 %
Dibujan puntos o manchas en el interior de las rocas	-	-	-	9,5 %	6 %	17 %
El mineral muestra colores llamativos	19 %	29 %	33 %	-	-	-
La roca es de color gris o marrón	-	-	-	48 %	50 %	30 %
Dibujan el mineral más pequeño que la roca	29 %	32 %	17 %	-	-	-

Brillo	-	-	6 %	-	-	-
Geoda	-	-	6 %	-	-	-
No contesta	33 %	15 %	3 %	-	6 %	3 %

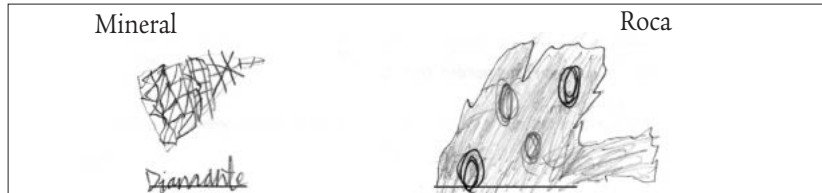
Dibujan a menudo los minerales con hábitos poliédricos, pero no así las rocas, que las dibujan con los bordes redondeados.

3.º



Mineral

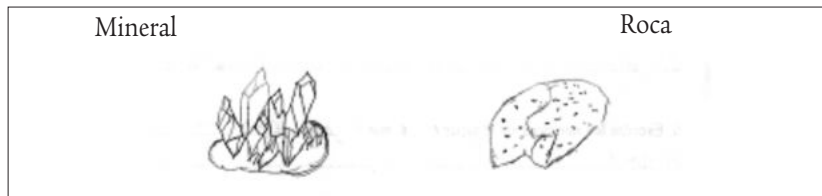
Roca



4.º



6.º

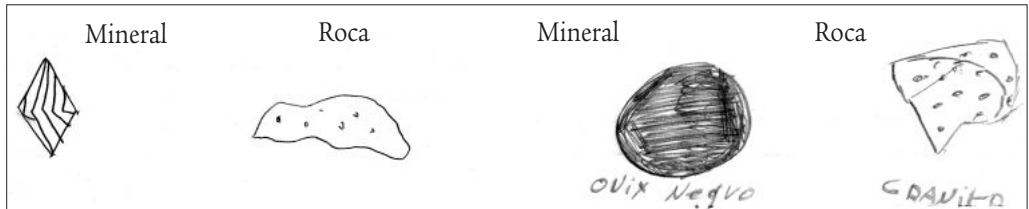


Mineral

Roca



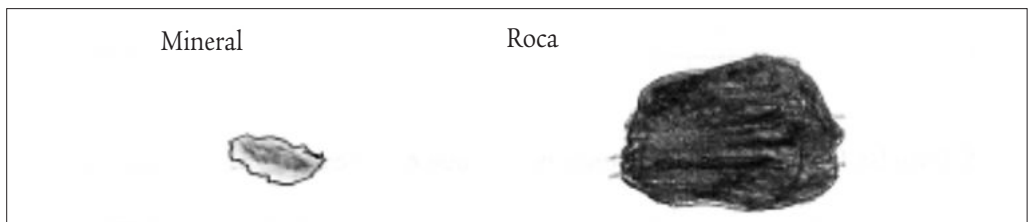
Algunos alumnos muestran las rocas, en sus dibujos, como objetos con puntos o manchas, es decir, con un aspecto no uniforme. Es posible que con ello pretendan representar la idea de que las rocas están constituidas por diferentes componentes, que serían los minerales.



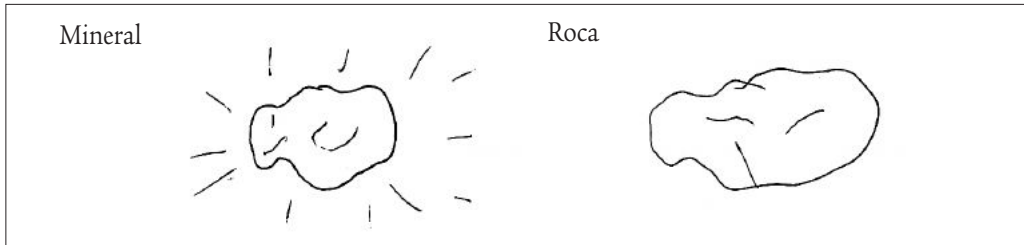
Con cierta frecuencia, e independientemente del curso, los alumnos utilizan colores llamativos para representar los minerales (azul, morado, rosa, etc.), mientras que las rocas, cuando están coloreadas, lo están con tonalidades menos atractivas (gris o marrón), por lo menos en un 40 % de los casos.



Al menos una cuarta parte de los niños de 3.º y 4.º dibujan los minerales significativamente más pequeños que las rocas. Teniendo en cuenta que los minerales son los constituyentes de las rocas, parece lógico pensar que éstos sean representados más pequeños que aquellas. Siendo esta la norma general, hay que recordar que en la naturaleza, excepcionalmente, se pueden encontrar minerales de gran tamaño, y también que por procesos de alteración y erosión las rocas a menudo aparecen disgregadas en fragmentos de pequeño tamaño.





Al final de la Educación Primaria los niños hacen dibujos más elaborados, con minerales que brillan, y a veces los sitúan tapizando el interior de una cavidad (geodas).



Observa las siguientes fotos y escribe el n.º de las que crees que son fotografías de minerales

Se les mostró una lámina con 16 fotografías numeradas de minerales. Se les pidió que señalaran aquellas que para ellos representaban imágenes de minerales y que justificaran los motivos de su elección. Se incluyeron minerales de diferentes colores, hábitos, brillos y transparencias para intentar detectar si tienen alguna idea acerca de si los minerales poseen, o deben poseer, un determinado modelo prototípico en cuanto a su aspecto externo se refiere.

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos, en orden decreciente, en cuanto al porcentaje medio de los tres cursos.

Fotografías que se les mostraron		Media	3.º	4.º	6.º
	Cristales azules, transparentes y prismáticos de celestina	82 %	71 %	91 %	81 %
	Cristales verdes de diopside	78 %	62 %	82 %	83 %

>>

	Prismas incoloros y transparentes de cuarzo (cristal de roca)	77 %	57 %	88 %	78 %
	Romboedro incoloro y transparente de calcita (espató de Islandia)	76 %	67 %	85 %	72 %
	Cristales rojos de vanadinita	75 %	71 %	79 %	72 %
	Cristales amarillos y transparentes de azufre	73 %	57 %	79 %	75 %
	Cuarzo rosa masivo	60 %	67 %	56 %	61 %
	Cuarzo lechoso	47 %	52 %	47 %	44 %
	Cristal cúbico de pirita	44 %	52 %	38 %	44 %
	Malaquita	40 %	38 %	38 %	42 %
	Grafito	38 %	29 %	35 %	47 %
	Sillimanita	33 %	52 %	38 %	17 %
	Limonita	31 %	24 %	38 %	28 %
	Jaspe	20 %	19 %	15 %	25 %
	Agregado de Sepiolita	15 %	29 %	12 %	11 %
	Cinabrio	14 %	10 %	21 %	11 %

Al menos tres de cada cuatro alumnos consideran como minerales a las muestras con hábito poliédrico, transparentes y brillantes, tanto incoloros como coloreados.










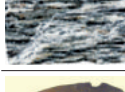

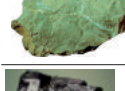
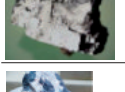

Y muy pocos (menos de un tercio) escogen como minerales las muestras opacas, sin brillo, o con colores poco llamativos. Se puede constatar a la vista de los resultados, que poseer un color llamativo no es por si solo un criterio para que los niños seleccionen una muestra como mineral: dentro del grupo de los más escogidos, aparecen algunos minerales incoloros (el cuarzo o la calcita) y, sin embargo, son menos elegidos la limonita o la malaquita a pesar de sus vivos colores amarillo y verde respectivamente (pero con hábito masivo). Por encima del color, que evidentemente llama su atención, las muestras que en mayor porcentaje son seleccionadas por los niños para formar parte del grupo de los minerales tienen unas características en común: tienen una forma externa poliédrica y un brillo evidente.

Se reproducen a continuación algunas de las respuestas de los alumnos: «brillan», «brillan y son bonitos», «brillan y son transparentes», «son bonitos», «todos eran brillantes y de colores llamativos», «tienen formas raras», «porque tienen partes blandas y lisas» (poliédricos), «son piedras preciosas», «son pequeños», «tienen colores especiales», «tienen color brillante», «son de colores como de «cristal», «parece que son cristales de colores»...

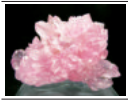
Hay alumnos que en su justificación no describen ninguna característica de las muestras. Explican que simplemente los han seleccionado porque «tienen las características de un mineral», «tienen forma de mineral y además se nota», «porque son como los minerales y me parecen minerales».

Observa las siguientes fotos y escribe el número de las que crees que corresponden a fotografías de rocas

Se les mostró una lámina que incluía 16 fotografías, la mayoría de ellas de rocas y algunas correspondientes a minerales. Se les pedía que seleccionaran aquellas que consideraban que correspondían a rocas y que señalaran los motivos de su elección. Se incluyeron rocas con colores y texturas variadas. Partiendo de la idea de que la mayoría de los niños de esta etapa saben que las rocas están constituidas por minerales, pretendíamos saber si únicamente señalan aquellas en las que claramente se distinguen los diferentes componentes. Además incluimos imágenes de minerales de aspecto llamativo (cuarzo rosa y lechoso) y otros menos atractivos (ortosa, galeña, sepiolita y caolinita) para indagar si es el color, el brillo o el hábito las características que determinan que los incluyan dentro de los minerales o de las rocas.

Fotografías que se les mostraron		Media	3.º	4.º	6.º
	Sepiolita	81 %	57 %	94 %	83 %
	Caolinita	75 %	52 %	62 %	72 %
	Cristal tabular de ortosa	75 %	67 %	79 %	75 %
	Andesita	73%	48 %	82 %	78 %
	Conglomerado	69 %	62 %	71 %	72 %
	Arenisca	67 %	43 %	82 %	67 %
	Caliza con fósiles de amonites	64%	48 %	71 %	67 %
	Gabro	62 %	62 %	68 %	56 %
	Granito	60 %	62 %	65 %	56 %
	Gneis	46 %	57 %	47 %	39 %
	Pizarra	40 %	48 %	56 %	19 %
	Caliza con vetas	37 %	33 %	44 %	19 %
	Cristal prismático de galena	37 %	57 %	44 %	19 %
	Pegmatita (roca de grano grueso)	36 %	57 %	29 %	31 %

>>



Agregado de cristales prismáticos de cuarzo rosa

16 % 43 % 9 % 8 %



Cristal de cuarzo lechoso

9 % 14 % 9 % 6 %

La mayoría considera que pertenecen al grupo de las rocas, o bien las muestras opacas, con un aspecto pulverulento y homogéneo, como la sepiolita, la caolinita y ortosa (mineral este último), o bien aquellas en las que se observan distintos componentes en una masa que los engloba (a modo de «hormigón», por ejemplo, el conglomerado o la andesita).

En consonancia con los criterios que utilizaron en la cuestión anterior, a la hora de seleccionar los minerales, las muestras menos elegidas como rocas son tres de los cuatro minerales que se les incluyeron: los cristales de cuarzo, tanto rosa como lechoso, al poseer intenso brillo y ser transparentes o translúcidos, y la galeña (cúbica y con brillo metálico). Menos de un 40 % escoge la pegmatita o la pizarra y el gneis quizá debido a que la foliación de los dos últimos les puede parecer artificial.

Las respuestas más representativas de los alumnos son: «no brillan», «son duras y rocosas». Otras respuestas: «son vulgares», «no son raras», «no parecen muy especiales», «son sucias», «no son transparentes», «son grandes y pesadas», «son negras y marrones», «por su color oscuro»...

Al igual que ocurría con los minerales, para algunos es evidente que hay «algo» en el aspecto de las muestras que hace que las clasifiquen como rocas: «se nota que son rocas», «son todas iguales», «porque tienen forma de rocas».

2. ¿De qué están hechas las rocas y cómo se forman?

¿Cómo crees que se puede formar una roca?

«Están formadas por minerales» es la respuesta mayoritaria en 3.º (76 %) y también en 4.º (50 %). Sin embargo, en los alumnos de 6.º la respuesta más frecuente es que están hechas «de piedras», lo cual resulta un tanto incomprensible dado que son los únicos que supuestamente han trabajado las rocas más o menos en profundidad.

¿De qué están hechas las rocas?	3.º	4.º	6.º
Minerales	76 %	50 %	28 %
Piedras	14 %	24 %	31 %
Arena y agua	5 %	9 %	8 %
Tierra	5 %	6 %	14 %
No contesta	14 %	12 %	11 %

¿Cómo crees que se puede formar una roca?

¿Cómo se forman las rocas?	3.º	4.º	6.º
Con arena, tierra, piedras, barro	33 %	30 %	31 %
Unión de minerales	29 %	15 %	12 %
Por el paso del tiempo	0 %	3 %	6 %
Minerales de la lava se unen	0 %	0 %	6 %
No contesta	43 %	35 %	36 %

El porcentaje de alumnos que no responden a la cuestión es muy elevado. La respuesta más frecuente, independientemente del curso, es que tienen un origen que podríamos llamar «sedimentario», formadas por la mezcla de materiales pequeños amalgamados (arena, piedras pequeñas, barro, minerales) gracias a la acción del agua y/o al cemento. Sólo dos niños de 6.º aluden a la formación de rocas volcánicas «minerales que se secan juntos y se unen». También podemos resaltar algunas contestaciones como «con el paso del tiempo» o «durante muchos años» sin hacer alusión a ningún otro factor o fenómeno formador de rocas, ya que para ellos el tiempo por sí solo puede ser un factor generador de rocas. Podríamos concluir en que tienen un gran desconocimiento sobre el origen de las rocas a pesar de que en 6.º de Primaria ya han tratado los tipos de rocas según su origen (rocas sedimentarias, magmáticas y metamórficas).

3. ¿Dónde podemos encontrar rocas y minerales?

¿Dónde podemos encontrar rocas?

Encontramos rocas en...	3.º	4.º	6.º	Media
Montañas	43 %	21 %	42 %	34 %
Subsuelo	5 %	56 %	28 %	33 %

»»

Mar / playa	57 %	15 %	11 %	23 %
Ríos	43 %	9 %	14 %	19 %
Campo	10 %	15 %	14 %	13 %
Calle / parque	24 %	3 %	14 %	12 %
Volcanes	0 %	9 %	6 %	7 %
Todas partes	0 %	12 %	22 %	12 %
No contesta	10 %	6 %	14 %	10 %

Las rocas fundamentalmente las podemos encontrar en las montañas, en el subsuelo (minas, cuevas, bajo tierra...) y, sobre todo para los más pequeños, en lugares como las playas y los ríos. Además también podemos hallarlas en el campo, en la calle o en el parque. Parece deducirse de lo anterior que asocian con rocas no sólo a las grandes masas rocosas (montañas, subsuelo), sino también a los fragmentos de menor tamaño (cantos rodados de los ríos, arenas de playas...).

El porcentaje de niños que señalan que las rocas podemos encontrarlas en «todas partes» aumenta a lo largo de la Educación Primaria. Esta mayor percepción de la ubicuidad de las rocas en los niveles más altos es un hecho significativo, en tanto que podría significar un mayor conocimiento del medio natural.

¿Dónde podemos encontrar minerales?

Encontramos minerales en...	3.º	4.º	6.º	Media
Montañas	29 %	18 %	17 %	20 %
Subsuelo	48 %	50 %	50 %	49 %
Mar / playa	5 %	9 %	8 %	8 %
Ríos	0 %	3 %	8 %	4 %
Campo	0 %	6 %	11 %	7 %
Calle / parque	10 %	3 %	3 %	4 %
Volcanes	0 %	0 %	11 %	4 %
Todas partes	5 %	3 %	8 %	5 %
No contesta	33 %	18 %	11 %	19 %

La mitad de los niños piensan que los minerales se encuentran en el subsuelo y, menos frecuentemente, en las montañas. Los mejores lugares, los más citados, para encontrar rocas (montañas, ríos, playas, campo), no son los mismos en los que, según ellos, se suelen encontrar los minerales (subsuelo).

Por tanto, de manera general, podríamos concluir que ubican las rocas en un medio externo, que pueden percibir más fácilmente, y de ahí que sean «menos raras», «menos valiosas» y «más fáciles de encontrar» que los minerales, que, para ellos, han de buscarse sobre todo en minas o en cuevas subterráneas. Aunque teóricamente conocen que las rocas están formadas por minerales, espontáneamente no recurren a ellas como materiales en los que los minerales están presentes, formando parte de ellas.

4. ¿Crees que las rocas pueden cambiar?

¿Crees que las rocas pueden cambiar?	3.º	4.º	6.º
Sí	62 %	44 %	36 %
No	0 %	12 %	8 %
No contesta	38 %	44 %	56 %

Se pretende saber el grado de percepción de los cambios geológicos, difíciles de apreciar por la extremada lentitud con la que se producen. Además se puede intuir el grado de conocimiento del reciclado de las rocas (ciclo de las rocas). Los cursos superiores presentan un mayor grado de percepción de estos cambios, por lo que la idea de inmutabilidad de las rocas está más generalizada en cursos inferiores. En 3.º tan sólo cuatro alumnos justifican su respuesta. Algunas de las respuestas que han formulado son:

- Las rocas pueden cambiar por...
 - La acción de agentes y procesos erosivos: «se van rompiendo o estropeando cuando se dan golpes», «se rompen», «si la rompemos o pisamos», «por la lluvia», «por el sol», «por la erosión del agua o del viento», «por desgaste o erosión del agua o el viento», «con los golpes, haciéndose más pequeña»;
 - el tiempo que pasa o la naturaleza que actúa (sin concretar procesos): «con el tiempo», «con el paso del tiempo», «con la naturaleza»;
- Las rocas no cambian...
 - por su naturaleza inorgánica (no viva): «no son seres vivos», «porque no tienen sentido ni se mueven»;
 - por ser imposible su cambio (sin dar razones): «siempre es la misma», «una

vez que tienen su forma no pueden cambiar», «porque tienen una forma y así se quedan», «es imposible», «si se rompe ya no pueden formarse».

5. ¿Qué minerales y rocas conocen?

Escribe nombres de rocas que conozcas

Prácticamente la mitad de los niños de todos los cursos no responde a la pregunta, es decir, no son capaces de nombrar ni a una sola roca, lo que manifiesta el gran desconocimiento del medio ambiente geológico frente al biológico (piénsese en la gran cantidad de animales que ya conocen y distinguen a estas edades). Aquellos que contestan, sobre todo los de niveles intermedios, mencionan más nombres de minerales que de rocas, entre las pocas que nombran.

En sus respuestas incluyen...	3.º	4.º	6.º
Minerales además de rocas (cuarzo, diamantes, oro, grafito...)	43 %	26 %	8 %
Solo rocas	45 %	15 %	42 %
Dos rocas al menos	14 %	15 %	42 %
No contesta	43 %	59 %	50 %

Al finalizar Primaria, muestran un mayor grado de conocimiento: tan sólo el 8 % incluyen nombres de minerales entre los de rocas, mientras que la mayor parte de los alumnos de 3.º y 4.º son incapaces de diferenciar si los nombres corresponden a rocas o a minerales. También en 6.º de Primaria señalan como nombres de rocas concretas, «sedimentarias», «mágmatas» y «metamórficas», olvidando que se trata de tipos genéticos, aunque bien es cierto que supone un salto cualitativo en el conocimiento geológico con respecto al resto de los cursos.

¿Qué rocas conocen?	3.º	4.º	6.º
Granito	19 %	12 %	28 %
Pizarra	33 %	3 %	36 %
Marmol	0 %	0 %	11 %
Piedra	0 %	15 %	3 %
Tiza	48 %	0 %	0 %
Tipos de rocas (sed, ígneas, metamorf.)	5 %	0 %	22 %
Productos manufacturados (Hormigón, yeso, vidrio, ladrillo)	0 %	0 %	11 %

El granito es la roca más conocida por los niños, sobre todo al finalizar la Educación Primaria. Sin embargo, las respuestas más recurrentes en 3.º de Primaria son la tiza y la pizarra, lo que probablemente sea debido a las alusiones del maestro a dos «rocas» que los niños tienen muy cerca durante toda su etapa escolar, aunque una de ellas, la tiza, debe considerarse un producto de origen mineral, pero manufacturado (derivado del yeso), y las pizarras, aunque las actuales no sean ya láminas de la roca homónima.

Escribe nombres de minerales que conozcas

En sus respuestas	3.º	4.º	6.º
Mezclan rocas	19 %	41 %	42 %
Nombran solo minerales	10 %	29 %	31 %
Nombran dos o más minerales	0 %	26 %	36 %
No contesta	71 %	29 %	28 %

¿Qué minerales conocen?	3.º	4.º	6.º
Cuarzo (rosa, ojo de tigre, amatista)	0 %	24 %	47 %
Pirita	0 %	6 %	14 %
Metales (oro, plata, cobre, hierro, acero y bronce)	5 %	41 %	17 %
Diamantes	10 %	12 %	19 %
Otras gemas (zafiro, rubí, ónix, esmeraldas, aguamarina, granate...)	5 %	21 %	29 %
Otros minerales (feldespato, micas, grafito)	5 %	0 %	17 %

Tan sólo un tercio de los alumnos que constituyen la muestra de tercer curso responde a esta pregunta. En sus respuestas mezclan nombres de minerales y rocas, o sólo nombran rocas, o incluso utilizan el mismo listado para responder a la petición de nombres de minerales y de rocas.

En los cursos superiores se detecta que conocen muchos más minerales que rocas, aunque el grado de confusión entre ambos sigue siendo bastante elevado (un 42 %). Asimismo aumentan los porcentajes de aquellos que son capaces de nombrar al menos dos minerales de forma correcta, de hecho en los niveles superiores existen varios niños que son capaces de nombrar cinco o más.

Con relativa frecuencia incluyen como minerales al «acero» o al «bronce», materiales fabricados por el hombre, aunque de origen mineral.

El cuarzo en sus distintas variedades es el mineral más conocido, y en menor porcentaje el oro, la plata y los diamantes. Todo ello unido a las frecuentes respuestas de minerales-gema (sobre todo en los cursos más altos), nos hace pensar, como ya se ha mencionado anteriormente, que los niños asocian «mineral» con algo bello y extremadamente valioso.

Aunque en los niveles superiores se detecta un mayor conocimiento de los minerales, pues hay un mayor número de respuestas correctas, hay que señalar que el granito, el mármol o la pizarra son incluidos con demasiada frecuencia en sus listas de minerales, de lo que se deduce que al finalizar la Educación Primaria persiste la confusión entre los minerales y las rocas más comunes y utilizadas.

6. Uso cotidiano de rocas

Se les facilitó la lista de los materiales que aparecen en la tabla, y que son de uso cotidiano, y se les formuló la siguiente pregunta: *¿Se utilizan rocas para fabricar carreteras, chubasqueros, vasos de cristal, etc.?* Se trataba de constatar si eran conscientes, y hasta qué punto, de que viven rodeados de muchos materiales y objetos derivados de recursos minerales, útiles e imprescindibles en la vida cotidiana.

Se utilizan rocas para fabricar	3.º			4.º			6.º			Media	
	Sí %	No %	NC %	Sí %	No %	NC %	Sí %	No %	NC %	Sí %	No %
Carretera	62	33	5	73	20	7	61	39	0	65	31
Chubasquero	-	90	10	3	94	3	0	97	3	1	94
Vaso cristal	14	76	10	26	70	3	14	75	9	18	74
Jersy lana	5	86	10	6	91	3	5	92	3	5	90
Puente (acero, hormigón)	62	24	14	70	26	3	69	17	9	67	22
Tejas	67	24	10	62	35	3	47	47	6	59	25
Juguete	14	71	14	6	91	3	3	94	3	8	85
Azulejos	33	52	14	62	35	3	67	30	3	54	39
Gasolina	24	62	14	21	76	3	11	83	6	19	74
Escayola (brazo)	24	67	10	24	73	3	28	72	0	25	71
Lata refresco	5	81	14	15	82	3	3	94	3	8	86

De forma general podemos concluir que durante la Educación Primaria existe un elevado desconocimiento sobre el origen mineral de muchos de los productos de

uso cotidiano, si exceptuamos las carreteras, puentes, azulejos y tejas (más de la mitad de los alumnos los señalan). Sin embargo, aunque muchos conozcan el origen mineral de estos recursos, sólo una minoría señalan las rocas de las que se obtienen (arcillas, pizarra, yeso).

Los productos derivados del petróleo (gasolina y plásticos sobre todo), los metales y el vidrio son los productos que con mayor dificultad perciben su origen mineral. Es posible que esto se deba a la naturaleza líquida de la gasolina (las rocas son sólidas, y desconocen que el petróleo sea una roca), al «artificial» aspecto de los plásticos o de las latas de refrescos, o al hecho de que los vidrios deben parecerles muy alejados de los materiales naturales que observan habitualmente.

NIVELES DE CONOCIMIENTO

Podríamos definir tres niveles de conocimiento en cuanto a los resultados obtenidos, que de mayor a menor complejidad serían:

- Los niños que pertenecen a este nivel describen e identifican los minerales y las rocas básicamente por su apariencia, atractiva en el caso de los minerales (colores llamativos, brillo intenso o formas poliédricas) o «vulgar» en el caso de las rocas (colores apagados, sin brillo y redondeadas). No son capaces de nombrar de forma correcta minerales y rocas, y desconocen su origen y los productos derivados de los mismos. El mayor valor que les conceden a los minerales les lleva a localizarlos en lugares raros y poco accesibles, en el subsuelo, mientras que las rocas, según ellos, las encontramos en la superficie. Consideran a la Tierra inmutable.
- Los niños que constituyen este nivel no sólo describen a los minerales por su aspecto más o menos llamativo sino que incluyen también muestras visualmente menos atractivas. Tienen una concepción más dinámica de los procesos formadores de rocas, aunque sólo se refieren a los procesos de origen sedimentario por agregación de materiales pequeños. Son capaces de nombrar al menos una roca y dos minerales, y conocen el origen mineral de algunos materiales poco manufacturados.
- Estaría constituido por niños que saben que los minerales son los formadores de las rocas, y por ello no les conceden a priori propiedades «de visu» diferentes a las mismas. Son conscientes de que la Tierra cambia con el tiempo (visión dinámica), y además de los procesos sedimentarios conocen los procesos vol-

cánicos como formadores de rocas. Saben distinguir entre minerales y rocas cuando se les muestran las imágenes sin dejarse engañar por el aspecto más o menos atractivo de las mismas. Son capaces de señalar el origen mineral de algunos materiales bastante manufacturados: vidrio, metales y derivados del petróleo.

PARA SABER ALGO MÁS...

- **Happs, J. C.** (1982.) Rocks and Minerals Some Aspects of Student Understanding of Rocks and Minerals. *Science Education Research Unit. Working Paper*, n.º 204. University of Waikato, Science Education Research Unit, Hamilton, New Zealand.

<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED236034.pdf>

Se trata de un trabajo clásico, referencia obligada en cualquier trabajo relacionado con minerales y rocas. Llevado a cabo con niños de 3.º ciclo de Primaria y de los primeros cursos de Educación Secundaria. Los resultados muestran que los niños a menudo utilizan un vocabulario no científico e irrelevante en la descripción de minerales y rocas: la forma, aspecto físico, peso o tamaño. Términos como ordinaria, normal, triste, apagada, redonda, sucia, insulsa, deslustrada, o incluso piedra, sirven para describir las muestras de rocas, mientras que las formas poliédricas (cristal para ellos) y los colores vivos y brillantes son rasgos que les sugieren más propios de las muestras de minerales. En cuanto a la categorización de las muestras son variadas, y en numerosos casos en nada tienen que ver con una clasificación científica, incluyendo grupos como «rocas ordinarias», «rocas exóticas», «rocas cristalinas», «rocas arenosas», «rocas formadas por calor», etc.

- **Ford, D.** (2005). The challenges of observing geologically: third graders' descriptions of rock and mineral properties. *Wiley InterScience*.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20049/pdf>

En este artículo se detallan las descripciones de muestras de mano de minerales y rocas que realizan niños de 7 y 8 años. Sus descripciones, a menudo con un lenguaje cotidiano (lenguaje no geológico), están relacionadas con el color, la forma, la textura, el brillo, la dureza y otras propiedades (no estrictamente correctas) como suciedad, arañazos, fractura, etc., tanto en el que caso de

minerales como de rocas. En la mayoría de los casos se trata únicamente de un listado de adjetivos o frases descriptivas, tales como: blanco, brillante, marrón, verde sucio, parece como un pedazo de azúcar o como un queso suizo. En determinados casos los niños utilizan frases elaboradas que describen rasgos como la forma o incluso el tamaño que tiene una determinada muestra de mano y que científicamente son irrelevantes.

- www.doe.mass.edu/omste/ste/EarthScience.doc

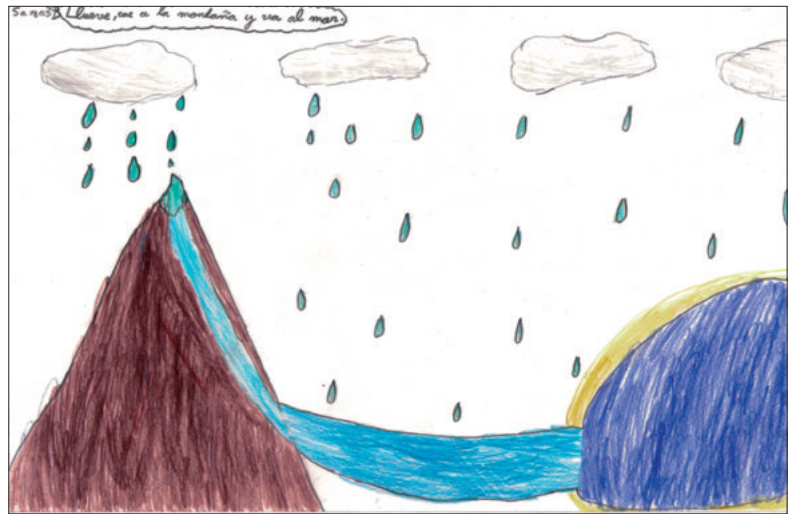
Este trabajo presenta los conocimientos y la progresión de los mismos en niños desde la etapa de Educación Infantil hasta la de Educación Secundaria, de tres tópicos de las Ciencias de la Tierra y el Espacio: procesos terrestres (movimiento del agua y las rocas, y el ciclo de las mismas y procesos de alteración, erosión y sedimentación), las placas tectónicas (superficie de la Tierra y movimiento de las placas y la escala del tiempo geológico) y la Tierra en el Sistema Solar (forma de la Tierra y gravedad, movimiento de la Tierra, fases de la Luna, motivos de las estaciones y el Sistema Solar).

A modo de tabla recoge la evolución de las ideas de los niños desde las más sencillas (ideas iniciales-Educación Infantil) hasta las más científicas (Educación Secundaria), pasando por tres etapas de la Educación Primaria que permiten observar los progresos en cuanto a maduración del conocimiento de los distintos tópicos. Así mismo compara los resultados con los errores conceptuales detectados en otros trabajos.

- <http://beyondpenguins.ehe.osu.edu/issue/rocks-and-minerals/common-misconceptions-about-rocks-and-minerals>

Este trabajo en línea recoge de forma sintética diversos errores conceptuales relativos a minerales y rocas que han sido detectados en diferentes trabajos. Los tópicos utilizados se refieren a la discrepancia entre el vocabulario cotidiano para describir muestras y el vocabulario científico. Los niños utilizan a menudo palabras relacionadas con el tamaño, forma o peso de las muestras como si tuvieran por sí mismas una carga científica. Aspectos como el tamaño, forma y atractivo son suficientes para clasificar una muestra como mineral o roca. Algunos procesos geológicos son mucho más fáciles de describir que otros. Los niños, igualmente, tienen grandes dificultades relacionadas con el tiempo geológico y, en general, con el tiempo necesario para que tengan lugar la mayoría de los procesos geológicos.

El ciclo del agua



El agua es posiblemente el recurso más importante de nuestro Planeta. A pesar de ser un compuesto familiar para los niños, existen graves carencias en cuanto al conocimiento científico e incluso natural de esta sustancia indispensable para la vida. Es importante que conozcan los distintos reservorios en los que se puede encontrar agua en la naturaleza y, aunque sólo sea con una cierta aproximación, la proporción en la que se encuentra en cada uno de ellos. Por otra parte, y en relación con el ciclo del agua, es imprescindible conocer que el agua no sólo se mueve físicamente sino que modifica su estado gracias a las transferencias energéticas con el medio que le rodea. Sin los *cambios de estado* del agua el ciclo no existiría como tal, pues una vez devuelta al mar por los ríos o por las aguas subterráneas, sería imposible que volviera de nuevo a los continentes, si no fuera por la evaporación y posterior condensación de la misma en la atmósfera.

En las representaciones del ciclo del agua de los niños son importantes tanto los elementos representados (nubes, ríos, personas, glaciares, mar, aguas subterráneas...) como los procesos en los que el agua interviene, haciendo que el ciclo represente un constante y renovado fluir de este imprescindible recurso.

En los diferentes currículum oficiales de Educación Primaria, el agua se incluye en todos los ciclos en el bloque denominado «El entorno y su conservación», en el que, bajo el punto de vista de la observación de fenómenos atmosféricos (lluvia, nieve, granizo), se inicia a los niños en el conocimiento de este importante recurso. Es a partir del Segundo Ciclo cuando se les introducen algunos cambios de estado del agua que, tanto a nivel cotidiano como en la naturaleza, pueden observar y que son imprescindibles para que acaben teniendo, ya en el Tercer Ciclo, una imagen integradora del ciclo del agua. A lo largo de toda la Educación Primaria se pretende inculcar a los niños valores de respeto a los recursos naturales, incluido el agua, de modo que hagan un uso responsable del mismo y sean capaces de distinguir entre comportamientos correctos e irresponsables, en cuanto al abuso o contaminación del agua.

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE EL CICLO DEL AGUA

Tratamos de averiguar qué ideas presentan acerca de:

1. Los lugares en los que hay agua en la Tierra.
2. Cambios de estado del agua y la conservación de la materia en los mismos.
3. Naturaleza y origen de las nubes.
4. Cómo se origina la lluvia y dónde va el agua cuando llueve.
5. Integración de todos estos aspectos en un modelo del ciclo del agua

Las tareas propuestas son:

- Planteamiento de cuestiones de carácter abierto sobre diferentes aspectos del ciclo del agua:
 - localización del agua en la Tierra,
 - cambios de estado, naturaleza y
 - origen de algunos fenómenos atmosféricos (lluvia, nubes...).
- Realización de un dibujo del «ciclo del agua» (alumnos de 3.^{er} ciclo), o un dibujo que representara lo que le sucede al agua cuando llueve (alumnos de 1.^{er} y 2.^o ciclo). Asimismo se les pidió que describieran el dibujo realizado.

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ VEN EL CICLO DEL AGUA

Las tareas fueron propuestas a un total de 86 alumnos de diversos colegios de la Comunidad de Madrid. Las preguntas realizadas han sido distintas en los diferentes grupos. Han participado 21 niños de 1.^{er} ciclo (2.^o de Primaria), 23 de 2.^o ciclo (3.^o de Primaria) y 42 niños de 3.^{er} ciclo (5.^o de Primaria).

1. ¿Dónde podemos encontrar agua?

El agua en la Tierra se encuentra en estado sólido, líquido y gaseoso. Les preguntamos a 24 niños de 5.^o de Primaria sobre la ubicación del agua en cada uno de los tres estados para detectar hasta qué punto tienen conocimiento de los diferentes reservorios del agua en la Tierra.

¿Dónde podemos encontrar agua líquida?

Las respuestas son variadas y se resumen en la siguiente tabla:

¿Dónde podemos encontrar agua líquida?	5.º de Primaria
Mar	75 %
Ríos	71 %
Lagos	42 %
Grifos	33 %
Fuentes, pozos y manantiales	20 %
Otros (alcantarilla, piscinas, bañera, botellas...)	25 %

Al preguntarles por el agua líquida, los niños recurren espontáneamente a los reservorios superficiales: en los mares y los ríos son los lugares en los que piensan en primer lugar cuando se les menciona agua en este estado. Estos, junto a los lagos, hacen referencia a los reservorios de agua líquida observable (superficial). No obstante, es importante destacar que casi un 30 % de los niños ha señalado diferentes emplazamientos o manifestaciones del agua subterránea, nombrando a las fuentes, los pozos o los manantiales. Tanto los que se refieren a los grifos (un tercio de los encuestados) como los que aluden a las piscinas, estanques, bañeras, botellas, alcantarillas como lugares donde podemos encontrar agua líquida, son niños que denotan una percepción utilitaria del agua, aunque siempre señalen, además, emplazamientos naturales.

¿Dónde podemos encontrar agua sólida?

Únicamente las respuestas del 21 % de los niños hacen alusión a reservorios de hielo en la naturaleza: «en el Polo Norte», «en los polos», «en la Antártida», «en la sierra»... El resto piensa en el hielo como una sustancia que encontramos «en el congelador», «en la cubitera», «cubitos».

Es extraño que un porcentaje tan alto haya hecho referencia solo al «hielo artificial», quizá prevalezca una visión antropocéntrica y utilitaria del agua, ya que, probablemente, todos ellos han visto y pisado la nieve en numerosas ocasiones.

El hecho de que el aspecto de la nieve sea muy diferente al de un cubito de hielo, pudiera ser el motivo por el que no hayan mencionado en este apartado a la nieve de las montañas, que tan frecuentemente aparece en invierno en algunas latitudes: es posible también que algunos alumnos no identifiquen la nieve como algo sólido.

¿Dónde podemos encontrar agua en estado gaseoso?

El 21 % responde que «en el aire», y el mismo porcentaje lo localiza «en todas partes», «en mi habitación», «en la casa»... reflejando la ubicuidad de este gas que, junto con otros, nos rodea. Sin embargo, la mayoría de las respuestas se refieren no adónde se encuentra, sino a cómo se origina: «cuando hierve», «cuando se evapora», «cuando hervimos agua», «cuando llueve y después se evapora»... Esto no quiere decir que no sean conscientes de dónde hay vapor de agua, o adónde va cuando se produce a partir del agua líquida, sino que tan sólo han reflejado el proceso que le da origen.

2. Cambios de estado del agua

Los cambios de estado del agua son procesos sin cuya comprensión no se puede tener una representación integradora del ciclo del agua. Con el fin de obtener información acerca del grado de conocimiento de estos procesos en la Educación Primaria, a 24 niños del 3.º ciclo (5.º) se les formularon una serie de preguntas cortas, todas ellas relacionadas con todos los cambios de estado del agua, así como con la conservación de la materia durante los mismos. Asimismo, un grupo de 18 niños del mismo ciclo (5.º) y 23 niños de 2.º ciclo (3.º) contestaron a varias cuestiones relacionadas con diferentes cambios de estado, aunque la formulación de las mismas en este segundo caso variaba ligeramente respecto del primero.

En la siguiente tabla se recogen los resultados de las respuestas de los alumnos de 3.º ciclo a dichas cuestiones:

3.º ciclo (5.º Primaria). Porcentaje de alumnos que conocen los cambios de estado											
Fusión (hielo, agua)		Solidificación (agua-hielo)		Vaporización (agua-hielo)		Condensada (vapor-agua)		Sublimación progresiva (hielo-vapor)		Sublimación regresiva (vapor-hielo)	
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
100 %	0 %	100 %	0 %	90 %	8 %	42 %	54 %	75 %	21 %	42 %	54 %
Porcentaje de alumnos que, conociendo el cambio de estado, admiten que la sustancia sigue siendo la misma.											
67 %		71 %		38 %		50 %		44 %		30 %	

Fusión

Para este proceso se formularon las siguientes cuestiones:

- ¿Podemos convertir un cubito de hielo en agua líquida? ¿Cómo? Si, según tu, es posible convertirlo, ¿crees que sigue siendo lo mismo? Explica por qué. (3.º ciclo de Primaria, 24 niños).

El proceso de fusión del hielo es reconocido por todos, ya que se trata de un fenómeno que han observado en numerosas ocasiones: el hielo en las bebidas, la nieve en las montañas o en las aceras de la ciudad.

- ¿Cómo?: «sacándolo del congelador», «poniéndolo al sol», «dejándolo al calor» o «en un sitio caluroso», «calentándolo», «dejándolo en un vaso». Ninguno utiliza la expresión *se funde*, la mayoría se refiere a «se derrite» o «se convierte en agua», lo que nos lleva a pensar que desconocen el término correcto con el que se designa a este cambio de estado.

- ¿Sigue siendo lo mismo? El 67 % creen que el hielo sigue siendo la misma sustancia después de haberse fundido; algunas de las respuestas son: «es la misma sustancia», «sigue siendo agua», «sólo cambia el físico (estado)». Aquellos que opinan que no pueden ser lo mismo manifiestan que: «uno es sólido y la otra líquida».

Solidificación

Las preguntas formuladas fueron las siguientes:

- ¿Podemos convertir el agua de un vaso en hielo? ¿Cómo? Si, según tú, es posible convertirlo, ¿crees que sigue siendo lo mismo? Explica por qué. (3.º ciclo de Primaria, 24 niños).

- «Imagina que metemos una botella de agua en el congelador. Y al día siguiente la sacamos: ¿qué ha pasado con el agua de la botella?, ¿crees que sigue siendo agua? (3.º ciclo de Primaria, 18 niños)

El 100 % de los dos grupos asegura que el agua es posible transformarla en hielo (solidificación) si la metemos en el congelador o la ponemos en un lugar frío. Al igual que sucede con el proceso de fusión, la solidificación del agua es un fenómeno que con relativa frecuencia han observado tanto a nivel doméstico como en la naturaleza. Sin embargo, tan sólo el 71 % considera que la sustancia es la misma antes y después del proceso de solidificación.

Evaporación

Las preguntas formuladas fueron las siguientes:

- ¿Podemos convertir el agua de un vaso en vapor? ¿Cómo? Si, según tú, es posible convertirlo, ¿crees que sigue siendo lo mismo? Explica por qué. (3.º ciclo de Primaria, 24 niños).
- Imagina que dejas un vaso de agua en el radiador de tu casa. Al día siguiente vas a ver el vaso. ¿Qué ha pasado con el agua? ¿Crees que sigue siendo agua? (3.º ciclo de Primaria, 18 niños).

La vaporización (ebullición y evaporación) es admitida por el 90 % de los niños del 3.º ciclo. Es un fenómeno observado por ellos en reiteradas ocasiones, como por ejemplo cuando los charcos o la ropa se secan, cuando el agua hierve en una cacerola, etc. A tenor de sus respuestas, algunos se refieren al proceso de ebullición y otros al de evaporación, pero en casi todas las ocasiones está implícita la necesidad de una fuente térmica que le permita al agua cambiar de estado: «hirviéndolo», «poniéndolo al calor (fuego)», «poniéndolo al sol», «al sol sin tapar», «se evapora». La ebullición implica en todas las ocasiones un aporte de calor, sin embargo la evaporación es un fenómeno en el cual el Sol no tiene por qué estar siempre presente, basta que el aire sea capaz de albergar vapor de agua (que la humedad relativa del aire no sea elevada) para que el fenómeno suceda, pudiendo ocurrir incluso durante la noche.

La mayoría de los niños del 3.º ciclo (62 %) opinan que tras el cambio la sustancia deja de ser la misma pues: «se convierte en aire», «se convierte en gaseoso», «se evapora», «el vapor se va a las nubes». La transformación del agua en vapor aún supone una gran abstracción para un gran número de niños del 3.º ciclo de la Educación Primaria.

Con el fin de investigar si los niños del 2.º ciclo eran conscientes del proceso de evaporación (incluso cuando el agua no se encuentra al sol) y hacia dónde va el agua durante el proceso, se les preguntó a 23 alumnos de 3.º de Primaria: ¿qué le pasaría al agua si dejamos un barreño (o vaso) con agua en la calle? ¿Dónde irá el agua? (Nota para el maestro: hay que evitar decir que el agua se expone al sol).

El 60 % de los niños de 3.º Primaria reflejan de un modo u otro el hecho de que el agua se transforma (cambia de estado), bien explícitamente (se evapora) o de forma implícita (desaparece) porque «se seca», «se va», «se va a la atmósfera». Más de un tercio de la clase indica que el agua puede enfriarse o incluso congelarse; respuestas lógi-

cas teniendo en cuenta que se ha evitado decir que el agua se encontraba al sol, aunque tan sólo por el hecho de que el agua se encuentre a la «sombra» no tenga por qué enfriarse. El resto de respuestas indican que los niños han descrito cambios de temperatura sin que el agua llegue a transformarse en vapor (no hay cambio de estado).

¿Qué le sucederá al agua?	3.º de Primaria
Se evapora	43 %
Se seca, se va el agua, se va la atmósfera (desaparece)	17 %
Se enfría, se congela	35 %
Otras (se calentaría, se ensuciaría)	17 %

El hecho de que la mayoría de los niños (35 %) piense que el vapor de agua va directamente a las nubes, y teniendo en cuenta que todos hacen referencia al proceso de evaporación, hemos de entender que las nubes, según ellos, estarían constituidas por vapor de agua. Es esta una idea ampliamente detectada en las investigaciones didácticas de todos los niveles de enseñanza y pudiera tener su origen en el hecho de que numerosas representaciones del ciclo del agua de los libros de textos omiten referencias al proceso de condensación en la formación de las nubes.

¿Dónde va el agua?	3.º de Primaria
A las nubes	35 %
A ningún sitio	9 %
A las alcantarillas	9 %
A los acuíferos	4 %
Otras (al cielo, a la atmósfera, al sol)	13 %

La idea más «correcta» sería la expresada por aquellos que manifiestan que el vapor pasa a la atmósfera o al cielo. Pero parecen desconocer que haría falta que el vapor se condensara para formar diminutas gotas de agua (o pequeños cristales de hielo), principales constituyentes de las nubes, puesto que el vapor de agua no es visible. El hecho de que los gases atmosféricos no puedan verse hace que los cambios en los que el vapor de agua esté implicado sean de difícil comprensión para los niños.

En el 3.º ciclo de Primaria el 90 % de los alumnos reconoce el paso de líquido a gas, mientras que en el 2.º ciclo es tan sólo el 60 %. Aún a pesar de que la formulación ha sido diferente en los dos grupos, a menudo sus respuestas han sido idénticas: se va a la atmósfera, se evapora, se va a las nubes.

Condensación

- ¿Podemos convertir el vapor en líquido? ¿Cómo? Si, según tú, es posible convertirlo, ¿crees que sigue siendo lo mismo? Explica por qué. (3.º ciclo de Primaria, 24 niños).

Menos de la mitad de los niños (42 %) asegura que es posible transformar el vapor en líquido. ¿Cómo?: «cuando las nubes se enfrían y descargan agua, el vapor se convierte en agua», aludiendo a la naturaleza gaseosa de las nubes y al descenso de temperatura como factor determinante en la precipitación. Quizás las respuestas más coherentes y acertadas sean:

- «En la olla tapada el vapor sube y se queda la tapa llena de agua», tal vez refiriéndose a que el exceso de vapor en el interior de la olla haga que éste se transforme en agua líquida.

- «Cuando levantamos la tapa de la olla el vapor se hace líquido por el aire» y más tarde contesta «con el frío se hace agua». A menudo los niños (y también los adultos) creen que la condensación sólo sucede cuando el vapor de agua se enfría, para ello aluden a «choques con masas de aire frío o superficies frías» (en este caso al contacto con la atmósfera exterior). Evidentemente en el caso de la ebullición no sería posible observar las gotas de agua en la tapa si no la destapamos, pero el proceso es independiente del contacto con el aire exterior, es más, será tanto más efectivo cuanto más cerrado sea el sistema, puesto que la atmósfera del interior de la olla se saturará en vapor de agua más fácilmente.

En estos dos ejemplos queda patente que la percepción de la condensación por los niños queda restringida a pequeños sistemas cerrados, no encontrándose ninguna respuesta coherente a nivel del medio natural, por ejemplo, formación de nubes, niebla, vaho en invierno, rocío...

Varios se refieren a que es posible «si hace mucho calor»; estos niños no son capaces de entender el proceso, puesto que precisamente las altas temperaturas inhiben la condensación.

Un 54 % cree que es imposible convertirlo: «porque el vapor no se hace líquido ni aunque lo metas en la nevera», «porque se va a las nubes», «porque no puedes coger el vapor», «es imposible»...

Tan sólo una quinta parte de los niños piensa que, tras el cambio, la sustancia es la misma. El resto contesta en blanco, o señalan que «el vapor no es lo mismo que el agua».

Sublimación

- ¿Podemos convertir hielo en vapor? ¿Podemos convertir el vapor en hielo? ¿Cómo? (3.º ciclo de Primaria, 24 niños).

Aunque el 75 % de los niños señalan que el hielo es posible transformarlo en vapor y el 42 % piensan que es posible transformar vapor en hielo, las respuestas de aquellos (muy pocos) que las emitieron son en la mayoría de los casos incoherentes. Algunos aseguran que es posible pero «primero se hace agua y luego se evapora», «si ponemos un cubito a hervir»... Aunque varios alumnos piensan que la materia sigue siendo la misma tras los cambios, ninguno aporta su por qué. La sublimación progresiva y regresiva es, por tanto, un fenómeno de difícil comprensión para ellos, lo que no es del todo sorprendente puesto que, de hecho, es difícil de observar.

En los cambios más cotidianos y perceptibles los niños ofrecen respuestas más o menos correctas pero en cuanto se les pregunta por cambios de difícil observación sus respuestas se vuelven incongruentes.

En resumen, los cambios de estado más reconocidos por los niños del 3.º ciclo (ordenados de mayor a menor) son: fusión → solidificación → vaporización → sublimación progresiva → condensación → sublimación regresiva (100 % → 100 % → 90 % → 75 % → 42 % → 42 %).

Los procesos regresivos en los que interviene el vapor de agua son los menos reconocidos por los alumnos. La condensación es un fenómeno muy frecuente que han observado en numerosas ocasiones (nubes, rocío, niebla, vaho, etc.), sin embargo no perciben estos cotidianos fenómenos como resultado de un proceso de condensación del agua.

Los niños piensan que se conserva la materia en los siguientes cambios: solidificación → fusión → condensación → sublimación progresiva → vaporización → sublimación regresiva (71 % → 67 % → 50 % → 44 % → 38 % → 30 %). Los procesos en los que está implicado el vapor de agua son los que, en un número menor de alumnos, creen en la conservación de la materia.

3. Las nubes

El origen, naturaleza y estado de las nubes siempre han sido conceptos de difícil comprensión para los alumnos, independientemente del nivel del que se trate. Los libros de texto o de divulgación son los principales responsables de transmitir los

errores detectados en todos los niveles educativos. Aunque el empeño de algunos docentes en resaltar el hecho de que las nubes están formadas por diminutas gotas de agua que crecen al unirse, y que finalmente pueden llegar a caer en forma de precipitaciones cuando pesan lo suficiente, llevan a que determinados grupos, a pesar de estar en niveles inferiores, ofrezcan mejores resultados que otros alumnos de ciclos superiores.

Las preguntas formuladas fueron las siguientes:

- ¿De qué están hechas las nubes? ¿Qué tiene que ocurrir para que se formen? (3.º de Primaria, 2.º ciclo, 23 alumnos).

- ¿Qué son las nubes? ¿Cómo se forman? (5.º de Primaria, 3.º ciclo, 24 alumnos).

Se analizan a continuación los dos aspectos que contemplan las preguntas: la naturaleza de las nubes (qué son) y los procesos que las originan (cómo se forman).

¿Qué son las nubes?

¿De qué están hechas las nubes? (2.º ciclo) ¿Qué son las nubes? (3.º ciclo)	2.º ciclo	3.º ciclo
Vapor de agua (o gases)	52 %	54 %
Agua	35 %	8 %
Vapor y agua	13 %	4 %
Vapor concentrado	—	13 %
Otras (atraen la lluvia...)	4 %	4 %
No contestan	—	21 %

Las respuestas de un buen número de alumnos de 2.º ciclo son mucho muy claras y explícitas: «las nubes están formadas por diminutas gotitas de agua». Un 48 % de niños de este ciclo se refiere al agua líquida como uno de los constituyentes de las nubes frente al 12 % del 3.º ciclo.

En el último ciclo de Primaria, sin embargo, las respuestas no son tan claras, hemos de resaltar las de aquellos que señalan que el vapor que constituyen las nubes es un vapor «diferente»: «vapor concentrado en el cielo», «vapor amontonado», «vapor que se acumula en el cielo», «vapor que se ha convertido en el cielo», «vapor

en forma de nubes»..., respuestas que aunque no las podamos considerar del todo correctas, sí dejan entrever que estos niños intuyen que algo ha debido sucederle al vapor para que se manifieste en forma de nube.

Tan sólo un 12 % de los niños asume un estado líquido a las nubes aunque sus respuestas han de ser interpretadas: «son extensiones de agua de vapor», «son las que expulsan agua», «es un montón de agua que se derrite y cae a la tierra cuando llueve y luego lo absorbe y vuelve a hacerse las nubes». Esta última respuesta parece indicar, al igual que esta otra: «son las que atraen a la lluvia y la hacen caer», que las nubes son de algún modo «succionadoras de agua», atrayendo hacia el cielo el agua del mar. En algunas investigaciones ya ha sido detectada esta idea en la que las nubes «van rellenándose» con el agua que absorben del mar.

¿Cómo se forman las nubes?

¿Qué ha de pasar para que se formen las nubes? (2.º ciclo) ¿Cómo se forman las nubes? (3.º ciclo)	2.º ciclo	3.º ciclo
Con el vapor de agua	4 %	21 %
Se evapora el agua	22 %	29 %
El vapor de agua sube (al aire, atmósfera...)	13 %	13 %
Por el calentamiento del agua	13 %	—
Por acumulación de vapor	—	4 %
Por enfriamiento del vapor	4 %	—
No contestan	35 %	21 %

Los alumnos de 2.º ciclo se refieren en su mayoría al proceso de evaporación, varios indican que el agua ha de calentarse para que suceda el cambio de estado y más de la mitad responsabiliza al Sol de la evaporación.

Ningún niño de este ciclo ofrece una respuesta completamente correcta que implique la evaporación del agua y la posterior condensación del vapor. No obstante, las respuestas de aquellos que manifiestan que el vapor de agua tiene que subir al cielo (o al aire, a la atmósfera...), o que el vapor de agua se enfríe, a pesar de no hablar explícitamente de condensación, nos parecen indicar que van más allá del simple proceso de formación del vapor de agua (evaporación).

Las respuestas de los alumnos de 3.º ciclo de Primaria señalan a la evaporación como único proceso por el cual las nubes se originan, obviamente no sería necesario

ningún otro cambio teniendo en cuenta que para la mayoría de ellos las nubes están constituidas únicamente por vapor de agua. Por tanto, no hay condensación a tenor de sus respuestas.

4. La lluvia

En diferentes trabajos se ha observado que a menudo para los niños hablar de «nubes» significa hablar de «lluvia», y con mucha frecuencia confunden los procesos que las originan. Alumnos de diferentes niveles se refieren al proceso de condensación (aunque no siempre de forma explícita) como proceso que origina la lluvia a partir de las nubes, es decir, la nube (ya formada) se condensa y da lugar a la lluvia (recordemos que para muchos las nubes siguen siendo vapor de agua).

Las preguntas formuladas fueron las siguientes:

- ¿Qué es la lluvia? ¿Cómo se forma? ¿Dónde va la lluvia cuando ya ha caído? (23 alumnos de 3.º de Primaria, 2.º ciclo, y 24 de 5.º de Primaria, 3.º ciclo).

¿Qué es la lluvia?

¿Qué es la lluvia?	2.º ciclo	3.º ciclo
Agua (que cae de las nubes)	78 %	71 %
Agua en estado líquido o sólido (nieve, hielo)	17 %	—
Vapor	—	4 %
Otras (se derriten las nubes...	—	8 %
No contesta o respuestas vagas	4 %	18 %

De forma mayoritaria respondieron en los dos cursos que la lluvia es agua que cae desde las nubes. Algunos niños de 2.º ciclo afirman que la lluvia puede ser agua que se encuentra tanto en estado líquido como sólido, probablemente haciendo alusión a la existencia de cristales de hielo en algunas nubes.

¿Cómo se forma?

Más de la mitad de la clase de 3.º de Primaria (2.º ciclo) no contesta a la pregunta. Los que lo hacen se refieren a:

- Los constituyentes de las nubes: «con el vapor de agua», «del vapor de las

nubes», «porque hay vapor», «con las gotitas de agua», «por gotitas de agua enanas»..., sin hablar en ningún momento del proceso que les origina.

- Por enfriamiento del vapor de agua: «por el vapor de agua que se enfría», «se forma cuando el vapor de la atmósfera se enfría». Estos ejemplos nos hablan del proceso de formación de las nubes (condensación), proceso indispensable pero no suficiente para la formación de la lluvia.

- Por el enfriamiento de las nubes (similar al anterior): «se forman porque las nubes se enfrían y empieza a caer lluvia», «porque las nubes se enfrían y caen gotas de agua en estado líquido o sólido». Para estos niños una vez las nubes están formadas han de enfriarse para dejar precipitaciones.

- «Cuando las gotitas de agua se hacen muy grandes caen a la tierra en forma de agua» (respuesta correcta).

Las respuestas de los alumnos del último ciclo de la Educación Primaria son tan variadas que no es fácil realizar una clasificación de las mismas, aunque algunas aparentemente pueden tener un sentido similar:

- Exceso de vapor: «cuando el vapor se concentra tanto que hace agua», «cuando el gas se acumula tanto que no puede más y suelta el agua», «las nubes cogen todo el vapor y del vapor se produce la lluvia». Son afirmaciones que parecen indicar que el exceso de vapor se convierte en agua líquida que cae en forma de lluvia. Por tanto, para ellos la condensación se produce cuando llueve y no antes (cuando se forma la nube).

- Por enfriamiento: «cuando una nube se enfría y descarga agua» o «cuando las nubes se enfrían», tanto en el caso anterior como en éste la condensación sucede justo en el momento de la lluvia, aunque en este caso tiene lugar por enfriamiento.

- Por acumulación de agua: «cuando las nubes tienen ya bastante agua acumulada», «cuando las nubes se llenan de agua llueve», «cuando las nubes están húmedas», «cuando están llenas las nubes sueltan el agua», «cuando las nubes se juntan». En estos ejemplos la acumulación de agua obliga a las nubes a «soltar» el agua. Ello sugiere, por un lado, que las nubes están constituidas de agua líquida y por otro que las nubes en tanto no tengan suficiente agua acumulada no darán lugar a las precipitaciones. En realidad es el tamaño de las gotas de agua que constituyen las nubes el que determinará la lluvia, cuando las gotas son lo bastante grandes (al unirse muchas) la gravedad las hará caer.

- Otras respuestas: «la lluvia sale de las nubes», «cuando el vapor del agua del mar sube hasta las nubes», «la lluvia se produce gracias a los árboles», etc.

¿Dónde va la lluvia cuando ha caído?

¿Dónde va la lluvia cuando ha caído?	2.º ciclo	3.º ciclo
Al mar u océano	35%	8 %
A los ríos y lagos	30 %	13 %
A la tierra, suelo, campo	30 %	17 %
A las alcantarillas	17 %	17 %
A las nubes, al cielo	—	21 %
Ciudades y pueblos	8 %	—
Bajo el suelo	—	4 %

Es sorprendente que casi una cuarta parte de los niños diga que la lluvia va a las nubes o al cielo; un niño especifica que «después de evaporarse de nuevo». Hemos de resaltar el hecho de que para los niños del 2.º ciclo los mares y océanos son los lugares donde preferentemente cae la lluvia, en contra de lo que habitualmente se deja ver en las imágenes de los ciclos del agua de los libros de textos.

Un único niño de entre ambos cursos (concretamente de 3º de Primaria) señala el subsuelo (aguas subterráneas) como fin del agua de lluvia, aunque después no quede reflejado en su dibujo.

5. El ciclo del agua

Las tareas solicitadas a los alumnos tuvieron algunas diferencias:

- Imagina que tú y todos tus compañeros os habéis convertido en gotas de agua y caéis de una nube. ¿Qué os pasaría? ¿Qué recorrido haríais? Dibújalo y explica brevemente tu dibujo. (21 alumnos de 2.º Primaria y 23 de 3.º de Primaria).

- Realiza un dibujo del ciclo del agua (24 alumnos de 5.º Primaria).

Se ha llevado a cabo un análisis de los dibujos de los tres cursos basándonos en los elementos que representan y/o expresan verbalmente y, por otro, sobre la base de los procesos que quedan reflejados.

Los elementos se han clasificado en función de su ubicación:

- En la atmósfera: nubes, sol y vapor.

- En los continentes: glaciares (agua sólida), ríos, lagos (agua líquida) y vegetación.
- El mar
- Un ambiente urbano: casas, coches, personas, alcantarillas, etc.

Con el fin de conocer el número y el grado de complejidad de los procesos en los que interviene el agua, y cómo quedan reflejados en los dibujos de los niños, hemos seleccionado aquellos más representativos:

- *Precipitación*: Es el proceso más evidente para cualquier niño, pues lo han podido experimentar en numerosas ocasiones. Sin embargo, la representación de la precipitación oceánica es a menudo omitida no sólo en los dibujos de los niños, sino incluso en los ciclos del agua que se representan en los textos escolares.
- *Evaporación*: Es un proceso mucho más abstracto que el anterior, dado que el vapor de agua es invisible y de ahí que este cambio de estado no pueda observarse directamente. La condensación del vapor de agua, previamente evaporado, no ha sido tenido en cuenta, puesto que ningún niño ha sido capaz de expresarlo verbalmente aún cuando la mayoría dibujan las nubes.
- *Escurrentía superficial*: Representa el movimiento del agua una vez ésta llega a la superficie vía precipitación, ya sea continental u oceánica.
- *La infiltración*: A pesar de la importancia de la escurrentía subterránea en el ciclo del agua, no ha habido ningún elemento que, de forma gráfica ni escrita, nos haga pensar que los niños la han tenido en cuenta (ni la infiltración, ni la localización del agua subterránea).

Gracias al análisis de estos elementos y de los procesos representados en los dibujos, hemos realizado una clasificación en cuanto a la complejidad en la comprensión de este importante ciclo. Los ciclos dibujados por los alumnos pueden englobarse en alguna de las siguientes categorías:

- Aquellos que sólo representan elementos aislados, tales como nubes, ríos, mares, vegetación, pero ningún proceso.
- Aquellos que representan la precipitación como único proceso. Se han diferenciado en este grupo aquellos dibujos en los que se observa una precipitación (líquida fundamentalmente) en un ambiente urbano, de aquellos otros en los que sucede en un medio natural (montañas, ríos o campo y mucho menos frecuentemente en el mar).

- Aquellos que representan la precipitación seguida de la escorrentía superficial del agua (flujo lineal). Generalmente ésta sucede en el campo pero también hemos detectado escorrentía en la ciudad (precipitación-alcantarillas).

- Aquellos que representan un circuito cíclico del agua, es decir, que además de la precipitación el agua, posteriormente, se evapora. En este grupo hemos diferenciado además aquellos que únicamente reflejan los procesos reversibles: condensación (precipitación) y evaporación (ciclo superficial nivel 1) de aquellos que yendo más lejos han realizado un ciclo superficial pero más completo que el anterior (ciclo superficial nivel 2), que tiene en cuenta además la escorrentía superficial (mediante ríos) que frecuentemente llega hasta el mar (típico ciclo del agua de los libros de texto).

En ninguno de estos dos subtipos se ha observado ninguna infiltración del agua en el subsuelo, de ahí que ambos representen únicamente el movimiento superficial del agua, lo que por otro lado no es de extrañar puesto que en las ilustraciones de los ciclos del agua las aguas subterráneas son frecuentemente ignoradas.

Análisis de los resultados de los dibujos realizados por los alumnos

CICLO DEL AGUA			1.º	2.º	3.º
Análisis de los elementos representados			ciclo	ciclo	ciclo
No realizan la tarea			0 %	0 %	21 %
ELEMENTOS ¿Qué dibujan?	Atmósfera	Sol	19 %	17 %	17 %
		Nubes	100 %	91 %	54 %
		Vapor	19 %	17 %	33 %
	Continente	Ríos	14 %	52 %	29 %
		Lagos	10 %	17 %	0 %
		Glaciares	19 %	39 %	13 %
		Vegetación	19 %	26 %	21 %
	Mar		19 %	48 %	21 %
	Elementos artificiales	Grifos, vasos, inhodoros...	10 %	4 %	4 %
		Alcantarillas, depuradoras	5 %	17 %	4 %
		Coche, casas, personas, colegio	57 %	57 %	17 %
		Charcos	14 %	4 %	0 %

Algunos de los alumnos de 3.º ciclo realizan un esquema sobre cambios de estado en lugar de la tarea solicitada.

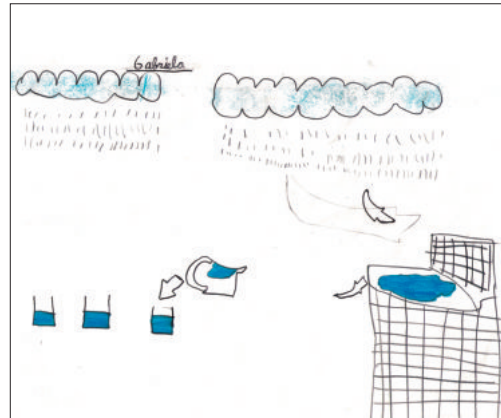
A) Análisis de los elementos representados:

- *El sol* es dibujado en un 20 % de los casos (en todos los cursos), pero mientras que en los niveles inferiores siempre que representan vapor de agua el sol está presente, en 5.º hay varios casos en los que se muestra la evaporación incluso sin representar al Sol. La evaporación es un proceso que no requiere que el cielo se encuentre despejado, tan solo es preciso que la atmósfera no esté saturada de vapor de agua, lo cual a menudo sucede incluso habiendo nubosidad.

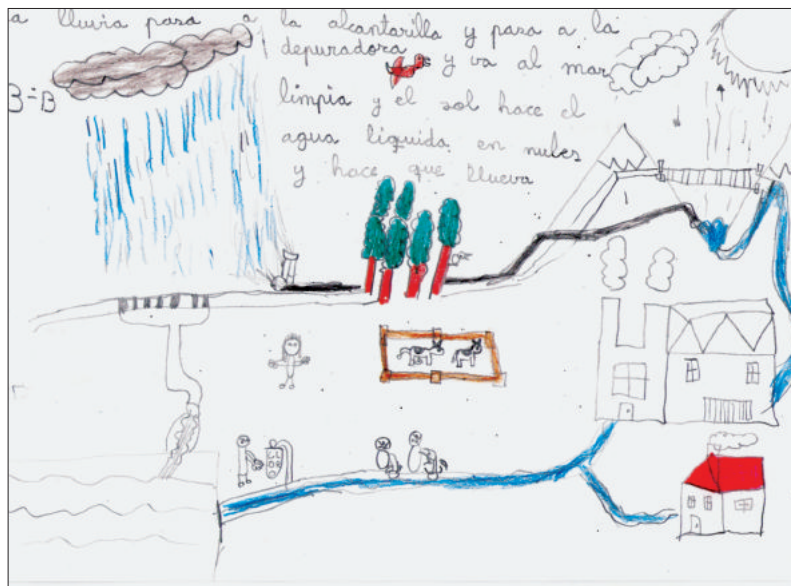
- *El vapor* de agua está más representado en el ciclo superior como consecuencia de que estos niños posiblemente tienen ya una idea más precisa del proceso de evaporación.

- *Las nubes* sin embargo sólo se observan en un 50 % de los dibujos de los alumnos de 3.º ciclo, frente al casi 100 % de los ciclos anteriores, aunque probablemente estos resultados se deban al modo en el que se les plantea la actividad a los ciclos inferiores («imagínate que sois gotas de agua...»).

- *Los elementos urbanos* (coches, casas, personas, grifos, alcantarillas, etc.) son más frecuentemente representados por los niveles inferiores (1.º y 2.º ciclo). Para los niños de estas edades la lluvia es un fenómeno tan cercano a su vida diaria que la imaginan entre casas y calles (ciudad). Algunos incluso reflejan el agua a disposición del ser humano (grifos, vasos, inodoros...), sobre todo en el primer ciclo.



En varias ocasiones los niños hacen un ciclo del agua «antrópico», aludiendo a la transformación humana del mismo al extraer, conducir y depurar el agua que el ser humano utiliza. Quedan reflejados elementos como depuradoras, conducciones de agua, alcantarillas, fuentes...



Aunque los porcentajes son bajos en casi todos los cursos analizados, es interesante resaltar este hecho de una visión utilitarista del agua por parte de algunos niños, que relacionan el agua exclusivamente como un bien a disposición del ser humano: en sus dibujos se observan niños bebiendo, piscinas y bañeras o grifos de los que sale el agua.

CICLO DEL AGUA			1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Análisis de los procesos representados					
No realizan la tarea			0 %	0 %	21 %
PROCESOS ¿Qué le sucede al agua?	Evaporación	En mares	19 %	13 %	21 %
		Nubes (en continentes, ríos y lagos)	0 %	4 %	13 %
	Precipitaciones, ¿cómo son?	Líquidas	100 %	91 %	54 %
		Sólidas	0 %	4 %	21 %
	Precipitaciones, ¿dónde?	Ciudad	62 %	26 %	21 %
		Campo, montañas	29 %	52 %	13 %
		Mares	5 %	17 %	0 %
		Ríos y lagos	5 %	35 %	0 %
	Escorrentía superficial		19 %	57 %	17 %

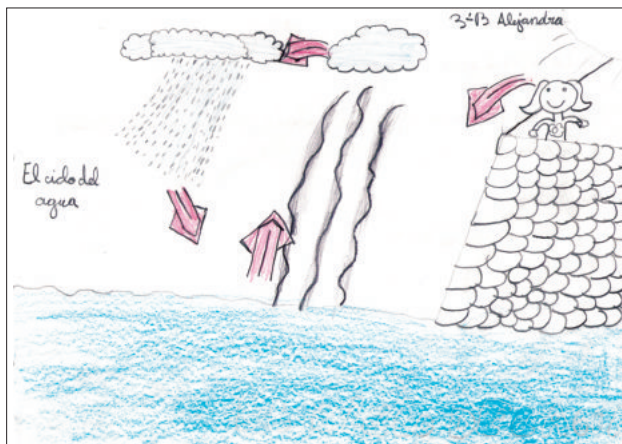
Hemos de resaltar que los niños de 3.º de Primaria dibujan con más frecuencia que el resto algunos elementos naturales como: ríos, glaciares, mares, lo que podría deberse a que precisamente es en 3.º donde se trabaja de manera especial el ciclo del agua.

B) En cuanto a los procesos representados:

Los niños del tercer ciclo de Primaria reflejan la evaporación más a menudo que en los niveles inferiores. Esta frecuentemente sucede en el mar, aunque la evaporación continental (ríos o lagos) también es contemplada. La evaporación oceánica es la más ampliamente representada en las imágenes de los ciclos del agua en los libros de texto, y es por ello que los que señalan este cambio de estado en sus dibujos, casi siempre lo hacen en el mar y, además, para ellos, a menudo este proceso marca el «inicio» del ciclo del agua, lo cual refleja el hecho de que frecuentemente ellos no lo vean como algo cíclico, es decir, que no tiene principio ni fin.

El proceso de precipitación, mucho más evidente y visible que el proceso de evaporación, y que debería haber sido representado por la mayoría, es tan sólo dibujado por la mitad de los alumnos de tercer ciclo. Sin embargo, prácticamente el 100 % de los niños de los ciclos inferiores representan este proceso (casi siempre en estado líquido), vivido por ellos en numerosas ocasiones. Las precipitaciones sólidas están mejor representadas por los niveles superiores.

Tanto en el 1.º como en el 3.º ciclo las precipitaciones suceden sobre todo en un medio urbano, mientras que en el 2.º ciclo las precipitaciones tienen lugar más a menudo en un medio natural (campo, montañas, ríos, mar), de hecho las precipitaciones sobre el mar (frecuentemente olvidadas en los ciclos de los libros de texto) sólo son representadas por este grupo.



La escorrentía superficial (ríos) es dibujada por los niños del 2.º ciclo fundamentalmente. Esto nos lleva a pensar que los niños de este ciclo tienen una idea más clara y completa de los elementos y de algunos de los procesos implicados en el ciclo del agua que el resto.

No hay representación alguna de un proceso que no debería faltar en cualquier ciclo del agua, no tanto por el volumen de agua implicada, sino por la participación en el mismo de los seres vivos, sobre todo de origen vegetal, como es la transpiración.

Igualmente son inexistentes las representaciones de la infiltración del agua de lluvia en el subsuelo, y el dibujo de las aguas subterráneas. En ningún caso se ha podido vislumbrar ningún rasgo que indique ni la presencia ni mucho menos el movimiento de estas aguas, fundamentales ya no sólo desde un punto de vista medioambiental (alimentan ríos, lagos, humedales) sino además por el hecho de que representan el mayor almacén de agua dulce del planeta, del que el ser humano utiliza un importante volumen.

Se han podido definir una serie de niveles de complejidad de los ciclos del agua realizados, básicamente teniendo en cuenta los procesos representados:

Ciclo del agua		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Sólo se representan elementos (nubes, plantas, personas...)		0 %	4 %	17 %
El agua considerada al servicio del hombre (grifos, alcantarillas...)		10 %	4 %	8 %
Sólo precipitación	En un medio urbano	10 %	10 %	10 %
	En un medio naturales,		10 %	10 %
Precipitación → escorrentía superficial FLUJO LINEAL		10 %	10 %	10 %
Precipitación → evaporación (nube → lluvia → nube) CICLO SUPERFICIAL (Nivel 1)		10 %	10 %	10 %
Precipitación → Escorrentía → Evaporación (Nube → lluvia → montañas → ríos → mar → nube) CICLO SUPERFICIAL (Nivel 2)		10 %	10 %	10 %

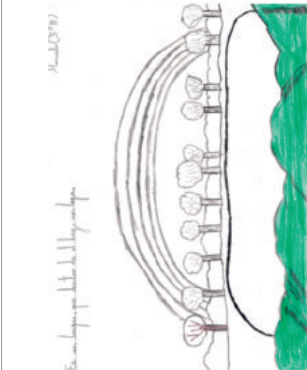

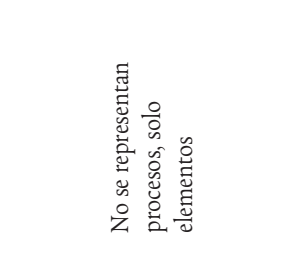
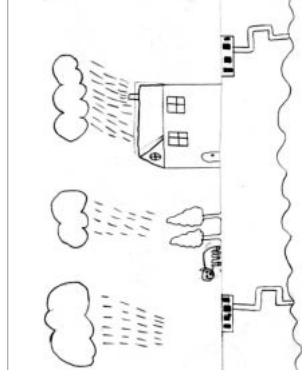
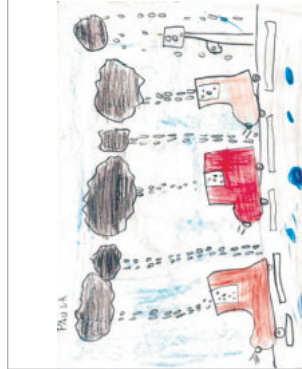
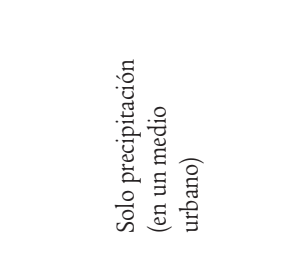
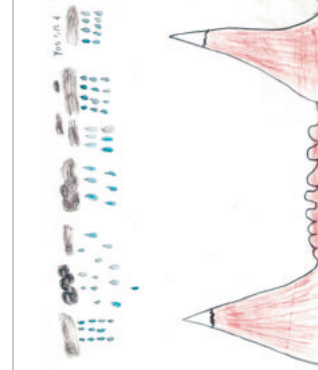

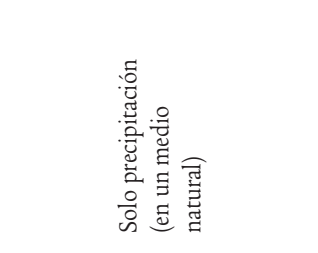
Es un tanto sorprendente que sean precisamente los niños del último ciclo los que más a menudo en sus dibujos reflejan sólo elementos, algo parecido a un paisaje en el que nada sucede.



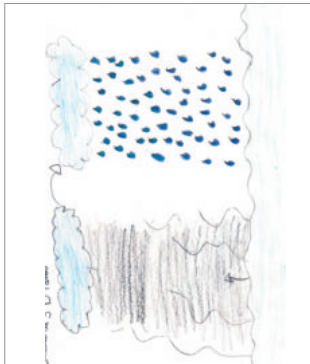

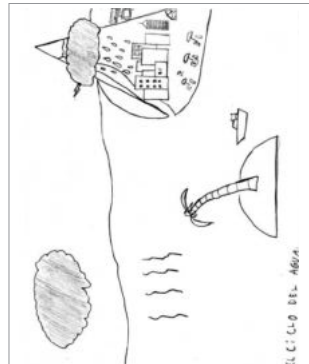
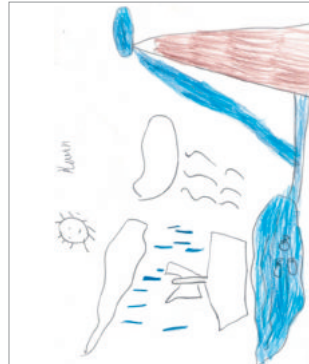
Los dibujos en los que el único proceso representando es la precipitación se observan más a menudo en los niveles inferiores, sobre todo en un contexto urbano.

Los dibujos que representan un movimiento lineal del agua (flujo lineal) son más frecuentes en el 2.º ciclo. En ellos se observa la precipitación seguida por una escorrentía superficial del agua (ríos) que finalmente llega hasta el mar.

Los ciclos del agua más complejos, aquellos que verdaderamente pueden considerarse como tales por su carácter cerrado, son representados por un número no muy elevado de niños. Tanto los del nivel 1 en los que se puede observar la evaporación del agua del mar y una nube que deja precipitaciones, como los del nivel 2, que además dibujan el retorno vía superficial del agua desde el continente hasta el mar por medio de los ríos, son más frecuentes a medida que avanza la Educación Primaria.

Todo ello podemos apreciarlo en los siguientes dibujos:

Tipo de ciclo	1.º ciclo Primaria	2.º ciclo Primaria	3.º ciclo Primaria
<p>No se representan procesos, solo elementos</p>			 <p>3) Explica brevemente el dibujo que acabas de hacer: Pasa un río con cascadas y una montaña con árboles y dos flores y zoccos</p>
<p>Solo precipitación (en un medio urbano)</p>			 <p>4) Explica brevemente el dibujo que acabas de hacer: Es un niño que va por la calle cuando está lloviendo</p>
<p>Solo precipitación (en un medio natural)</p>			

Tipo de ciclo	1.º ciclo Primaria	2.º ciclo Primaria	3.º ciclo Primaria
<p>Precipitación → escorrentía superficial (nube → lluvia → ríos → mar) FLUJO LINEAL</p>			<p>3) Haz un dibujo sobre el ciclo del agua</p> <p>1) Explica brevemente el dibujo que acabas de hacer</p> <p>Mediante la lluvia se forman ríos y los ríos van a parar al mar.</p>
<p>Precipitación → evaporación (nube → lluvia → nube) CICLO SUPERFICIAL (Nivel 1)</p>			<p>2) Explica brevemente el dibujo que acabas de hacer</p> <p>El agua se evapora y vuelve a ser nube a evaporar.</p>
<p>Precipitación → escorrentía → evaporación (nube → lluvia → montañas → ríos → mar → nube) CICLO SUPERFICIAL (Nivel 1)</p>			<p>3) Haz un dibujo sobre el ciclo del agua</p> <p>1) Explica brevemente el dibujo que acabas de hacer</p> <p>En las montañas hay ríos, los ríos van a parar al mar y del mar va a las nubes.</p>

NIVELES DE CONOCIMIENTO

Teniendo en cuenta los resultados de este estudio, proponemos tres niveles en el conocimiento de los alumnos, que de menor a mayor complejidad se caracterizan por:

- En el nivel de menor complejidad, los alumnos señalan únicamente una ubicación del agua líquida, generalmente el mar o los ríos, o incluso los «grifos».

Reconocen el cambio de líquido-sólido y de sólido a líquido aunque no reconocen la conservación de la materia.

No conciben los cambios de estado en los que esté implicado el estado gaseoso.

Las nubes están formadas por vapor de agua y se forman por la evaporación del agua del mar.

Representan en su ciclo del agua un único proceso, generalmente la precipitación (líquida), muy a menudo en un contexto urbano.

- En un nivel intermedio, son capaces de señalar al menos dos localizaciones de agua líquida en el planeta.

El hielo lo localizan únicamente en el congelador y el vapor de agua lo relacionan con el proceso de ebullición o evaporación.

Reconocen el cambio de líquido a sólido y de sólido a líquido, y también la conservación de la materia durante los mismos.

Reconocen el proceso de vaporización (evaporación y ebullición) pero no la conservación de la materia. No lo hacen, sin embargo, en el proceso inverso (condensación).

Las nubes están formadas por vapor de agua y/o gotitas de agua líquida formadas por la evaporación del agua y su ascenso en la atmósfera.

Representan un ciclo del agua lineal: precipitación y escorrentía (ríos) que llegan al mar.

- En un nivel de mayor complejidad son capaces de señalar por lo menos tres localizaciones de agua líquida, haciendo alusión al agua subterránea al señalar fuentes o pozos.

En cuanto al agua sólida (hielo) la localizan en la naturaleza (polos, nieve montañas) y el vapor de agua señalan que se halla «en el aire» o «en todas partes» sin necesidad de hacer alusión a procesos de ebullición.

Reconocen todos los cambios de estado del agua incluidos aquellos en los que está implicado el vapor de agua y también la conservación de la materia en todos ellos.

Las nubes están formadas por gotitas de agua líquida que se han formado por la acumulación y/o enfriamiento en la atmósfera del vapor de agua.

Representan un ciclo del agua más completo (precipitación-escorrentía-mar-evaporación), aunque sólo en la fase aérea y superficial, es decir las aguas subterráneas siempre están ausentes. Tanto la condensación como la transpiración de los seres vivos no son representadas en los dibujos.

PARA SABER ALGO MÁS...

- **Assessment Resource Banks.** New Zealand Council for Educational Research (2011). Salient points from the literature about understanding the water cycle.

http://arb.nzcer.org.nz/supportmaterials/science/water_cycle.php

Se trata de un interesante trabajo en línea que presenta una revisión de varios e importantes trabajos en cuanto a las ideas de los alumnos de Primaria y Secundaria acerca de determinados aspectos del ciclo del agua, tales como evaporación, condensación y formación de las nubes. No sólo da a conocer las ideas alternativas de los alumnos sino que además incluye las ideas que científicamente se consideran correctas.

- **Ben-Zvi-assaraf, O. y Orion, N.** (2001). *Studying the water cycle in an environmental context: The «Blue Planet Program»*. At the 1st IOSTE Symposium in Southern Europe, Paralimni, Cyprus.

<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED466369.pdf>

La investigación se lleva a cabo con alumnos de Educación Secundaria a los cuales se les propone la realización de un cuestionario que incluye un dibujo del ciclo del agua y una entrevista. Los resultados muestran que una gran mayoría presenta un conocimiento incompleto del mismo, generalmente representan solo los procesos de la parte superficial y aérea del ciclo (evaporación, condensación, lluvia...) ignorando la parte subterránea del mismo y los que la representan no muestran ningún movimiento del agua bajo el suelo. Muy pocos señalan elementos o procesos en los que la geosfera o la biosfera

(incluyendo al ser humano) participan en el ciclo. En general tienen dificultades para describir gran parte de los procesos físicos-químicos que intervienen en el ciclo percibiendo además con dificultad la transferencia de materia y la conservación de la misma durante estos procesos.

- **Cardak, O.** (2009). Sciences student's misconceptions of the water cycle according to their drawing. *Journal of Applied Sciences*, 9 (5), 865-873.

<http://scialert.net/qredirect.php?doi=jas.2009.865.873&linkid=pdf>

A pesar de tratarse de un trabajo basado en el análisis de los dibujos realizados por estudiantes universitarios, lo incluimos en este apartado porque presenta una clara clasificación de los dibujos en cuanto a la complejidad de los elementos y procesos representados. Los ciclos del agua han sido catalogados en varios niveles, desde aquellos que muestran errores más o menos significativos hasta aquellos que hacen un ciclo completo que incluye la escorrentía subterránea pasando por alumnos que muestran una comprensión correcta pero sólo parcial. Algunos de los principales errores detectados son: aquellos que sólo representan la evaporación y posterior condensación (no hay escorrentía), los que representan la evaporación que procede únicamente del mar, aquellos que solo representan un proceso (precipitación líquida o sólida) o aquellos que omiten la condensación para la formación de nubes.

- **Fries-Gaither, J.** (2008). Common Misconceptions About States and Changes of Matter and the Water Cycle.

<http://beyondpenguins.ehe.osu.edu/issue/water-ice-and-snow/common-misconceptions-about-states-and-changes-of-matter-and-the-water-cycle>

En este trabajo on-line se recopilan los más frecuentes errores conceptuales detectados en las investigaciones relacionadas con el ciclo del agua. A modo de tabla recoge por un lado «lo que el alumno piensa» y por otro «lo que debería pensar» (ideas correctas). De forma sencilla hace una revisión de una gran parte de estas ideas alternativas, reflexiona acerca del origen de las mismas y propone para los docentes numerosas preguntas para detectarlas y recursos para, de algún modo, intentar corregirlas.

- **Kind, V.** (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química.*

<http://www.modelosyodelajeciencifical.com/01-HEMEROTECA/archivos/masallaapariencias.pdf>

El capítulo 3 de este trabajo recoge numerosas ideas de alumnos de Primaria y Secundaria con respecto a los cambios de estado de la materia y la conservación de la misma durante los mismos. Kind hace una revisión de numerosos trabajos que investigan sobre todo los procesos de más difícil comprensión como son la evaporación y la condensación. Muchos niños son incapaces, a pesar de observarlos a menudo, de explicar correctamente el por qué suceden, dando explicaciones, sobre todo los más pequeños, claramente influenciadas por lo que les transmiten los sentidos (lo que no se ve no existe, por ejemplo durante la evaporación el agua simplemente «deja de existir») al desconocer la teoría cinético-molecular. Ofrecen así mismo interesantes sugerencias para la enseñanza de este tema.

- **Reyero, C., Calvo, M., Vidal, P., García, E. y Morcillo, J. G.** (2007). Las ilustraciones del Ciclo del Agua en los Textos de la Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15,3, 287-294.

<http://www.raco.cat/index.php/ect/article/viewFile/121420/167870>

Este trabajo presenta una importante revisión bibliográfica de los numerosos trabajos de investigación llevados a cabo con el fin de indagar las ideas previas de los alumnos acerca del ciclo del agua. Sobre todo hay que resaltar aquellos trabajos cuyos resultados reflejan una estrecha relación entre las imágenes que los alumnos tienen del ciclo y lo que se muestra en las representaciones del mismo en los libros de texto. Algunas de las ideas que con más frecuencia se observan son: la evaporación sólo sucede en áreas oceánicas, las nubes están hechas de vapor de agua, no existe participación de los seres vivos en el ciclo, están ausentes las aguas subterráneas o éstas se representan como lagos o ríos subterráneos, son escasas las conexiones entre diferentes subsistemas dentro del ciclo, etc.

Clasificación de la materia



La clasificación de la materia se trabaja en dos bloques de contenido del currículo de Primaria: uno sobre la materia viva y otro sobre la materia inerte. A lo largo de los tres ciclos se van incluyendo diferentes criterios de clasificación cada vez de mayor complejidad:

- En primer lugar, diferenciar la materia viva de la inerte, según desarrolle o no funciones vitales (nutrición, relación, reproducción).
- En segundo lugar, la clasificación de la materia viva en animales, plantas y otras formas de vida (que agrupa a los reinos: Fungi, Protista y Monera).

Para clasificar a un ser vivo como animal se considera: organismo pluricelular, tipo de nutrición (heterótrofa, se alimentan de otros seres vivos o de restos), movimiento autónomo, sistema nervioso y órganos sensoriales.

En el caso de las plantas: organismos pluricelulares, nutrición autótrofa (fotosíntesis, no se alimenta de otros seres vivos, obtienen la energía del Sol), sin movimiento autónomo y sin sistema nervioso.

En el caso de las otras formas de vida: si son organismos unicelulares (los protozoos y las algas son unicelulares), el tipo de nutrición (los hongos se alimentan de materia orgánica) y el tipo de células (las bacterias no tienen núcleo).

La clasificación de la materia inerte, que inicialmente se hace atendiendo a sus posibilidades de uso y características observables (estado de agregación, textura, color, forma, plasticidad, etc.), después se apoya en el concepto de sustancia, basado a su vez en el de propiedad característica. Es en la Secundaria cuando se establecen diferencias entre sustancias, como elementos o compuestos.

- En tercer lugar, para clasificar animales y plantas se utilizan varios criterios.

En el caso de los animales si tienen o no columna vertebral, tipo de respiración, de reproducción, etc.

En el caso de las plantas, si no tienen flores (hepáticas, musgos y helechos), si tienen flores y frutos (angiospermas), si tienen flores sin fruto (gimnospermas), según el tamaño y el tallo (árboles, arbustos y matas o hierbas).

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE LA CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA

Son dos las cuestiones que nos han interesado de la clasificación de la materia:

¿Qué criterios utilizan espontáneamente los alumnos para clasificar la materia?

¿Cómo utilizan los criterios básicos de clasificación?

Las posibles tareas que nos pueden permitir averiguarlo consisten en poner a los alumnos a hacer grupos con imágenes que les proporcionamos, sin olvidarnos de preguntarles la razón de su agrupamiento.

Lo más importante es, lógicamente, qué imágenes seleccionar. En primer lugar deben ser lo más conocidas por los alumnos. En cada caso hay que buscar un equilibrio entre los diferentes tipos de imágenes. Por ejemplo, en la materia en general, debe de haber una proporción semejante de materia viva e inerte, pero incluyendo imágenes «polémicas». En el caso de la materia viva, en las imágenes deben aparecer especies de al menos tres reinos diferentes, y que exista una muestra amplia de animales para intentar representar el mayor grupo posible (vertebrados: peces, aves, mamíferos, reptiles; invertebrados: gusanos, etc.). Como hemos dicho, se debe cuidar que todas sean conocidas por los alumnos pero también evitar los estereotipos de animales y plantas a las que estamos acostumbrados.

En concreto, este es el formato de las tareas que proponemos:

Haz dos grupos con lo que ves en las siguientes imágenes:					
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
En este grupo están los números: Porque...			En este grupo están los números: Porque...		

Y estas son las imágenes seleccionadas para cada tarea de clasificación:

Clasificación	Imágenes seleccionadas
Para que clasifiquen espontáneamente la materia	1. mejillón 2. roca 3. cebra 4. olas de mar 5. erizo de mar 6. flores cortadas 7. champiñones 8. bicicleta 9. sangre 10. garbanzos 11. televisión 12. huevos
Para que clasifiquen espontáneamente la materia viva	1. gusano de seda 2. niño 3. moho del pan 4. coral 5. helecho 6. serpiente 7. caballito de mar 8. planta carnívora 9. pez 10. líquen 11. virus 12. pingüino
Para que clasifiquen espontáneamente la materia inerte	1. leche con cacao 2. plomo 3. agua y aceite 4. oro 5. azúcar 6. piedras 7. vapor de agua 8. calcio 9. vinagre 10. miel 11. mercurio 12. jabón
Para que apliquen el criterio vivo/no vivo	1. leche 2. teléfono 3. huevos de rana 4. setas de cardo 5. lince 6. volcán 7. coche 8. estrella de mar 9. judías blancas 10. almeja 11. árbol 12. cuarzo
Para que apliquen el criterio animal/planta/ní animal ní planta	1. pez 2. orquídea 3. iguana 4. avestruz 5. anémona 6. musgo 7. mujer 8. líquen 9. lombriz de tierra 10. medusa 11. bacterias 12. moho
Para que apliquen el criterio sustancia/mezcla	1. yogur 2. sal 3. refresco de cola 4. diamante 5. agua 6. cobre 7. hielo 8. hierro 9. aceite 10. granito 11. plata 12. arena y carbón

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ CLASIFICAN LA MATERIA

A 55 alumnos de 2.º, 4.º y 6.º de Primaria de un colegio público les propusimos que realizaran una serie de tareas de clasificación con las imágenes anteriores. Estos son algunos de los resultados más interesantes¹.

1. Criterios espontáneos de clasificación de la materia

La tendencia observada es que aumenta el número de alumnos que utiliza el criterio ser vivo/no vivo con la edad, al igual que lo hace de una forma menos acusada

¹ El estudio presentado forma parte del Trabajo Fin de Máster de Paloma Galán titulado «Los criterios de clasificación de la materia en la Educación Primaria: Concepciones de los alumnos y niveles de competencia»..

el criterio *natural/artificial*. Sólo los alumnos de primer ciclo utilizan un criterio subjetivo como es la *relación causa-efecto*; y con respecto al criterio localización *marinos/terrestres*, este ya no aparece en el tercer ciclo. En la gráfica se aprecia claramente como el criterio *comida/no comida* destaca sobre el resto, presentando su máximo porcentaje en el grupo de 4.º y disminuyendo en 6.º donde queda relegado al segundo lugar, pero todavía con un peso muy considerable. Si analizamos cómo estos grupos han considerado la imagen de la cebra, podemos deducir que el criterio *comida/no comida* es utilizado por los alumnos de 2.º ciclo de una forma más restrictiva y con una visión antropocéntrica, ya que sólo hay un alumno que considere *cebra* como comida; sin embargo un 75 % de los alumnos de 6.º que han utilizado este criterio, clasifican la *cebra* como comida.

Criterios clasificación materia		2.º	4.º	6.º
Criterios generales	Función (comida / no comida)	33 %	57 %	26 %
	Localización (marinos / terrestres)	14 %	—	—
	Procedencia (natural / artificial)	6 %	14 %	15 %
	Propiedades observables (color...)	4 %	14 %	—
	Frecuencia de aparición (raras, cotidianas)	—	—	15 %
	Otros criterios	—	—	9 %
Criterios específicos	Vivo / no vivo	4 %	14 %	29 %
Criterios subjetivos	Relación causa-efecto	33 %	—	—
Clasificar sin indicar criterios		4 %	3 %	6 %
No contesta		2 %	—	—

En los alumnos de menor edad predominan criterios subjetivos, muy ligados a su contexto, y los criterios generales como es la funcionalidad (comida); este último estará presente en toda la etapa. Otra característica que se cumple es la aparición de criterios específicos: vivo/no vivo al aumentar de ciclo, cobrando mayor importancia al finalizar la etapa; este incremento se corresponde con la desaparición de los criterios subjetivos. La diversidad en las respuestas es muy amplia entre los alumnos más pequeños, se reduce en el segundo grupo, donde hay una mayor unificación de criterios, para volver a ser muy variada en la última etapa, quizá porque estos alumnos ya manejan una mayor complejidad conceptual y terminológica.

Estas son algunas de las respuestas de los alumnos a la tarea:

Haz dos grupos con lo que ves en las imágenes siguientes



1. mejillón 2. roca 3. cebra 4. olas de mar 5. erizo de mar 6. flores cortadas

7. champiñones 8. bicicleta 9. sangre 10. garbanzos 11. televisión 12. huevos

2.º Primaria	4.º de Primaria	6.º Primaria
<p>7, 10 y 12: comida con comida.</p> <p>2, 3, 6, 9 y 11: La roca corta flores, cuando atropellas a la cebra sangra.</p>	<p>1, 7, 10 y 12: son cosas que se pueden comer.</p> <p>2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 y 11: estas cosas no se pueden comer.</p>	<p>1, 3, 5, 6, 7, 9 y 12: todos son seres vivos incluso la sangre, porque da vida a nuestro cuerpo, y aunque las flores están cortadas, estuvieron vivas al igual que los champiñones.</p> <p>2, 8, 10 y 11: son cosas sin vida totalmente diferente al otro grupo.</p>

2. Criterios espontáneos de clasificación de la materia viva

En general todos los alumnos tienen muchas dificultades para romper con una clasificación dicotómica como puede ser animal/planta; al darles un tercer campo de clasificación les hemos «obligado» a establecer más de un grupo. Si bien la mayoría de los alumnos en los tres ciclos asignan animal y planta como subgrupos mayoritarios, para el tercer subgrupo la variabilidad es inmensa, de forma que aparecen criterios subjetivos en todas las etapas.

Criterios clasificación materia viva		2.º	4.º	6.º
Criterios específicos	Son animales	22 %	29 %	29 %
	Son plantas	20%	33 %	25 %
	Carnívoros	2 %	—	—
	Virus	2 %	—	—
	Vertebrados	—	4 %	—

Criterios específicos	Invertebrados	—	4 %	
	Otros criterios (ni animal ni planta)	—	10 %	4 %
	Se alimentan de seres vivos	—	—	2 %
	Son seres vivos	—	—	2 %
	Son virus	—	—	2 %
Criterios subjetivos	Relación salud-ser humano	16 %	11 %	—
	Otros (no me gustan,...)	7 %	—	10 %
	Son agresivos, perjudiciales	—	—	12 %
Criterios generales	Localización (marinos)	9 %	4 %	—
	Frecuencia (raras...)	2 %	6 %	—
	Apariencia (textura, color...)	4 %	—	12 %
	Procedencia (natural,...)	2 %	—	—
Sin criterios		13 %	—	—

Entre las imágenes que más dificultad entrañan se encuentra laa del *niño* clasificado como animal solo por 1 alumno de primer ciclo, por 9 en segundo ciclo y por 10 en tercer ciclo; el 50 % de los alumnos del primer ciclo no lo clasifican y un 25 % establece una relación causa-efecto con otros. El *moho*, tampoco es clasificado por 11 alumnos del primer ciclo; en los siguientes ciclos hay 4 y 5 alumnos respectivamente que lo consideran plantas. El *virus* presenta dificultades para los del primer ciclo, 8 alumnos no lo incluyen en su clasificación y 7 establecen relaciones de perjuicio para la salud humana; en el grupo de 4.º ya hay alumnos que lo incluyen en categoría *ni animal ni planta* aunque todavía hay 6 alumnos que los consideran como perjudiciales, esto se mantiene para el grupo de 6.º, donde 7 alumnos lo consideran perjudiciales. El *liquen* generó durante la prueba numerosas preguntas por parte de los alumnos del primer ciclo; y es en su mayoría considerado una planta por los de 4.º (13 alumnos) y 6.º (9 alumnos). Entre los errores más llamativos se encuentra el *coral*, que no ha sido considerado como animal por ningún alumno de 2.º y 4.º, y sólo por 2 alumnos de 6.º. Por último, el *pingüino* no es incluido en ningún grupo por 6 alumnos de 2.º.

Estas son algunas de las respuestas de los alumnos a la tarea:

Haz grupos con lo que ves en las imágenes siguientes

1. gusano de seda 2. niño 3. moho del pan 4. coral 5. helecho 6. serpiente

7. caballito de mar 8. planta carnívora 9. pez 10. líquen arbóreo 11. virus de la gripe 12. pingüino

2.º Primaria	4.º Primaria	6.º Primaria
1, 4, 5, 6, 7, 8 y 10: son cosas arrugadas.	1, 2, 6, 7, 9 y 12: son seres vivos y pueden moverse.	1, 2, 6, 7, 9 y 12: son animales
3, 9 y 12: son cosas lisas	4, 5, 8 y 10: son plantas, y pueden vivir en cualquier sitio	3, 4, 5, 8 y 10: son plantas.
2 y 11: son cosas del cuerpo humano	3 y 11: hacen cosas malas	11: es un virus

3. Criterios espontáneos de clasificación de la materia inerte

Los resultados nos indican una clara tendencia: que el criterio basado en el estado físico va creciendo de primer a tercer ciclo, mientras que el criterio basado en la funcionalidad de la comida, aumenta de primero a segundo ciclo, pero vuelve a disminuir considerablemente en tercer ciclo. También hay una clara evolución en el número de alumnos que utilizan un criterio dicotómico para clasificar, y con la edad hay más alumnos que realizan la tarea y que dejan menos imágenes sin incluir en sus clasificaciones. El criterio de la composición no es utilizado por un número significativo de alumnos, y tampoco hemos apreciado que el criterio basado en el uso de los objetos, creciera con la edad. Más bien, la única evolución clara que se aprecia en nuestro estudio es que con la edad se centran más en las características observables de la imagen (estado físico) y menos en la funcionalidad de la imagen (comida). Ni que decir tiene que no utilizan espontáneamente el criterio básico sustancia/mezcla, que es el criterio escolar con el que se pretende que los alumnos clasifiquen la materia inerte.

Criterios clasificación de la materia inerte		2.º	4.º	6.º
Criterios generales	Función (comida / no comida)	23 %	39 %	29 %
	Estado físico (líquido, sólido, gas)	10%	36 %	25 %
	Propiedades observables (color...)	7 %	—	9 %
	Composición (metal)	7 %	8 %	9 %
	Frecuencia de aparición (raras, cotidianas)	—	5 %	6 %
	Otros criterios	7 %	11 %	—
Criterios específicos	Sustancia o mezcla (uno o varios componentes)	—	—	6 %
Clasificar sin indicar criterios		13 %	—	—
No contesta		33 %	—	—

Estas son algunas de las respuestas de los alumnos a la tarea:

Haz grupos con lo que ves en las imágenes siguientes

					
1. leche con cacao	2. plomo	3. agua y aceite	4. oro	5. azucar	6. piedras
					
7. vapor de agua	8. calcio	9. vinagre	10. miel	11. mercurio	6. jabón

2.º Primaria	4.º Primaria	6.º Primaria
1, 3, 4, 5, 8, 9, 10 y 12: son colores iguales (1 y 8, 3 y 9, 4 y 10, 5 y 12). 2, 6, 7 y 11: No son colores iguales.	1, 3, 7, 9, 10 y 11: son líquidos y gaseosos. 2, 4, 5, 6, 8 y 12: son sólidos.	1, 3, 6, 7 y 8: se compone con más de una cosa 2, 5, 9, 10, 11 y 11: se compone con solo una cosa

4. Aplicación del criterio vivo/no vivo para clasificar la materia en general

En los tres grupos se observa que los alumnos no manejan un conjunto de atributos, sino que establecen uno prioritario y clasifican con respecto a ese; también

podemos observar que no utilizan el mismo para todas las imágenes. Sólo en el grupo del tercer ciclo esto cambia un poco y manejan varios simultáneamente. Durante la elaboración de las tareas, se observa cómo, en general, según aumentamos de ciclo los alumnos tienen menor dificultad a la hora de aplicar los criterios, pero sin embargo, les resulta tremendamente complicado justificar aquellos aspectos en los que se han centrado para clasificar las imágenes; de forma que en el grupo de 6.º sigue habiendo tres alumnos que no señalan ningún atributo para lo vivo.

Atributos de lo vivo	2.º	4.º	6.º	Atributos de lo inerte	2.º	4.º	6.º
Se mueve	35 %	33 %	41 %	No se mueve	20 %	22 %	35 %
Nacen/mueren	10 %	11 %	42 %	Artificiales (creado por las personas)	10 %	55 %	35 %
Siente	5 %	-	-	No nace/no muere	5 %	5 %	11 %
Se alimentan	5 %	-	11 %	No siente	5 %	5 %	-
Crecen	5 %	27 %	17 %	No se alimenta	5 %	-	11 %
Respiran	5 %	-	-	No tienen cuerpo, órganos, venas, sangre	5 %	16 %	11 %
Tienen células	5 %	-	-	No respiran	-	11 %	11 %
Germinan	-	16 %	-	No crecen	-	11 %	11 %
Respiran	-	16 %	-	No piensan(1) / no inteligencia(1)	-	-	11 %
Tienen órganos (corazón, raíces...)	-	16 %	29 %	No se expresan	-	-	5 %
Sienten	-	5 %	-	No tienen ciclo vital	-	-	5 %
Se alimentan	-	5 %	-	No cambian	-	-	5 %
Ciclo vital (nacer, crecer, morir...)	-	-	11 %	No se reproducen	-	-	5 %
Se comunican	-	5 %	-	No tienen metabolismo	-	-	5 %
Tienen intencionalidad	-	5 %	-		-	-	-
Se expresan	-	5 %	-		-	-	-
Piensan	-	5 %	-		-	-	-
Tienen hormonas (reaccionan)	-	5 %	-		-	-	-

El atributo movimiento es el criterio que utilizan fundamentalmente para caracterizar lo que está vivo. Así el *volcán* es considerado con vida probablemente por haberse considerado el movimiento de la lava. Por eso no sorprende que las *judías* sean vistas como inertes al carecer de movimiento, y presenten un error considerable en todos los ciclos. Otro hecho que confirma lo encontrado en otras investiga-

ciones previas es constatar que la imagen que se clasifica de forma correcta por el 100 % de los alumnos es el *lince*, el cual se corresponde con un modelo típico y estereotipado de animal; y son los modelos que se alejan de esos estereotipos los que presentan mayor error (como sucedió con el coral en la tarea segunda). Las investigaciones sobre el concepto animal nos informan sobre la influencia que tienen los animales que los alumnos conocen por sus experiencias cotidianas (visitas a zoológicos, animales de granja y mascotas). Sin embargo, hemos de decir que, a diferencia de otras investigaciones, en nuestro caso la clasificación del *árbol* ha sido bastante exitosa, siendo considerado vivo por el 100 % de los alumnos de 4.º y 6.º. También se aprecia que los alumnos del segundo y tercer ciclo utilizan criterios de comportamiento (come, se mueve...), más que criterios morfológicos, estructurales o fisiológicos.

Estas son algunas de las respuestas de los alumnos a la tarea:

Haz dos grupos, uno con lo vivo y otro con lo que no está vivo y que nunca ha tenido vida:



1. leche 2. teléfono móvil 3. huevos de rana 4. setas de cardo 5. lince 6. volcán

7. coche 8. estrella de mar 9. judías blanca 10. almeja 11. árbol 12. mineral de cuarzo

2.º Primaria	4.º Primaria	6.º Primaria
<p>3, 4, 5, 8, 10 y 11: están vivos porque tienen sentimientos.</p> <p>1, 2, 6, 7, 9 y 12: no están vivos porque no tienen sentimientos.</p>	<p>3, 4, 5, 8, 10 y 11: están vivos porque se mueven y comen.</p> <p>1, 2, 6, 7, 9 y 12: no están vivos porque lo crea el hombre.</p>	<p>3, 4, 5, 8, 10 y 11: Están vivos porque son animales, siempre nacen, crecen, mueren y vuelven a nacer</p> <p>1, 2, 6, 7, 9 y 12: no están vivos porque no crecen, no se mueven y no vuelven a nacer.</p>

5. Aplicación del criterio animal/planta/otras formas de vida para clasificar la materia viva

Si nos centramos en el concepto **animal**, se puede observar claramente cómo evolucionan las categorías utilizadas por los distintos ciclos. Sólo 1 alumno de 2.º alude a las funciones vitales, 6 de 4.º y 9 de 6.º. Algo similar ocurre con los órganos asociados a los animales, que pasan de ser señalados en tres ocasiones en 2.º, 6 para 4.º y 7 para 6.º; aunque la característica que experimenta un mayor crecimiento es la de movilidad, 2 en 2.º, 9 en 4.º y 12 en 6.º, siendo el criterio más utilizado por estos últimos.

Animal	3.º	4.º	6.º
Son animales, características animales (sin especificar) o sin características vegetales	17 %	10 %	6 %
Con órganos propios de los animales (ojos, extremidades, pelo, plumas, boca, cerebro, corazón, sangre, sentidos...)	13 %	20 %	21 %
Con funciones vitales (se alimenta, siente, se reproduce, respira, se relaciona, emite sonidos, nace, crece, muere, oye, ve, instintos reacciona...)	4 %	20 %	26 %
Se mueve	9 %	30 %	35 %
Otros: no poseen cualidades humanas (no hablan), atribución de cualidades humanas (pensar)	9 %	-	3 %
Otros: hábitat	-	3 %	-
Otros: tienen vida	35 %	17 %	9 %
Sin criterio	13 %	-	-

Para el concepto **vegetal** hay una diferencia importante entre el primer y el segundo ciclo atendiendo a los órganos propios de los vegetales, pasa de ser mencionado en cinco ocasiones en primer ciclo a doce en el segundo. Sin embargo, se observa un fuerte descenso en el último curso para quedarse en cuatro; estos alumnos utilizarán de forma mayoritaria el criterio no movilidad para discriminar entre plantas y animales. Destaca que permanecen casi constantes las referencias al hábitat (tierra) de las plantas, con un ligero descenso de 2.º a 6.º. En los tres grupos hay alumnos que aluden a la falta de funciones vitales (1,1 y 2 respectivamente) en las plantas e incluso un alumno de primer ciclo dice que no tienen vida.

Planta	2.º	4.º	6.º
Es planta, flora, musgo	11 %	3 %	3 %
Con órganos vegetales (hojas, pétalos, raíz, flores) y sin órganos animales	18 %	37 %	12 %
Con funciones vitales (nacen, germinan, crecen, respiran, comen, se reproducen)	7 %	25 %	21 %
Sin funciones vitales (no emite sonidos, no ve)	4 %	3 %	6 %
Sin movilidad	4 %	12 %	10 %
Otras: sin vida	4 %	-	-
Otras: con vida	4 %	3 %	9 %
Otros: hábitat (en la tierra)	22 %	16 %	12 %
Otros	4 %	-	6 %
Sin criterios	22 %	-	-

Lo más destacable del concepto de **otras formas de vida** es que los alumnos consideran que no poseen funciones vitales, que no disponen de órganos con características animales o vegetales o que no disponen de movilidad; suelen definir los criterios haciendo referencia a lo que no poseen.

Otras formas de vida	2.º	4.º	6.º
Ni es animal, ni es planta, son bacterias, microbios, moho, hongos	11 %	3 %	3 %
Sin órganos animales o vegetales (sin huesos, sin carne, sin raíces, sin extremidades, sin tallo)	18 %	37 %	12 %
Sin funciones vitales (no comen, no respiran, no crecen)	7 %	25 %	21 %
Con funciones vitales (nacen, germinan, crecen, respiran, comen, se reproducen)	4 %	3 %	6 %
Con movilidad	4 %	12 %	10 %
Sin movilidad	4 %	-	-
Otras: sin vida, fabricados por el hombre	4 %	3 %	9 %
Otras: relación con el hombre (malas)	22 %	16 %	12 %
Otros: hábitat	4 %	-	6 %
Sin criterios	22 %	-	-
Sin criterios	4 %	-	-
Criterios incoherentes	8 %	-	-

Del resultado de esta tarea se confirma que los modelos que se alejan más de los estereotipos que tenemos de animal o de planta son los que presentan mayores dificultades, como ha sido el caso de la *anémona*. Aquí hemos incluido a una persona (*mujer*), como ya hicimos en la segunda tarea, aunque aquí les damos el criterio animal, los alumnos vuelven a manifestar dificultades a la hora de considerar al ser humano como animal.

Con respecto a la categorización de las respuestas, vemos que utilizan preferentemente características observables externamente (partes) y comportamiento. Se nos confirma la asociación animal-vivo, de una forma muy destacable en los más pequeños; y una evolución muy clara en toda la etapa para clasificar planta atendiendo a la no movilidad, incrementándose notablemente en el tercer ciclo.

Estas son algunas de las respuestas de los alumnos a la tarea:

Haz tres grupos, uno con los animales otro con las plantas y otro con lo que no son ni animal ni planta



1. pez 2. orquidea 3. iguana 4. avestruz 5. anémona 6. musgo

7. mujer 8. líquen 9. lombriz de tierra 10. medusa 11. bacterias 12. moho

	2.º Primaria	4.º Primaria	6.º Primaria
Animal	1, 3, 4, 9 y 10: tienen ojos, se mueven	1, 3, 4, 9, 10 y 11: viven, respiran, se mueven, crecen	1, 3, 4, 7, 9 y 10: tienen vida, se reproducen, respiran y nunca paran de hacerlo
Planta	2, 5, 6 y 8: tienen raíz y hojas	2, 5, 6 y 8: no se mueven, viven, respiran y crecen	2, 5 y 6: van creciendo y se reproducen
Otras formas de vida	7, 11 y 12: no se plantan y no se mueven	7 y 12: no viven, ni respiran ni se mueven, ni crecen	11 y 12: son bacterias peligrosas que nos pueden contagiar gérmenes desconocidos

6. Aplicación del criterio sustancia/mezcla para clasificar la materia inerte

La idea de mezcla como la materia formada por varios componentes va tomando fuerza a lo largo de la Primaria, manteniéndose su carácter artificial o elaborado. En el caso de las sustancias no se observa una clara tendencia, y tanto en 4.º como en 6.º se maneja un planteamiento similar: la sustancia es algo único, que no se ha mezclado con nada, y de procedencia natural.













La idea de sustancia con la característica de «algo natural», y en mucha menor medida con otras características de uso o estado físico, que quizá debido a la naturaleza de la tarea no se detectan, puesto que en nuestro caso no se trata de caracterizar las sustancias, sino de aplicar ese criterio de clasificación.

En definitiva, la idea de mezcla se reserva a lo artificial, y la de sustancia a lo natural. Y, finalmente, el criterio de la cantidad de componentes es el que se utiliza para diferenciar sustancias de mezclas.

Aplicación del criterio sustancia/mezcla para clasificar la materia inerte			2.º	4.º	6.º
Sustancia	Criterios generales	Procedencia (natural)	-	33 %	25 %
		Funcionalidad (comida, utilidad)	-	-	12 %
		Otros criterios	15 %	-	6 %
	Criterios específicos	Sustancia como unidadse reproducen)	-	28 %	12 %
		Sustancia como lo contrario de mezcla	50 %	11 %	-
	Sin criterios		35 %	-	-
No contesta		-	11 %	-	
Mezcla	Criterios generales	Composición (minerales, vitaminas)	-	22 %	23 %
		Procedencia (artificial)	5 %	-	-
		Otros criterios	10 %	44 %	71 %
	Criterios específicos	Mezcla como varios componentes	50 %	17 %	-
	Sin criterios (no se indica nada o se repite: es una mezcla)				
	Es ininteligible		-	5 %	6 %
	No contesta		35 %	-	-

Estas son algunas de las respuestas de los alumnos a la tarea:

Haz dos grupos, uno con lo que sean sustancias puras y otro con lo que sean mezclas

					
1. yogur	2. sal	3. refresco de Coca Cola	4. diamante	5. agua	6. cobre
					
7. hielo	8. hierro	9. aceite	10. piedra de granito	11. plata	12. arena y carbón

2.º Primaria	4.º Primaria	6.º Primaria
<p>7: es una sustancia porque el hielo es agua helada.</p> <p>1: es una mezcla porque el yogurt tiene muchas mezclas.</p>	<p>2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11: es una sustancia porque no lo ha hecho el hombre.</p> <p>1, 3 y 12: es una mezcla porque está hecho por ele hombre.</p>	<p>2, 4, 5, 6, 10 y 11: es una sustancia porque no está mezclado con nada, es solo suyo de lo que está hecho.</p> <p>1, 3, 7, 8, 9 y 12: es una mezcla porque están juntos y no es lo mismo, está mezclado.</p>

En resumen: sobre los criterios que utilizan espontáneamente los alumnos para clasificar la materia y sobre cómo utilizan los criterios básicos de clasificación, podemos decir que:

- Para clasificar la materia los alumnos utilizan mayoritariamente criterios de carácter general, especialmente la funcionalidad relacionada con la comida, junto con criterios subjetivos, solo relevantes en el caso de los alumnos de menor edad. Los criterios específicos (vivo/no vivo y animal/planta) solo se utilizan mayoritariamente en el caso de la materia viva, no así en el caso de la materia inerte (sustancia/mezcla).

- El *criterio vivo/no vivo* se aplica mayoritariamente asociado al atributo movimiento para lo vivo, que se mantiene durante todos los ciclos. Para lo no vivo, los atributos se asocian a la ausencia de movimiento autónomo, que aumenta en el tercer ciclo o a su carácter artificial, que aumenta de primer a segundo ciclo, y disminuye ligeramente en el tercero.

- El *criterio animal/planta* se asocia mayoritariamente al movimiento (o a su

ausencia), aumentando a lo largo de los tres ciclos. Junto con esta idea general aparece la asociación con lo vivo, esta vez disminuyendo desde primer a tercer ciclo, en el caso de los animales, y aumentando en el caso de la plantas. Este criterio también se aplica con ideas estructurales (posesión o no de órganos específicos) que aumentan progresivamente a lo largo de los ciclos en el caso de los animales, y en el caso de las plantas aumenta considerablemente al pasar al segundo ciclo, para volver al mismo porcentaje que en el primero. En la misma proporción se aplica con ideas asociadas a las funciones vitales, que aumenta de primer a tercer ciclo en el caso de los animales, mientras que para las plantas el aumento es de primer a segundo ciclo, manteniéndose en el tercero. Junto con estas dos ideas específicas, en el caso de la aplicación de criterio planta aparece ligado a la localización (sustrato tierra), que se mantiene a largo de los ciclos.

- La aplicación del criterio *otras formas de vida* tiene gran dificultad a la hora de justificar su clasificación, mayoritariamente se aplica atendiendo a lo que no tiene (órganos, movimiento, etc.) o no hace (funciones vitales) aumentando a lo largo de los ciclos.

- El *criterio sustancia* se aplica como algo que es único, que no se ha mezclado con nada o de procedencia natural. Este criterio se aplica básicamente por igual en segundo y tercer ciclo. El *criterio mezcla* se aplica como la materia formada por varios componentes o que tiene carácter artificial o elaborado. Para este criterio la idea de varios componentes aumenta hasta tercer ciclo, mientras que se mantiene la característica de artificial.

- En general, la diversidad de criterios de clasificación de la materia disminuye al pasar de primer a segundo ciclo, pero vuelve a aumentar en tercer ciclo, mientras que los criterios de mayor complejidad aumentan al pasar de primer a segundo ciclo, y se mantienen, o incluso disminuyen, al pasar a tercer ciclo.

NIVELES DE CONOCIMIENTO

Teniendo en cuenta los resultados del estudio, proponemos hasta cinco niveles de conocimiento en la clasificación de la materia, que de menor a mayor complejidad se resumen como sigue:

- **0.** La materia se clasifica con criterios basados en la relación subjetiva de los objetos y seres vivos con el contexto y/o el sujeto. Los alumnos no son capaces de clasificar todo aquello que es más próximo a su entorno. Por ejemplo, se

relaciona la bicicleta con la sangre por una relación causa-efecto: te caes de la bici y te haces sangre. Es un nivel próximo a la Educación Infantil.

- **1.** La materia se clasifica con criterios generales, tales como la funcionalidad, localización, la frecuencia de aparición y la procedencia. Los alumnos son capaces de clasificar todo aquello que es más próximo a su entorno. Por ejemplo, el criterio de funcionalidad relacionado con la comida.
- **2.** La materia se clasifica con criterios basados en las características observables de los objetos y seres vivos. Los alumnos son capaces de clasificar no solo aquello que es más próximo a su entorno. Por ejemplo, el criterio del estado físico en la materia inerte o la apariencia externa de los seres vivos.
- **3.** La materia se clasifica con criterios básicos basados en el concepto vivo (animal-planta)/no vivo (sustancia-mezcla). En este nivel, aún restringen la clasificación de la materia viva sólo a dos reinos, lo cual da origen a muchos errores. Aplican criterios fisiológicos y estructurales (requerimientos nutricionales, reproducción, presencia o no de órganos específicos, estructura celular, etc.) a los seres vivos y el criterio de la composición, asociado al concepto de sustancia y no a un material concreto. Los alumnos son capaces de clasificar objetos y seres vivos de los que tengan información a través de diversos medios, con las limitaciones de otras formas de vida y de las mezclas homogéneas no evidentes en las que no se aprecian sus componentes a simple vista.
- **4.** La materia se clasifica con criterios escolares científicamente aceptables, para categorizar contrastan la presencia de varios criterios y no se centran en uno solo. Los criterios manejados tienden a ser globalizadores y excluyentes, de forma que su presencia o no tenga relevancia. En este nivel para clasificar a un animal deberán verificar al menos varios de los siguientes criterios: tipo de nutrición (heterótrofa, se alimentan de otros seres vivos o de restos), movimiento autónomo, sistema nervioso y órganos sensoriales, organismo pluricelular. En el caso de las plantas: organismos pluricelulares, nutrición autótrofa (fotosíntesis, no se alimenta de otros seres vivos, obtienen la energía del sol), sin movimiento autónomo, sin sistema nervioso. Saben que la clasificación de la materia viva contempla cinco reinos, de los cuales conocen criterios científicos para describir el reino animal, el reino planta y el reino fungi. Para clasificar la materia inerte, además de la composición, han de tener en cuenta si la sustancia puede descomponerse en otras (compuesto) o no (elemento). Los alumnos son capaces de clasificar objetos y seres vivos de los que tengan

información a través de diversos medios. Se trata de un nivel próximo a la Educación Secundaria, es decir, el «techo conceptual» de la Primaria.

Los alumnos de la muestra se concentran mayoritariamente en el nivel 1 y en el nivel 2. El nivel 0 está ocupado por los alumnos de 2.º de Primaria, mientras que solo un alumno de 6.º ocupa el nivel 3. Ningún alumno ocupa el nivel 4.

PARA SABER ALGO MÁS...

- **Prieto, T., Blanco, A. y González, F.** (2000). La materia y los materiales. Madrid: Síntesis.

En el Capítulo 2 («Las concepciones de los alumnos sobre la materia y sus propiedades») se relatan algunas tareas de clasificación y los criterios de clasificación más utilizados por los alumnos:

- *Composición*, es decir, de qué material está hecho ese objeto (por ejemplo, de metal).
 - *Función*, es decir, por su utilidad (por ejemplo, para comer).
 - *Localización*, es decir, procedencia o lugar donde se encuentra (por ejemplo, en el colegio).
 - *Apariencia*, es decir, sus propiedades observables (por ejemplo, blando).
 - *Procesamiento*, es decir, si es algo natural o fabricado.
- Evaluación general de diagnóstico 2009. Educación Primaria. Cuarto curso Informe de resultados.

<http://www.educacion.gob.es/ievaluacion/publicaciones/evaluacion-diagnostico.html>

La clasificación de la materia viva ha tenido una especial presencia en el informe de resultados de la evaluación general de diagnóstico 2009 realizada en 4.º de Primaria. Una de las informaciones más valiosas de este informe es el establecimiento de cinco niveles en el dominio de la *competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico* (o competencia científica). Pues bien, el promedio de los porcentajes de alumnos de 4.º de Educación Primaria en los niveles más bajos de competencia científica (nivel menor que 1 y nivel 1) es el 17 %, mientras que el promedio de los porcentajes de alumnos en el nivel más alto de competencia científica (nivel 5) es el 8 %.

Por lo que se refiere a la clasificación de la materia, estos cinco niveles en el dominio de la competencia científica se concretan, según la misma fuente, en:

- En el *nivel 5* los alumnos son capaces de identificar y reconocer las peculiaridades de los grupos más importantes de seres vivos e identificar sus principales funciones.
- En el *nivel 4* los alumnos, además de los conocimientos y destrezas de los niveles anteriores, pueden identificar y clasificar animales y plantas según criterios científicos y representar gráficamente las relaciones tróficas establecidas entre los seres vivos de un ecosistema cercano.
- En el *nivel 3* los alumnos, además de los conocimientos y destrezas de los niveles anteriores, pueden identificar, reconocer y clasificar con criterios elementales los animales y plantas más relevantes de su entorno así como algunas otras especies conocidas por la información obtenida a través de diversos medios. También, son capaces de relacionar algunas propiedades elementales de los materiales con sus usos.
- En el *nivel 2* los alumnos, además de los conocimientos y destrezas del nivel anterior, son capaces de identificar y clasificar animales según su régimen alimentario y su morfología en casos sencillos e identificar algunos recursos del medio físico vitales para los seres vivos.
- En el *nivel 1* los alumnos tienen capacidad para identificar y clasificar animales relevantes de su entorno con criterios elementales.

En relación a la clasificación de la materia viva, las tareas que se proponen al alumnado suelen tener una parte de información, casos concretos y la aplicación de la información a esos casos concretos. Por ejemplo:

- A.** En las imágenes puedes ver 16 animales (abeja, murciélago, mariposa, caracol, perro, rana, pulpo, pez, culebra, ratón, mirlo, tortuga, ballena, cerdo, mejillón y pato) que podemos clasificar de diferentes maneras:
- Unas veces por lo que comen (herbívoros, carnívoros y omnívoros).
 - Otras según tengan esqueleto interno o no (vertebrados o invertebrados).
 - También se pueden agrupar por el sitio en el que viven y cómo se desplazan (acuáticos, terrestres, voladores, etc.).

Fíjate en los animales de arriba. Unos viven, la mayor parte de su tiempo,

en un medio terrestre, otros dentro del agua de ríos o lagos, otros dentro del mar y otros pueden ser terrestres y acuáticos.

Rellena la siguiente tabla según dónde viva cada uno de ellos:

Medio ambiente	Agua de ríos o lagos	Agua marina	Terrestres y acuáticos

- B.** Los animales vertebrados tienen esqueleto interno, formado por huesos. Los invertebrados no tienen esqueleto interno. Señala cuál de los siguientes grupos de animales son todos vertebrados.
- a) Perro, pez, pulpo, rana.
 - b) Culebra, mirlo, ratón, tortuga.
 - c) Ballena, cerdo, mejillón, pato.
 - d) Abeja, caracol, mariposa, murciélago.
- C.** Te han contado que un animal es un vertebrado, nace de un huevo y tiene la piel lisa y húmeda. ¿De cuál de los siguientes animales pueden haberte hablado?
- a) Mirlo
 - b) Rana
 - c) Pulpo
 - d) Ballena
- D.** De las cuatro listas siguientes de animales, hay una en la que todos son aves. ¿Cuál es?
- a) Pato, gallina, mirlo.
 - b) Abeja, mariposa, mirlo.
 - c) Pato, gallina, murciélago.
 - d) Abeja, mariposa, murciélago.
- E.** Coloca en la tabla los siguientes animales según el grupo de vertebrados a los que pertenezcan.

Caballo, ballena, delfín, rana, gaviota, sapo, lagarto, merluza, tiburón, trucha tortuga, águila, pingüino, víbora, murciélago, salamandra.

Anfibios	Reptiles	Aves	Peces	Mamíferos

En la siguiente tabla se indica el nivel de acierto en la realización de estas cinco tareas que como puede apreciarse disminuye a medida que aumenta el nivel de competencia necesario para resolver la tarea.

Tarea	A	B	C	D	E
% aciertos	44.2	27.5	41.5	57.4	2.8
Nivel de competencia (1 a 5)	3	4	3	2	5

Estas tareas tienen un formato interesante para apreciar cómo los alumnos aplican los criterios de clasificación a los casos concretos, aunque no obtenemos información de su manera de entender ese criterio utilizado, y tampoco nos suministran datos sobre los criterios que espontáneamente utilizarían los alumnos para resolver las tareas de clasificación, que es nuestro interés.

- **Galán, P.** (2010) *Los criterios de clasificación de la materia en la Educación Primaria: concepciones de los alumnos y niveles de competencia*. Trabajo fin de Máster. UCM.

Los datos de este TFM, han sido publicados en las siguientes revistas de Didáctica de las Ciencias:

- Los criterios de clasificación de la materia inerte en la Educación Primaria: concepciones de los alumnos y niveles de competencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (2), 213-230, 2012.
- Los criterios de clasificación de la materia: concepciones y niveles de competencia en alumnos y futuros maestros de Primaria. *Revista Complutense de Educación*, 23(2), 347-373, 2012.
- Los criterios de clasificación de la materia viva en la Educación Primaria: concepciones de los alumnos y niveles de competencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (pendiente de publicación).

Reciclaje



El reciclaje se inscribe en la estrategia de tratamiento de residuos de las Tres R:

- *Reducir*, acciones para reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos.
- *Reutilizar*, acciones que permiten el volver a usar un determinado producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente.
- *Reciclar*, el conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida. El reciclaje es un proceso fisicoquímico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales y para eliminar de forma eficaz los desechos. El reciclaje tiene tres consecuencias ecológicas principales:

1. Reducción del volumen de residuos, y por lo tanto de la contaminación que causarían.
2. Preservación de los recursos naturales, pues la materia reciclada se reutiliza.
3. Reducción de costes asociados a la producción de nuevos bienes, ya que muchas veces el empleo de material reciclado supone un coste menor que el material virgen

En el área de Conocimiento del medio del currículo de Primaria, uno de sus objetivos hace referencia a que los alumnos deben ser capaces de: *Analizar algunas manifestaciones de la intervención humana en el medio, valorándola críticamente y adoptando un comportamiento en la vida cotidiana de defensa y recuperación del equilibrio ecológico.*

En ese contexto, el reciclaje se señala como contenido en el Bloque de contenidos sobre Materia y Energía:

- Reducción, reutilización y **reciclaje** de objetos y sustancias (Primer ciclo)

- Producción de residuos, la contaminación y el impacto ambiental (Segundo ciclo)
- Los seres humanos como componentes del medio ambiente y su capacidad de actuar sobre la naturaleza (Tercer ciclo)

En los criterios de evaluación se incluye en Tercer ciclo:

Concretar ejemplos en que el comportamiento de las personas puede tener un efecto positivo o negativo sobre el medio ambiente; hacer descripciones generales y dar ejemplos de los efectos de la contaminación sobre las personas, las plantas, los animales y sus entornos, así como sobre diferentes maneras de prevenir o reducir la contaminación del aire, el agua y la tierra.

Este criterio pretende evaluar si al final de la etapa se han adquirido conocimientos relacionados con las ciencias medioambientales, por lo que han de mostrar un conocimiento práctico de la utilización humana de los recursos naturales de la Tierra y poder identificar algunos recursos físicos utilizados en la vida cotidiana y la necesidad de conservar estos recursos. Han de poder explicar, oralmente y por escrito, cómo los cambios en el medio ambiente, tanto los producidos por procesos naturales como por la actividad humana, pueden afectar a componentes vivos e inertes y cambiar el equilibrio. Así mismo, se valorará si conocen los efectos de algunos tipos comunes de contaminación y cómo las personas los podemos prevenir o reducir. Se apreciará si son conscientes de que la actividad humana puede afectar al medio ambiente positiva o negativamente, dando ejemplos de ello, con especial atención al uso del agua.

También en el currículo de Primaria se indica que *son parte de esta competencia básica (competencia científica) el uso responsable de los recursos naturales, el cuidado del medio ambiente, el consumo racional y responsable, y la protección de la salud individual y colectiva como elementos clave de la calidad de vida de las personas.*

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS Y HÁBITOS SOBRE EL RECICLAJE

Pretendemos averiguar qué significado tiene para los alumnos el reciclaje así como sus conocimientos y hábitos en el reciclaje de diferentes objetos.

Para ello les proponemos las siguientes preguntas abiertas:

- Imagina que un amigo te pregunta qué es reciclar, ¿qué le dirías?
- Dinos las razones para convencer a alguien de que es importante reciclar
- ¿Qué crees que pasaría si no reciclásemos?
- ¿En tu casa se recicla? SÍ/ NO / NO SÉ ¿Por qué?
- Dinos qué harías para reciclar: una botella de cristal, unos periódicos, unas latas vacías y unas pilas
- ¿Has visto estos cubos de reciclaje? ¿Sabes para qué se utilizan?



RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ VEN EL RECICLAJE, ASÍ RECICLAN

A una muestra de 96 alumnos de Primaria (25 de primer ciclo, 35 de segundo ciclo y 36 de tercer ciclo) de un colegio público de Madrid, les propusimos que realizaran la tarea anterior¹. Estos son algunos de los resultados más interesantes:

Ciclo	¿Qué es reciclar?	N	%
1.º	Realizar acciones (por ejemplo: tirar basura al contenedor adecuado)	7	28
	Reutilizar materiales	5	20
	Hacer algo nuevo	2	8
	Cuidar el medio ambiente	1	4
	No contestan	10	40
2.º	Reutilizar materiales	13	37
	Realizar acciones (por ejemplo: separar basura)	13	37
	Es algo importante para el medio ambiente	5	14
	Transformar los residuos	2	6
	No contestan	2	6
3.º	Realizar acciones (por ejemplo: separar y no acumular basura)	18	50
	Tratar los residuos para que se puedan volver a utilizar	13	36
	No contestan	5	14

Ciclo	¿Por qué es importante reciclar?	N	%
1.º	Para separar basura	4	16
	Para el medio ambiente	10	40
	No contestan	11	44
2.º	Para no contaminar	29	83
	No contestan	6	17
3.º	Para el medio ambiente	28	78
	Para no contaminar	4	11
	Para que no se acabe el planeta	2	5.5
	No contestan	2	5.5

¹ El estudio realizado forma parte del Trabajo de Prácticas Docentes realizado por los estudiantes Daniel Blanco, Laura Díez y Pablo Moreno, en el curso 2006-2007.

Ciclo	¿Qué pasaría si no reciclásemos?	N	%
1.º	Más contaminación	9	36
	No aprovechamiento de recursos	6	24
	Los animales y las personas se morirían	2	8
	Arderían los bosques	1	4
	No contestan	7	28
2.º	Más contaminación	18	51
	No aprovechamiento de recursos	9	25
	Habría más basura y menos cosas	4	12
	Se calentaría la Tierra y se destruiría la atmósfera	2	6
	No contestan	2	6
3.º	Más contaminación	18	50
	No aprovechamiento de recursos	8	22
	Se calentaría la Tierra y se destruiría la atmósfera	3	8
	Se destruiría el medio ambiente	3	8
	No contestan	4	11

Ciclo	¿En tu casa se recicla?	N	%
1.º	Sí (sin indicar razones)	22	88
	No (sin indicar razones)	1	4
	No sé	2	8
2.º	Sí (sin indicar razones)	26	74
	No (sin indicar razones)	4	12
	No sé	5	14
3.º	Sí (sin indicar razones)	20	55
	No (porque no hay cubos, 3 alumnos)	9	25
	No sé	7	20

¿Qué harías para reciclar...?		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
		%	%	%
Botella de cristal	Tirlo en el contenedor verde	44	91	75
	Tirlo en otros (amarillo, azul,...)	24	3	3
	Reutilizar	0	0	20
	No contesta	32	6	2

Periódicos	Tirarlo en el contenedor azul	40	83	70
	Tirarlo en otros (amarillo, verde,...)	20	0	0
	Reutilizar	8	11	17
	No contesta	32	6	13
Latas vacías	Tirarlo en el contenedor amarillo	32	74	58
	Tirarlo en otros (azul, verde,...)	8	20	14
	Reutilizar	4	0	17
	No contesta	56	6	11
Pilas	Tirarlo en el contenedor de pilas	28	26	44
	Tirarlo en otros (azul, verde,...)	32	66	31
	Reutilizar	4	0	6
	No contesta	36	5	19

¿Los has visto, sabes para qué se utilizan?		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
		%	%	%
Contenedor VERDE	Lo han visto	60	89	92
	No lo han visto	40	11	8
	Saben para qué se utiliza	28	74	69
	No saben para qué se utiliza	72	26	31
Contenedor AZUL	Lo han visto	68	91	81
	No lo han visto	32	9	19
	Saben para qué se utiliza	24	80	72
	No saben para qué se utiliza	76	20	28
Contenedor AMARILLO	Lo han visto	56	89	81
	No lo han visto	44	11	19
	Saben para qué se utiliza	20	69	56
	No saben para qué se utiliza	80	31	44
PUNTO LIMPIO	Lo han visto	20	17	33
	No lo han visto	80	83	67
	Saben para qué se utiliza	4	0	3
	No saben para qué se utiliza	96	100	97

En resumen, reciclar está asociado, en primer lugar, a realizar acciones con la basura —esta idea va aumentando a lo largo de los ciclos—, y también a la reutilización de los materiales; es importante para no contaminar el ambiente, ya que si no reciclamos la contaminación aumentaría. Es de destacar que desde el primer ciclo

aparecen ideas de muerte y devastación relacionadas con no reciclar. Por tanto, la mayoría admite que en su casa se recicla (más en primer ciclo que en tercero) pero no dan razones de ello, lo cual no es un buen indicador de que realmente tengan hábitos de reciclaje.

A medida que son más mayores (sobre todo al pasar del primer a segundo ciclo y no así de segundo a tercer ciclo) declaran conocer más los contenedores y saber para qué se utilizan, excepto el punto limpio, desconocido para la inmensa mayoría.

Veamos las tareas realizadas por algunos alumnos:

Segundo de Primaria

1. Imagina que un amigo te pregunta qué es reciclar, ¿qué le dirá?

Reciclar es... meter cada tipo de basura en contenedores para luego hacer otras cosas

2. ¿En tu casa se recicla?

Si, en mi casa se recicla...

NO se recicla porque...

NO SE

3. Dinos las razones para convencer a alguien de que es importante reciclar:

1. Porque se obtienen libros sin talar árboles

2.

4. ¿Qué crees que pasaría si no reciclásemos?

Si no se recicla pasaría que... gustaríamos mas cosas

5. Dinos que harías para reciclar todo esto:

- Para reciclar una botella de cristal: meterla en el contenedor verde
- Para reciclar unos periódicos: en el contenedor azul
- Para reciclar unas latas vacías:
- Para reciclar unas pilas: en los contenedores que hay en las paradas de autobús

Cuarto de Primaria

1. Imagina que un amigo te pregunta qué es reciclar, ¿qué le dirás?
Reciclar es... *tirar cosas en un sitio*

2. ¿En tu casa se recicla?

Si, en mi casa se recicla...

NO se recicla porque... *No se*

NO SE

3. Dinos las razones para convencer a alguien de que es importante reciclar:

1. *para que no se talen tantos arboles*
2. *para que no alla contaminación*

4. ¿Qué crees que pasaría si no reciclásemos?
Si no se recicla pasaría que... *que el mundo estuviera sin materia -
leza*

5. Dinos que harías para reciclar todo esto:

- Para reciclar una botella de cristal: *echarlo en el contenedor de vidrio*
- Para reciclar unos periódicos: *tirarlo al contenedor de papel*
- Para reciclar unas latas vacías: *al contenedor amarillo*
- Para reciclar unas pilas: *al de pilas convencionales*

Sexto de Primaria

1. Imagina que un amigo te pregunta qué es reciclar, ¿qué le dirás?

Reciclar es... volver a hacer papel en vez de cortar mas arboles

2. ¿En tu casa se recicla?

Si, en mi casa se recicla...

NO se recicla porque...

NO SE

3. Dinos las razones para convencer a alguien de que es importante reciclar:

1. para no gastar tanto

2. para que la vida sea mejor

4. ¿Qué crees que pasaría si no reciclásemos?

Si no se recicla pasaría que... que se cortarían mas arboles

5. Dinos que harías para reciclar todo esto:

- Para reciclar una botella de cristal: en el contenedor verde
- Para reciclar unos periódicos: en el contenedor azul
- Para reciclar unas latas vacías: en el #1 contenedor amarillo
- Para reciclar unas pilas: en el contenedor de las pilas.

NIVELES DE CONOCIMIENTO

La idea de reciclaje que tienen los alumnos de la muestra podemos encuadrarlos en tres tipos, de mayor a menos complejidad:

- El reciclaje se entiende como la separación de residuos («basura») en los contenedores adecuados.
- El reciclaje se entiende como la reutilización de materiales.
- El reciclaje parece entenderse como un proceso de transformación que incluye los dos anteriores.

PARA SABER ALGO MÁS...

No hemos encontrado estudios sobre las ideas y hábitos de los alumnos de Primaria acerca del reciclaje. Lo que sí existen son muchos textos con información y actividades de reciclaje que pueden hacerse con los más pequeños. Uno de estos textos ya clásicos es el de **Newman, S.** (1996). *50 cosas que los niños pueden hacer para reciclar*. Buenos Aires: Emecé.

Por supuesto que existen gran cantidad de páginas web sobre esta misma temática, una de las más completas es: <http://www.recycling-guide.org.uk/>

Alimentación y hábitos alimenticios

5. ¿Qué te gusta comer?

Desayuno	Comida	Cena
leche con colacao y torrijas	pizzas con doble de queso cashe y bonito anchas	Aritas de pollo

Contribuir desde la escuela a que los alumnos tengan una dieta saludable es un claro objetivo del currículo de Primaria. La identificación y descripción de los alimentos y de lo que significa una dieta equilibrada contribuye a fundamentar los hábitos alimenticios y a relacionarlos con la salud.

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE LA ALIMENTACIÓN Y HÁBITOS ALIMENTICIOS

Para explorar sus hábitos alimenticios y sus ideas sobre la alimentación, nos planteamos las siguientes cuestiones:

1. ¿Con qué criterios clasifican los alimentos?
2. ¿Hay diferencias entre lo que comen, lo que les gusta comer y lo que creen que es saludable?
3. ¿Qué hábitos alimenticios consideran saludables y cuáles no?
4. ¿Qué características le otorgan a una dieta equilibrada?

Para ello les propusimos las siguientes tareas:

<p>Hacer grupos con una serie de alimentos: plátano, verduras, filete de carne, pescado, cerezas, huevos, pizza, patatas fritas, pan, leche y espaguetis</p> <p><i>¿Qué comiste ayer?</i></p>				
DESAYUNO	RECREO	COMIDA	MERIENDA	CENA

¿Qué comiste ayer?				
DESAYUNO	RECREO	COMIDA	MERIENDA	CENA
¿Qué comiste ayer?				
DESAYUNO	RECREO	COMIDA	MERIENDA	CENA

¿Qué es para ti una dieta equilibrada?

Señala con cuál de estas afirmaciones estás de acuerdo y por qué:

- Hay que lavarse las manos antes de comer
- Es bueno comer solo un tipo de alimento
- La leche no se puede sustituir por otro tipo de alimentos
- Se puede beber solo coca-cola y nada de agua
- Comer fruta alguna vez a la semana es suficiente
- Beber leche fortalece los huesos
- Solo hay que comer los alimentos que nos gusten



RESPUESTAS: ASÍ SON SUS HÁBITOS Y SUS IDEAS SOBRE LA ALIMENTACIÓN

La alimentación y los hábitos alimenticios han sido una de las temáticas que más hemos explorado en los colegios públicos de Madrid. Por ello, los tipos de respuestas corresponden a diferentes muestras que iremos indicando.

Criterios de clasificación de los alimentos (22 alumnos de 5.º de Primaria)	Porcentaje
Por su composición (grasas, hidratos de carbono, proteínas...)	32
Por el tipo de alimento (fruta, verdura, pescado...)	17
Por ser saludables	17
Porque suelen comerse o me gustan	14
No contestan	20

Estas son algunas de las respuestas de los alumnos a la tarea:





3.- Haz grupos con los siguientes alimentos y explica por qué los has agrupado de esa forma.

1.- Plátano 	2.- Cerezas 	3.- Pizza 	4.- Pescado 	5.- Leche 
6.- Verduras 	7.- huevos 	8.- Patatas fritas 	9.- Pan 	10.- Espaguetis 
11.- Filete 				

Los números 1, 2 y 6 pertenecen al mismo grupo porque son frutas y verduras.
(Utiliza este mismo esquema para hacer los grupos que quieras)

Los números 4, 7 y 11 pertenecen al mismo grupo porque son proteínas.
Los números 9 y 10 pertenecen al mismo grupo porque son hidratos de carbono.
Los números 3 y 8 pertenecen al mismo grupo porque aportan grasas.
Los números 5 pertenecen al mismo grupo porque es lacteo.

3.- Haz grupos con los siguientes alimentos y explica por qué los has agrupado de esa forma.

1.- Plátano 	2.- Cerezas 	3.- Pizza 	4.- Pescado 	5.- Leche 
6.- Verduras 	7.- huevos 	8.- Patatas fritas 	9.- Pan 	10.- Espaguetis 
11.- Filete 				

Los números 1-2 pertenecen al mismo grupo porque son frutas.
(Utiliza este mismo esquema para hacer los grupos que quieras)

Los números 3-8 pertenecen al mismo grupo porque se venden en los Burgers
Los números 5-9 pertenecen al mismo grupo porque se suelen tomar para desayunar

Los números 6-4 son proteínas al mismo grupo porque es lo que menos les gusta a la mayoría de los niños.

Los números 11-7-10 son del mismo grupo porque es lo que más les gusta a los niños.

¿Qué comiste ayer? (27 alumnos de 4.º de Primaria)				
DESAYUNO	RECREO	COMIDA	MERIENDA	CENA
lácteos 32 %	nada 43 %	carne 45 %	bocadillos 40 %	lácteos 21 %
chocolate 23 %	bocadillo 20 %	verduras 28 %	lácteos 17 %	carne-pescado 21 %
pan 21 %	fruta 14 %	fruta 15 %	fruta 12 %	verdura 14 %
galletas 11 %	bollería 13 %	pasta, arroz 11 %	zumos(5) 9 %	fruta 12 %
bollos 5 %	lácteos 10 %	legumbres 1 %	dulces 7 %	patatas 7 %
zumos 4 %			galletas 3 %	pasta 5 %
aceite 3 %			cereales 3 %	zumos 4 %
fruta 1 %			bollos 2 %	fritos 3 %
			Chocolates 2 %	Arroz 3 %
			Pescado 2 %	No cena 3 %
			Patatas 2 %	Pan 2 %
			Carne 2 %	Embutido 2 %
				Chocolate 2 %
				Legumbre 2 %

¿Qué te gusta comer? (27 alumnos de 4º de Primaria)				
DESAYUNO	RECREO	COMIDA	MERIENDA	CENA
cereales-pan 30 %	fruta 30 %	carne 26 %	bocadillos 35 %	lácteos 22 %
chocolates 21 %	bocadillo 22 %	pasta 22 %	lácteos 17 %	pan 19 %
lácteos 19 %	dulces 18 %	patatas 15 %	bollos 10 %	pasta 14 %
galletas 12 %	nada 18 %	lácteos 12 %	chocolates 10 %	fritos 9 %
bollos 7 %	bollería 13 %	verduras 6 %	zumos 9 %	carne-pescado 8 %
zumos 7 %		fruta 6 %	fruta 7 %	patatas 5 %
embutido 3 %		pan 4 %	dulces 5 %	bocadillos 4 %
		dulces 4 %	pescado 1 %	verduras 3 %
		bocadillos 3 %	galletas 1 %	frutas 3 %
		embutidos 2 %	pan 1 %	refrescos 3 %
		legumbres 1 %	verdura 1 %	chocolate 3 %
				arroz 3 %
				zumos 2 %

¿Qué deberías comer para que tu dieta fuese saludable? (27 alumnos de 4º de Primaria)				
DESAYUNO	RECREO	COMIDA	MERIENDA	CENA
lácteos 30 %	fruta 35 %	verduras 34 %	bocadillo 51 %	carne, pescado 32 %
cereales-pan 26 %	leche 22 %	carne, pescado 32 %	fruta 38 %	verdura 29 %
fruta 19%	bollería 22 %	fruta 16 %	lácteos 4 %	fruta 18 %
zumo 14 %	nada 12 %	agua 3 %	dulces, aceites, grasas 4 %	pasta 8 %
dulces 10 %	bocadillo 9 %	patatas 3 %	no sé 2 %	lácteos 5 %
		lácteos 3 %		pan-cereales 5 %
		pasta 3 %		patatas 2 %
		cereales, pan 3 %		no cenar 2 %
		legumbres 2 %		

¿Qué es para ti una dieta equilibrada? (24 alumnos de 6.º de Primaria)	Porcentaje
Dieta saludable para estar sano	50 %
Dieta saludable hablando asociada a algún alimento en particular (verduras, frutas, pescado... pocas grasas)	25 %
Lo que se come para no engordar	21 %
No contestan	4 %

Estos son ejemplos de lo que les gustaría comer, lo que comieron el día anterior y lo que deberían comer, así como lo que significa para ellos una dieta equilibrada.

CUESTIONARIO SOBRE HÁBITOS ALIMENTICIOS

1. ¿Qué te gustaría comer?

Desayuno	Comida	Merienda	Cena
Cereales de chocolate Leche zumo de naranja	Bocadillo de Una fruta Ensalada Bocadillo de jillete (empañada) pan	Unas gresas	Arroz Sepia con Mayonesa. Yogurt Pan

2. ¿Qué comiste ayer?

Desayuno	Comida	Merienda	Cena
(Bocadillo) (Leche) (Leche) 2 yogures Zumo de Naranja Tostada	Guisantes con jamon Pollo con arroz Manzana Pan	Bocadillo de chorizo	Gambas Filete empanado Pera Zumo de Naranja Pan

3. ¿Qué deberías comer para que tu dieta fuese saludable?

Desayuno	Comida	Merienda	Cena
Leche o yogurt Tostada Zumo	Verduras Pollo o Pescado Fruta Pan	Bocadillo Fruta	Pasta Pollo o Pescado Fruta Pan

4. Define con tus palabras que es para ti una dieta equilibrada.

Una dieta equilibrada es algo que sea saludable pero que contenga cierta grasa pero no mucha, calcio, proteínas y es decir, algo que sea saludable para tu salud y que te ayude a mantenerte en forma.

CUESTIONARIO SOBRE HÁBITOS ALIMENTICIOS

1. ¿Qué te gustaría comer?

Desayuno	Comida	Merienda	Cena
leche con coticeas (galletas) pan con aceite letracachos.	Macarrones. letracachillo de helado y queso. una barra de chocolate.	Zumo Junciona galletas osas letracachillo de queso.	Sopa huevos frito

2. ¿Qué comiste ayer?

Desayuno	Comida	Merienda	Cena
leche con pan y aceite.	Pasta	Zumo Junciona letracachillo de queso.	pausa do con jamón y tomate

3. ¿Qué deberías comer para que tu dieta fuese saludable?

Desayuno	Comida	Merienda	Cena
Juata y leche	queso verduras y juata	Juata letracachillo.	Pausa do.

4. Define con tus palabras que es para ti una dieta equilibrada.

Es comer sano y hay que comer todo.

CUESTIONARIO SOBRE HÁBITOS ALIMENTICIOS

1. ¿Qué te gustaría comer?

Desayuno	Comida	Merienda	Cena
leche con queso y helado	carne asada con patatas	pasadillo	pasadillo

2. ¿Qué comiste ayer?

Desayuno	Comida	Merienda	Cena
leche con galletas y pasadillo	carne asada con jamón	flan con nata	galletas

3. ¿Qué deberías comer para que tu dieta fuese saludable?

Desayuno	Comida	Merienda	Cena
café	ensalada	pasadillo	pasadillo

4. Define con tus palabras que es para ti una dieta equilibrada.

La dieta equilibrada es la mala

¿Con cuál de estas afirmaciones estás de acuerdo? (24 alumnos de 6.º de Primaria)	Las razones mayoritarias se relacionan con:
Hay que lavarse las manos antes de comer	Higiene (16) Enfermedades (7)
Es bueno comer solo un tipo de alimento	Hay que comer de todo (12) Falta de nutrientes (8)
La leche no se puede sustituir por otro tipo de alimentos	Hay más productos lácteos (14)
Se puede beber solo coca-cola y nada de agua	La coca-cola no es saludable (12) El agua es más saludable (9)
Comer fruta alguna vez a la semana es suficiente	No, hay que comer más fruta (14) porque es saludable (5)
Beber leche fortalece los huesos	La leche tiene calcio y vitaminas (14)
Solo hay que comer los alimentos que nos gusten	Hay que comer de todo (16) No es saludable (5)

En resumen: Sobre los interrogantes que nos planteábamos podemos decir que:

¿Con qué criterios clasifican los alimentos?

Los alumnos clasifican los alimentos atendiendo a una diversidad de criterios. Desde criterios más objetivos como la composición (hidratos de carbono, proteínas, grasas) o el tipo de alimento (fruta, verdura, etc.) hasta criterios más subjetivos como el gusto por los mismos.

¿Hay diferencias entre lo que comen, lo que les gusta comer y lo que creen que es saludable?

En el DESAYUNO (leche con cacao y cereales) la diferencia está en que el cacao desaparece en beneficio de la fruta, cuando se trata de su dieta saludable.

Algunos de los alumnos de la muestra no toman nada a media mañana y los que lo hacen suelen tomar bocadillo o fruta (les gusta más). La diferencia está en que la leche toma el relevo al bocadillo de media mañana en su dieta saludable.

En la COMIDA, siempre se nota que una gran parte de los alumnos come en el colegio, así que las diferencias suelen aparecer con sus gustos: la pasta en lugar de la verdura, verdura que, junto con el pescado, vuelve a aparecer en su dieta equilibrada.

En la MERIENDA, los bocadillos siguen siendo característicos en todos los

casos y las diferencias aparecen en su dieta saludable al introducir la fruta en mayor porcentaje.

En la CENA, las diferencias se dan en los porcentajes de carne-pescado, verdura y fruta. Estos alimentos los consideran saludables y de hecho forman parte de su cena, pero... les incluyen en porcentajes muy inferiores a la hora de señalar sus gustos.

¿Qué hábitos alimenticios consideran saludables y cuáles no?

La mayoría de los alumnos identifica los hábitos alimenticios saludables, ofreciendo razones coherentes con las características de los alimentos y con una dieta saludable. Por ejemplo: «Hay que comer de todo», «La leche fortalece los huesos porque tiene mucho calcio».

¿Qué características le otorgan a una dieta equilibrada?

La principal característica que otorgan los alumnos a una dieta equilibrada es su carácter saludable, y también la relacionan con determinados alimentos (fruta, verdura, pescado), así como con «no engordar».

NIVELES DE CONOCIMIENTO

Los hábitos alimenticios que tienen los alumnos de las diferentes muestras podemos encuadrarlos en tres tipos según su distancia al objetivo de la dieta saludable (y fundamentada):

- Los que tienen una *dieta equilibrada* y lo conciben como algo necesario y saludable, identificando sus principales características, y con coherencia entre lo que consideran saludable, lo que les gusta y lo que suelen comer. Conocen los diferentes tipos de alimentos según su composición (37 % en 4.º).
- Los que tienen una *dieta con carencias* (pescado, legumbres) y algunos excesos, sobre todo en carne, dulces y bollería. Presentan ciertas incoherencias entre lo que consideran saludable, lo que les gusta y lo que suelen comer. No obstante, identifican el carácter saludable de una dieta equilibrada (46 % en 4.º).
- Los que tienen una *dieta desequilibrada* no lo asocian con la salud personal y tienen un escaso conocimiento de los alimentos. Tienen un escaso conocimiento más «objetivo» de los alimentos (17 % en 4.º).

PARA SABER ALGO MÁS...

- **Pozuelos, F. J. y Travé, G.** (1993). Algunas ideas, hábitos y conductas de los alumnos y alumnas de Educación Primaria sobre alimentos y alimentación. *Investigación en la Escuela*, 21, 107-121.

En este artículo podemos encontrar un guion de las entrevistas realizadas a 32 alumnos de 2.º de Primaria, 34 de 4.º y 34 de 6.º, con algunas tareas similares a las que aquí hemos presentado (hábitos alimenticios, preferencias alimentarias), pero además se refieren a otras como: la comida como acto social, a la composición de las golosinas, a la influencia de la publicidad y a los hábitos higiénicos.

- **Núñez, F. y Banet, E.** (2000). Aprender sobre la alimentación para desarrollar hábitos y actitudes saludables en el alumnado de primaria. *Aula de Innovación Educativa*, 92, 9-14.

Este artículo lo recomendamos porque se trata de un estudio curricular (objetivos, contenidos y actividades) del tema de la alimentación para la Educación Primaria, que tiene muy presente las ideas y hábitos de los alumnos.

Salud y enfermedad



La salud es el objeto de estudio de todo un bloque de contenidos del currículo de Primaria. Se trata de que los alumnos adquieran una idea de salud más allá de la ausencia de enfermedad, que, tal y como señala la OMS, incluya el bienestar físico, mental y social. Además, deben ser capaces de discernir actividades que perjudican y que favorecen la salud, con el objetivo de contribuir desde la escuela a desarrollar en los alumnos estilos de vida saludables.

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE LA SALUD Y LA ENFERMEDAD

Sobre esta temática nos interesó explorar tres asuntos:

¿A qué asocian los alumnos la salud y la enfermedad?

¿Qué tipo de enfermedades declaran conocer?

¿Qué costumbres consideran saludables y cuáles no?

Para ello les propusimos las siguientes cuestiones:

- ¿Tú crees que estás sano?
 Sí, porque...
 No, porque...
- ¿Por qué crees que te pones enfermo?
- ¿Qué te pasa cuando estás enfermo?
- Dinos cinco enfermedades que conozcas y por qué las conoces
- Dinos tres costumbres que creas que son buenas para tu salud y tres costumbres que creas que no son buenas para tu salud

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ VEN LA SALUD Y LA ENFERMEDAD

A una muestra de 26 alumnos de 5.º de un colegio público de Madrid, les propusimos que realizaran la tarea anterior. Estos son algunos de los resultados más interesantes:

En primer lugar hemos de decir que todos los alumnos menos uno creía estar sano, y éste pensaba que no estaba sano porque: «No como fruta».

¿Tú crees que estás sano?	Porcentaje
Sí, porque tengo una alimentación adecuada y hago ejercicio	73 %
Sí, porque no estoy enfermo	27 %

¿Por qué crees que te pones enfermo?	Porcentaje
La causa de la enfermedad son los malos hábitos	46 %
La causa de la enfermedad es un agente externo (virus, mal tiempo...)	22 %
La causa de la enfermedad son los síntomas (tener fiebre, tos, dolor de tripa...)	17 %
No contestan	25 %

¿Qué te pasa cuando estás enfermo?	Porcentaje
Tengo dolor (general, de cabeza, de tripa, de piernas, etc.)	20 %
Tengo vómitos	14 %
Tengo fiebre	10 %
Tengo malestar	6 %
Otros síntomas (mareos, tos, etc.)	16 %
Lo que ocurre son consecuencias de la enfermedad (no puedo ir al cole, me dan medicinas, etc.)	28 %
No contesta	5 %

Enfermedades más conocidas	Porcentaje
Relacionadas con el sistema inmunológico (varicela, gripe, etc.)	32 %
Relacionadas con síntomas (fiebre, tos...)	20 %
Problemas traumatológicos (se rompe un brazo...)	10 %
Enfermedades degenerativas	7 %
Relacionadas con los sentidos (quedarse ciego, sordo...)	8 %
Relacionadas con otros sistemas (respiratorio, digestivo, nervioso...)	10 %

>>

No categorizables (morirse, gerungitis...)	6 %
No contesta	7 %
Origen de su conocimiento	
Le ha pasado a otras personas conocidas	38 %
Le ha pasado e el propio niño/a	33 %
Lo han visto en algún medio (tele, libro, etc.)	13 %
Se lo han explicado en la familia (no en el colegio)	2 %
No contesta	14 %

Costumbres saludables	Porcentaje
Buenos hábitos alimenticios (comer variado, comer fruta...)	48 %
Hábitos preventivos (salir abrigado, dormir bien, ir al médico...)	28 %
Buenos hábitos relacionados con el ejercicio físico (nadar, correr...)	19 %
Buenos hábitos sociales (ser agradable, ser bueno, no pegar...)	5 %
Costumbres no saludables	
Malos hábitos alimenticios (comer muchas chuches, comer mucho...)	44 %
Malos hábitos (fumar, ver mucho la tele, beber alcohol...)	28 %
Malos hábitos relacionados con el ejercicio físico (no hacer ejercicio...)	8 %
Malos hábitos higiénicos (no lavarse los dientes...)	3 %
No contesta	17 %

En este caso no disponemos de las tareas originales, pero sí de todas las respuestas de los alumnos a estas tareas. A continuación recogemos algunas de las más representativas de las diferentes ideas sobre salud y enfermedad:

¿Tú crees que estás sano?

Sí, porque...

- *Como bien.*
- *Me cuido muy bien, hago gimnasia y tomo muchas vitaminas.*
- *No toso, no me duele nada y no me han tenidos que llevar al médico.*

No, porque...

- *No como fruta*

¿Por qué crees que te pones enfermo?

- *Porque hace frío y se me olvida el abrigo*
- *Porque respiro aire malo*
- *Porque tengo fiebre*

¿Qué te pasa cuando estás enfermo?

- *Que vomito mucho*
- *Que tengo mucha fiebre*
- *Que no puedo ir al cole*
- *Que me tengo que ir a la cama*

Dinos cinco enfermedades que conozcas

- *Varicela (15 de los 26 alumnos)*
- *Gripe (11)*
- *Cáncer (7)*
- *Conjuntivitis (6)*
- *Sarampión (4)*

No obstante, muchos vuelven a hacer referencia a los síntomas (fiebre, vómitos, tos, mareos...)

... y por qué las conoces

- *Porque las he tenido alguna vez.*
- *Porque mi abuelo la tiene*
- *Porque lo he visto en la tele*

Dinos tres costumbres que creas que son buenas para tu salud

- *Comer variado*
- *Hacer deporte*
- *Tomar vitaminas*
- *No pegar*

... y tres costumbres que creas que no son buenas para tu salud

- Comer muchas chuches
- No abrigarse
- Fumar
- Ver mucho la tele
- No hacer caso

En resumen, sobre los interrogantes que nos planteábamos podemos decir que:

¿A qué asocian los alumnos la salud y la enfermedad?

La mayoría de los alumnos relacionan la salud con una alimentación adecuada y con la práctica del ejercicio físico y en menor medida con la ausencia de enfermedad

¿Qué tipo de enfermedades declaran conocer?

Los alumnos conocen una gran cantidad de enfermedades, sobre todo las relacionadas con el sistema inmunológico (la varicela es la que más nombran) y las conocen porque las han padecido personas conocidas o ellos mismos

¿Qué costumbres consideran saludables y cuáles no?

La mayoría de los alumnos consideran la alimentación como el centro de los buenos y malos hábitos saludables, y en menor medida la práctica o ausencia de ejercicio físico, así como otros hábitos higiénicos y también sociales.

NIVELES DE CONOCIMIENTO

La idea de salud y enfermedad que tienen los alumnos de la muestra podemos encuadrarla en tres tipos; de menor a mayor complejidad:

- La salud como ausencia de enfermedad. Por ejemplo: *Estoy sano porque no toso y no me duele nada.*
- La salud y la enfermedad como algo exclusivamente físico. Por ejemplo: *Tres buenos hábitos son comer bien, hacer ejercicio y abrigarse.*
- La salud como algo global. Por ejemplo: *Tres buenos hábitos son ser buena, ser agradable y no pegar.*

PARA SABER ALGO MÁS...

Las ideas que tienen los alumnos de Primaria sobre salud y la enfermedad no es un tema que esté muy explorado en Didáctica de las Ciencias. En la revista *Alambique* encontramos dos trabajos de interés:

- **Díaz González, R., Albuín, G., Nogueira, E., García Losada, A., García Gandoy, J. A. y López Rodríguez, R.** (1996). Ideas de los alumnos acerca del proceso infeccioso. *Alambique*, 9, 49-56.

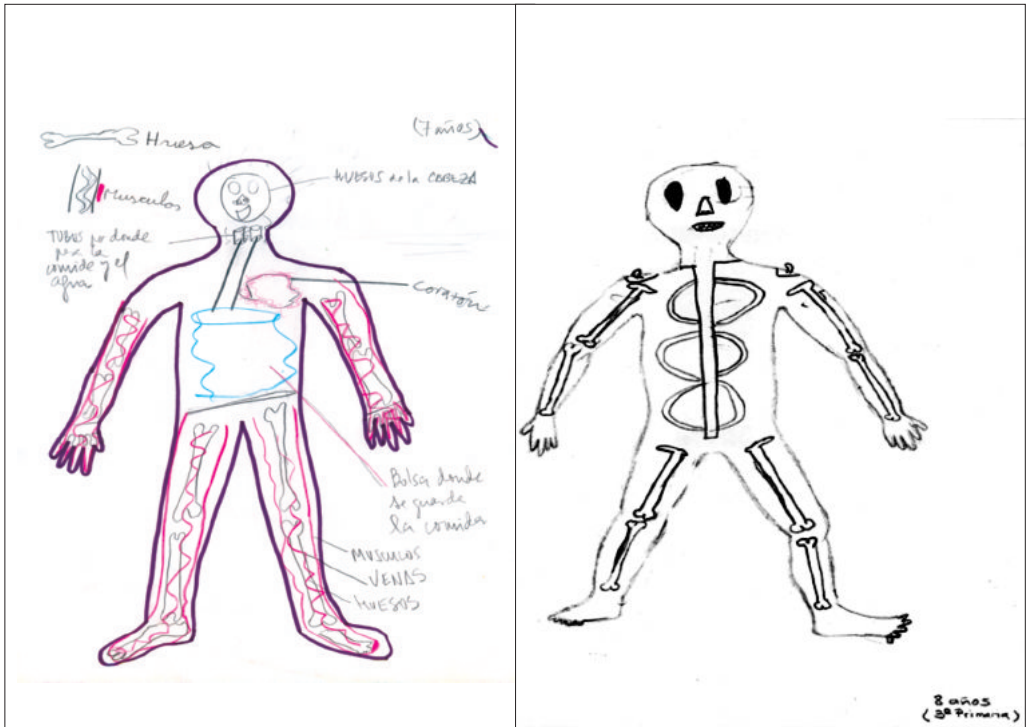
En este artículo se pretende hacer una aportación al conocimiento de las ideas del alumnado de educación primaria en torno a conceptos de salud. Teniendo en cuenta que las enfermedades transmisibles son muy frecuentes en estas edades y que por ello se deben de formar ideas sobre las mismas desde muy temprano, se han indagado lo que piensan los alumnos y las alumnas sobre dos conceptos estrechamente relacionados con el proceso infeccioso: los productos contaminantes y los vehículos de infección, prestando especial atención a las explicaciones de los niños sobre la contaminación de estos últimos.

Este número de la revista está dedicado a la Educación para la salud

- **Díaz González, R., López Rodríguez, R., Albuín, G., García Losada, A., Nogueira, E. y García Gandoy, J. A.** (2000). Ideas de los alumnos en torno a conceptos relacionados con la enfermedad transmisible. *Alambique*, 25, 67-78.

En este artículo se analizan las principales ideas de los alumnos acerca del origen de las enfermedades transmisibles y otros conceptos relacionados con este tema. Este estudio fue realizado sobre las ideas de niños de 10 y 13 años de edad. Los resultados obtenidos en esta investigación, ponen de manifiesto que la mayoría de los alumnos tienen problemas para encontrar una explicación causal.

El interior del cuerpo



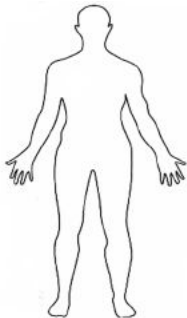
El conocimiento del cuerpo humano que se contempla en el currículo de Primaria implica que los alumnos sean capaces de identificar, localizar y describir los principales órganos que forman los diferentes aparatos y sistemas.

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE EL INTERIOR DEL CUERPO

Para explorar su visión del interior del cuerpo, nos centramos en tres cuestiones:

1. ¿Qué elementos del interior del cuerpo reconocen?
2. ¿Qué relación establecen entre ellos?
3. ¿Cómo evolucionan sus representaciones a lo largo de los cursos?

Para ello les propusimos la siguiente tarea:



Dibuja todo lo que creas que tienes en el interior de tu cuerpo (desde la cabeza hasta los pies)

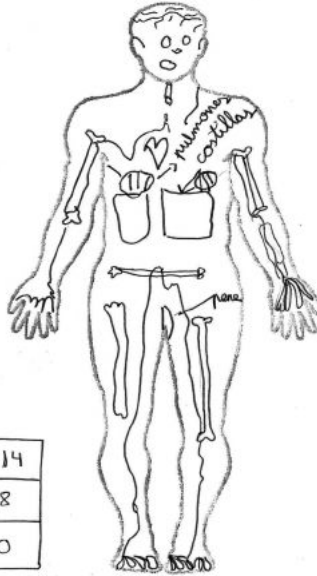
RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ SE VEN POR DENTRO

A una muestra de 78 alumnos de Primaria de un colegio público de Madrid (20 de 2.º, 26 de 4.º y 32 de 6.º) les propusimos que realizaran la tarea anterior. Estos son algunos de los resultados más interesantes:

Aparatos / sistemas	Elementos	Porcentaje		
		2.º Primaria	4.º Primaria	6.º Primaria
Óseo	Huesos en general	72	0	1
	Huesos de una zona (de las manos, de los pies...)	17	24	7
	Huesos específicos (radio, tibia, peroné, esternó ...)	11	76	92
Muscular	Músculos en general	67	8	11
	Músculos de una zona (de la pierna, del brazo...)	33	24	0
	Músculos específicos (bíceps, tríceps...)	0	76	88
Nervioso	Órgano representativo (cerebro)	100	93	60
	Órganos específicos (bulbo raquídeo, cerebelo, nervios, médula, cuerpo calloso)	0	7	40
Cardiovascular	Órgano representativo (corazón)	54	95	86
	Elementos específicos (sangre, venas, glóbulos)	46	5	14
Respiratorio	Órgano representativo (pulmones)	50	87	49
	Órganos específicos (nariz, tráquea, bronquios, alveolos, bronquiolos, laringe)	50	12	51
Digestivo	Órgano representativo (estómago)	19	26	21
	Órganos específicos (esófago, boca, intestinos, faringe, páncreas, hígado, bilis, ano)	81	74	79
Urinario	Órgano representativo (riñón)	0	60	36
	Órganos específicos (ureter, vejiga, uretra)	0	40	64
Reproductor	Órgano representativo (pene, vulva)	100	100	44
	Órganos específicos (óvulos, testículo, escroto, útero)	0	0	56
Otros elementos	Elementos internos (globo ocular, iris, pupila, glándulas, pituitaria, células)	100	53	80
	Elementos externos (oreja, pelo, ojos, tetas, cara, nalga)	0	47	20

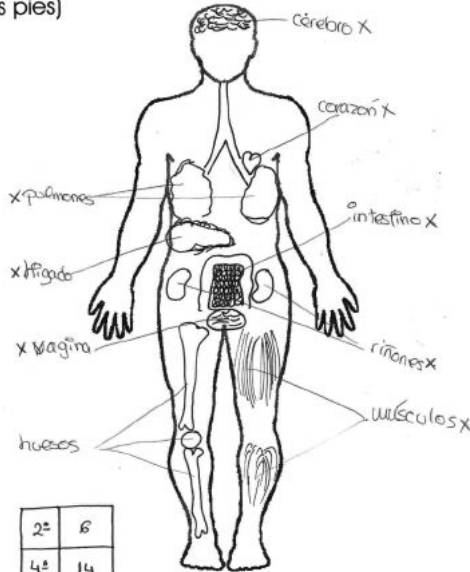
En resumen. Podemos decir que los dibujos de los alumnos de los tres cursos hacen referencia a todos los sistemas/aparatos (exceptuando el urinario en 2.º de Primaria). A medida que avanzan los cursos, los dibujos se hacen más detallados y completos, dibujando más órganos y elementos de los diferentes sistemas/aparatos, y estableciendo más relaciones. Estos son algunos de sus dibujos:

Dibuja todo lo que crees que tienes en el interior de tu cuerpo, (desde la cabeza hasta los pies)

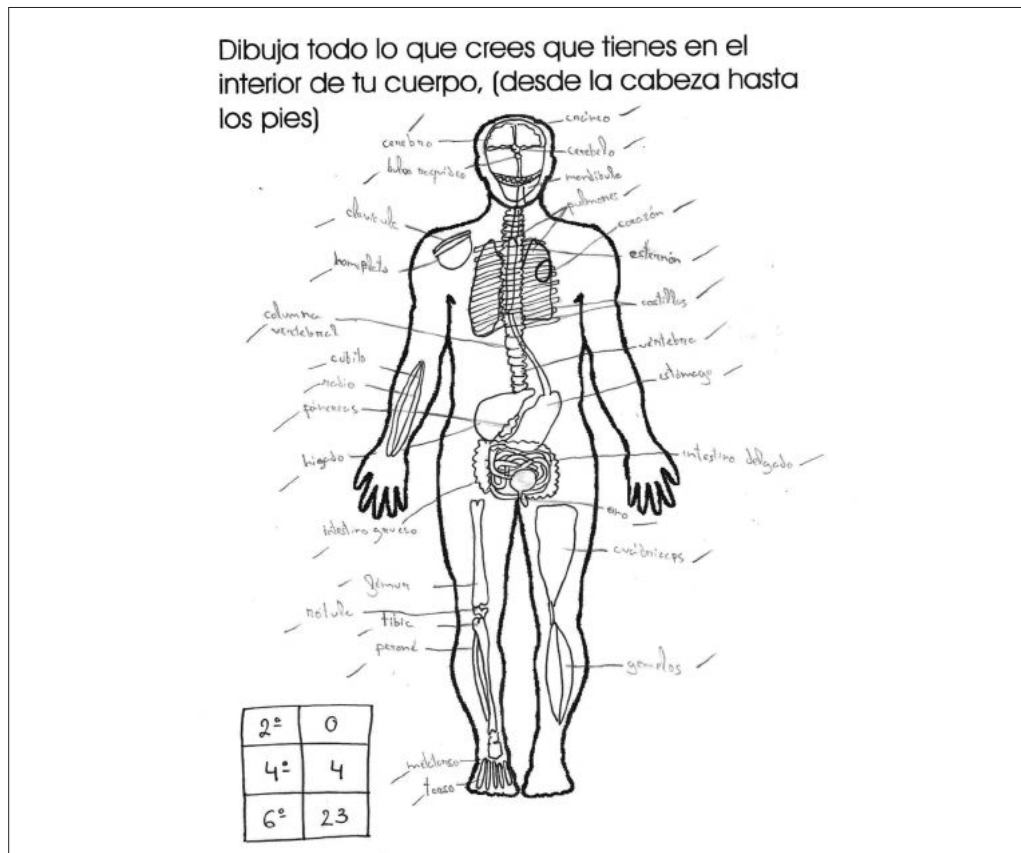


2º	14
4º	8
6º	0

Dibuja todo lo que crees que tienes en el interior de tu cuerpo, (desde la cabeza hasta los pies)



2º	6
4º	14
6º	9



NIVELES DE CONOCIMIENTO

La visión del interior del cuerpo podemos encuadrarla en tres modelos de complejidad creciente:

- Modelo de órganos sueltos sin conexión entre sí. En este modelo se sitúan la mayoría de los alumnos de 2.º (70 %) y un porcentaje importante de los de 4.º (31 %).
- Modelo de órganos con algunas conexiones entre sí. Este es el modelo mayoritario para los de 4.º (54 %) pero también está presente en 2.º (39 %) y 6.º (28 %).
- Modelo de órganos relacionados entre sí. Para 6.º es el modelo mayoritario (72 %) y solo un 15 % de los alumnos de 4.º estaría en este modelo.

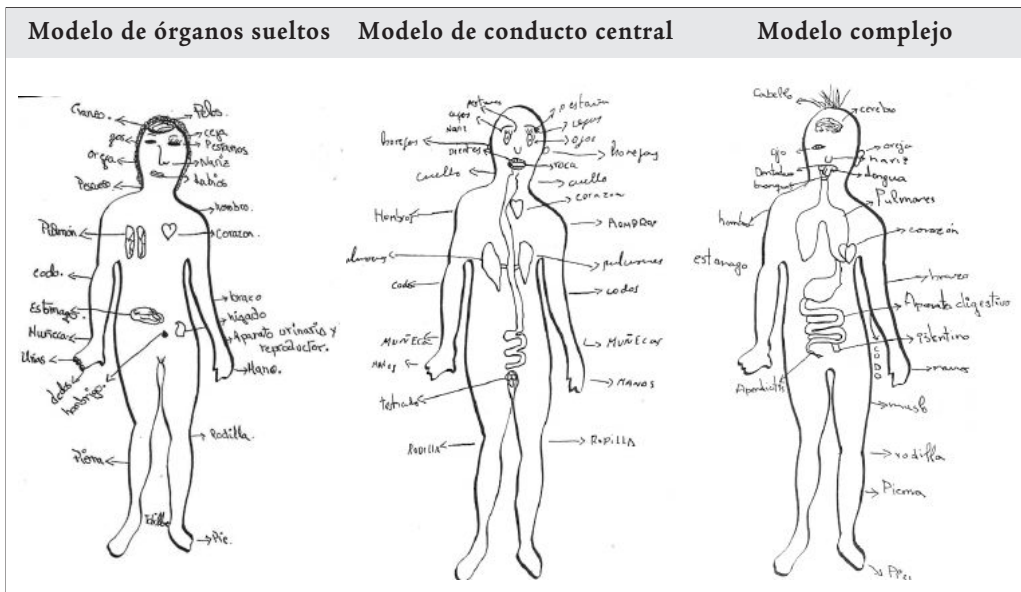
PARA SABER ALGO MÁS...

- **Benedito, V.** (1988). *Enciclopedia práctica de la pedagogía*. Madrid: Planeta. (Volumen 1, págs. 254-257).

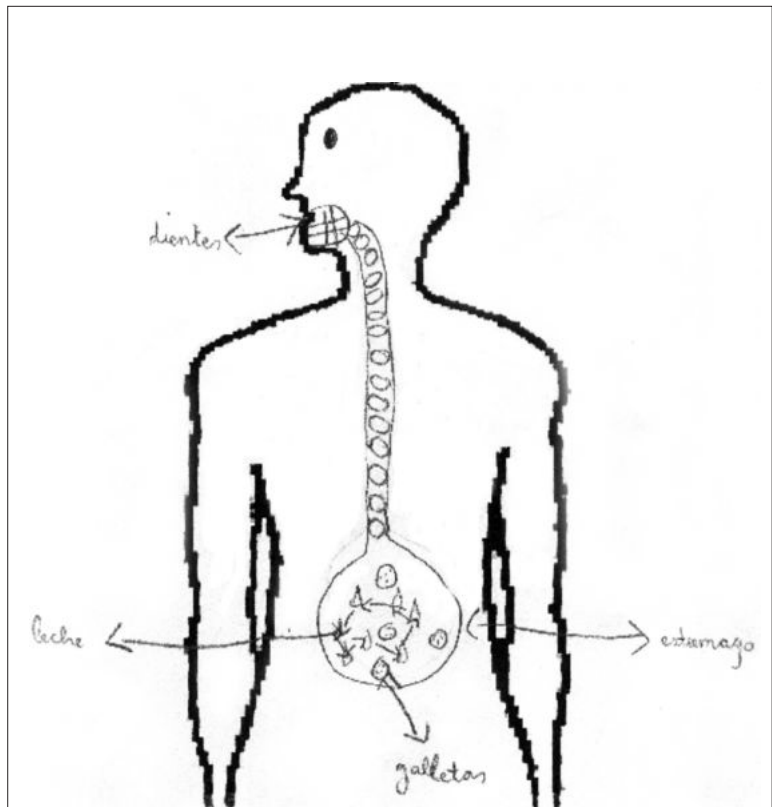
Dentro del apartado dedicado a las ideas previas de los alumnos, esta enciclopedia dedica unas páginas a la visión del interior del cuerpo humano. Lo más interesante es la descripción de los tres modelos que proponen para el análisis de los dibujos:

- El modelo de órganos sueltos que es el mismo que nosotros detectamos.
- El modelo de conducto central presenta un conductos al que se adhieren el resto de los órganos que dibujan, que no ha sido detectado en los dibujos realizados por los alumnos de la muestra.
- El modelo complejo, que es el que nosotros hemos denominado de órganos relacionados entre sí.

Los dibujos que reproducimos son representativos de estos modelos:



Digestión



Los alumnos de Primaria han de formarse una visión completa del funcionamiento del cuerpo humano, siendo capaces de identificar y localizar los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano, como es la de nutrición, tal y como se señala en el currículo prescriptivo.

La digestión, como proceso para la obtención de nutrientes a partir de los alimentos, interviene en la función de nutrición junto con el aparato respiratorio (para captar el oxígeno que necesitamos para vivir), el circulatorio (para transportar los nutrientes, el oxígeno y las sustancias de desecho) y el excretor (para eliminar los desechos).

Se trata de que conozcan los órganos que intervienen en este proceso y la función que realizan: desde la boca hasta el ano, y desde la formación del bolo alimenticio hasta el momento de la formación de las heces. Es realmente importante que comprendan cómo esos alimentos que ingerimos se van transformando y utilizando para obtener la materia y la energía necesarias para realizar las funciones vitales.

En <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~29701428/salud/digesti.htm> puede consultarse una buena síntesis para el nivel de Primaria de la digestión, y del resto de los procesos que constituyen la función de nutrición.

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE LA DIGESTIÓN

Sobre esta temática nos interesó explorar tres asuntos:

1. ¿Qué representan del proceso de la digestión?
2. ¿Qué explicaciones dan sobre la digestión?
3. ¿Qué significado tiene la digestión?

Para ello les propusimos la siguiente tarea:

- Es la hora del recreo y tu madre te ha hecho un bocadillo y un zumo. Dibuja las partes del cuerpo por las que pasa el bocadillo y el zumo y nómbralas.
- Explica qué le pasa al bocadillo y al zumo.
- ¿Qué le dirías a tu hermano pequeño para explicarle qué es la digestión?

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ VEN LA DIGESTIÓN

A 22 alumnos de 6.º de Primaria de un colegio público de Madrid se les propuso la tarea anterior. Estos son algunos de los resultados más interesantes:

Cómo representan las partes del cuerpo (dibujo)	Porcentaje
Se representa básicamente: tubo y bolsa (estómago)	23 %
Se representa básicamente: tubo, bolsa (estómago), intestinos y ano.	77 %
Elementos representados	10
Elementos que pertenecen (boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso y ano)	6
Elementos relacionados (hígado, riñones)	16
No pertenecen (pene, vagina, culo, costillas, pulmones, laringe, nariz)	28

Explicaciones de lo que le pasa al bocadillo y al zumo
La boca lo tritura pasa por la laringe y la faringe pasa por el estómago y el intestino grueso y el delgado.
El bocadillo y el zumo pasan por el esófago luego sale por el intestino delgado.
El bocadillo es masticado pasa por la faringe y el esófago luego pasa por el intestino grueso y el estómago y sale en forma de heces por el ano.
Son masticados pasa por la boca, faringe, estómago, intestino delgado, intestino grueso y ano.
Primero se come por la boca pasa por la laringe bajando por el esófago al estómago pasa por los intestinos y sale por el ano.
Que pasa por el ano y lo expulsas.
Que baja por la garganta hasta que llega al ano.
Entran en la boca son triturados se mezclan con la saliva bajan por la faringe y por el esófago llegan al estómago se mezclan con los jugos gástricos bajan por el intestino grueso y delgado que recogen los nutrientes y son expulsados por el ano en forma de heces.
Que pasa por el ano y lo expulsamos.
Pues que el bocadillo baja por la faringe hasta el estómago

Pasa por la boca luego la faringe llega al estómago y lo cagas por el ano.
Primero masticamos después pasa al estómago y lo disuelve con los jugos gástricos y pasa por los intestinos hasta el ano que los expulsamos.
<ul style="list-style-type: none"> - El bocadillo lo masticas. - El zumo se bebe
Que pasa por el estómago del estómago al intestino delgado y grueso ahí los nutrientes no sanos se hacen heces.
Que la saliva se mezcla con el alimento y forma el bolo alimenticio baja por la faringe y luego pasa por el intestino delgado y se expulsa por el ano en forma de heces.
Pasa por la faringe luego por el estómago y baja por el intestino.
Que se lo come pasa por la faringe hasta llegar hasta el ano.
Que llega al estómago y del estómago al ano.
Que se hace papilla.
Que recorren todo el aparato digestivo.

Estas explicaciones podemos agruparlas en tres ideas muy diferentes entre sí:

- La digestión como recorrido de los alimentos por el tubo digestivo (54 %)
- La digestión como transformación de los alimentos (23 %)
- La digestión como almacenamiento de los alimentos en el estómago (9 %)

Es resto de los alumnos, o no responde (9 %) o no es categorizable su respuesta (5 %). Por ejemplo: «El bocadillo lo masticas, el zumo lo bebes».

¿Qué le dirías a tu hermano pequeño para explicarle qué es la digestión?
Pasa por la boca de la boca baja por un tubo se mete en un túnel por una tubería y sale expulsado
Que es como un paseo que hace la comida.
Diría lo mismo que en el anterior.
Se mete por una cueva y luego por tuberías y luego sale expulsado por un cañón.
Que es algo que cuando comes por el intestino grueso va la comida mala y la expulsas por el ano.
Que si comes y te bañas te puedes ahogar y morir.
Es el proceso con el que el cuerpo recoge los nutrientes que necesita para funcionar.
Que es el aparato por el comemos.
Que baja por la garganta.
La digestión es cuando terminas de comer no muchas cosas.
Son como tubos por donde va la comida y después haces caca.

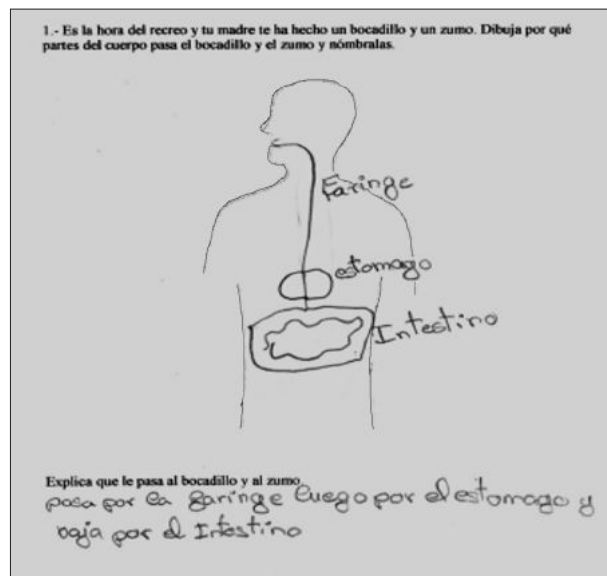
Pues que llega al intestino.
Tragas pasa por tu cuerpo hasta llegar a la tripa.
Es lo que pasa la comida.
La digestión es un recorrido que hace la comida.
Que no me la sé pero al sabérmela explicar se la tengo que explicar.
Que primero pasa por la boca de la boca al estómago y del estómago al ano.
Que no te puedes bañar porque sino te podrías morir.
Que comes una comida y pasa por la garganta, el estómago pasa por el intestino grueso y delgado y al final se expulsa por el ano en forma de heces

Como puede apreciarse vuelven a aparecer las mismas ideas sobre la digestión, pero al hacerles la pregunta en otro contexto, varía el porcentaje:

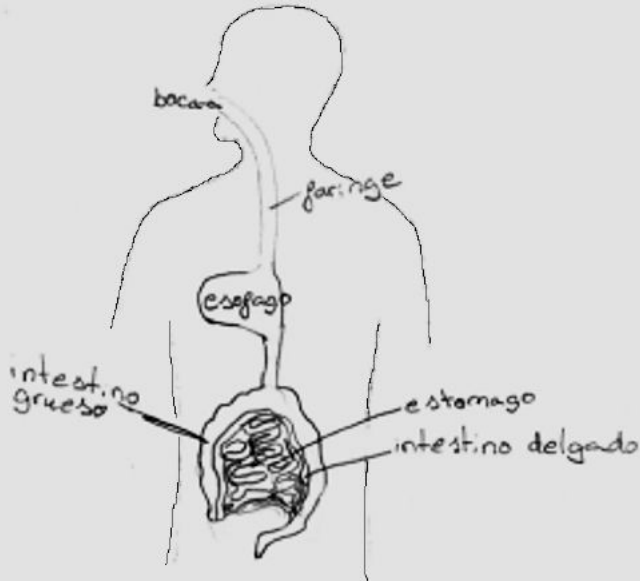
- La digestión como recorrido de los alimentos por el tubo digestivo (50 %).
- La digestión como almacenamiento de los alimentos en el estómago (9 %).
- La digestión como transformación de los alimentos (5 %).

Es resto de los alumnos, o no responde (14 %) o no es categorizable su respuesta (22%).

Estas son algunas de las respuestas de los alumnos a la tarea:



1.- Es la hora del recreo y tu madre te ha hecho un bocadillo y un zumo. Dibuja por qué partes del cuerpo pasa el bocadillo y el zumo y nómbralas.



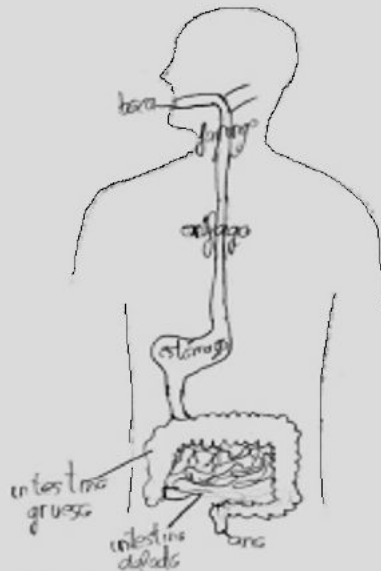
Explica que le pasa al bocadillo y al zumo.

El bocadillo es masticado pasa por la faringe y el esófago luego pasa por el intestino grueso y el estomago y sale en forma de heces por el ano

2.- ¿Qué le dirías a tu hermano pequeño para explicarle que es la digestión?

Que es como un paseo que hace la comida

1.- Es la hora del recreo y tu madre te ha hecho un bocadillo y un zumo. Dibuja por qué partes del cuerpo pasa el bocadillo y el zumo y nómbralas.



Explica que le pasa al bocadillo y al zumo.

entran en la boca son triturados se mezclan con la saliva bajan por la faringe y por el esófago llegan al estómago se mezclan con los jugos gástricos bajan por el intestino grueso y delgado que recogen los nutrientes y son expulsados por el ano en forma de heces

2.- ¿Qué le dirías a tu hermano pequeño para explicarle que es la digestión?

es el proceso con el que el cuerpo recoge los nutrientes que necesita para funcionar

En resumen, sobre los interrogantes que nos planteábamos podemos decir que:

¿Qué representan del proceso de la digestión?

La mayoría (77 %) representan los elementos del aparato digestivo como tubo, bolsa, intestinos y ano. El resto (23 %) representa básicamente un tubo y una bolsa.

¿Qué explicaciones dan sobre la digestión?

Explican la digestión como el recorrido de los alimentos (54 %), como su transformación y la absorción de nutrientes (23 %) o como almacenamiento de alimentos en el estómago (9 %). El resto, o no responde o da una respuesta no categorizable.

¿Qué significado tiene la digestión?

La digestión se entiende como recorrido (50 %), como almacenamiento (9 %) o como transformación (5 %) de los alimentos. El resto, o no responde o da una respuesta no categorizable.

NIVELES DE CONOCIMIENTO

La idea que tienen los alumnos de la muestra sobre la digestión podemos encuadrarla en tres niveles de mayor a menor complejidad:

- *La digestión como transformación de los alimentos.* Representan la digestión como el proceso por el cual se absorben los nutrientes de los alimentos para el funcionamiento del cuerpo. En esta muestra, solo el 14 % de los alumnos alcanza este nivel.
- *La digestión como recorrido de los alimentos.* La digestión como el recorrido que hacen los alimentos por el cuerpo, desde la boca al ano. La mayoría de los alumnos se sitúa en este nivel (68 %)
- *La digestión como almacenamiento de los alimentos.* La digestión como almacenamiento de alimentos en el estómago y los intestinos. En este nivel estaría el 18 % de los alumnos

PARA SABER ALGO MÁS...

Las ideas que tienen los alumnos de Primaria sobre la digestión es un tema que está muy estudiado en Didáctica de las ciencias. En la revista Enseñanza de las Ciencias encontramos tres artículos ya clásicos:

- **Banet, E. y Núñez, F.** (1988). Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos anatómicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 30-37.

<http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v6n1p30.pdf>

Banet, E. y Núñez, F. (1989). Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos fisiológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 35-44.

<http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v7n1p35.pdf>

Banet, E. y Núñez, F. (1988). La digestión de los alimentos: un plan de actuación en el aula fundamentado en una secuencia constructivista del aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 139-147.

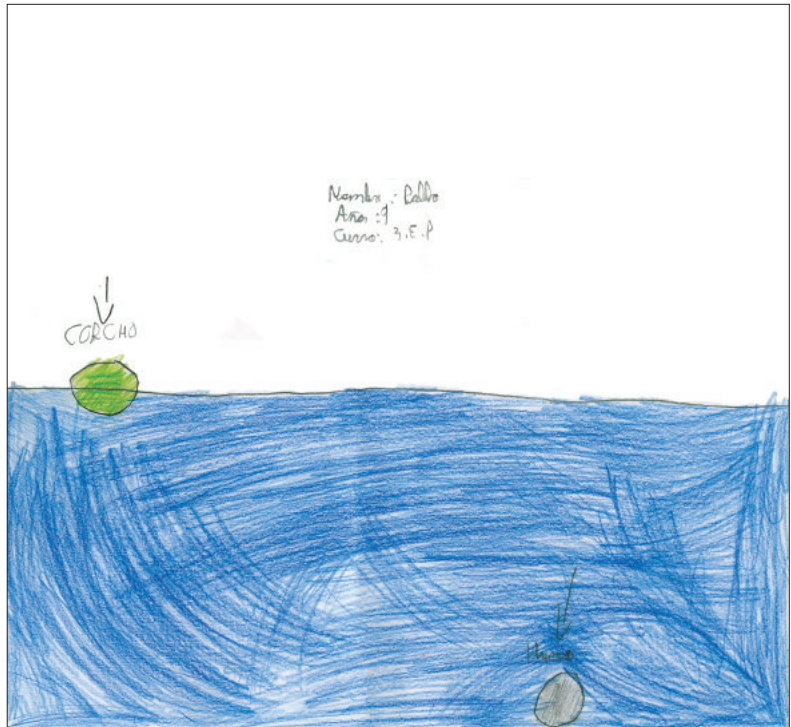
<http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v10n2p139.pdf>

En los dos primeros artículos se analizan en profundidad las ideas de alumnos de 12 años en adelante, a partir de los datos de entrevistas y un cuestionario. Es muy interesante la comparación que hacen sobre las diferentes muestras porque nos da idea de las dificultades de los alumnos a lo largo de toda la escolaridad. En el tercer artículo, a partir de estos resultados se propone una secuencia de actividades para hacer evolucionar las ideas de los alumnos. También incluye un esquema conceptual sobre la digestión.

- **Cubero, R.** (1998). Aprendizaje de la digestión en la enseñanza primaria. *Alambique*, 16, 33-44.

La investigación sobre cómo construyen los niños y las niñas los contenidos que se trabajan en la escuela supone una importante herramienta para la elaboración de unidades didácticas. En este artículo se presentan algunos resultados sobre cómo construyen los alumnos de primaria la representación del proceso digestivo. Se propone, además, una secuencia de construcción que permite analizar la evolución de los alumnos y alumnas en la comprensión de estos contenidos, y las dificultades que pueden encontrar en este proceso.

Masa, volumen y densidad



Las propiedades físicas *masa, volumen y densidad* son conceptos que desarrollan el término materia. En el currículo de Primaria, en el bloque de contenido denominado «Materia y energía» se agrupan, de forma progresiva en dificultad, los elementos que permiten pasar de una idea intuitiva de materia a la medida de algunas de sus magnitudes asociadas como: masa, volumen y densidad.

Así en el **primer ciclo**, en el bloque 4 «Materia y energía» se indica:

- *La materia y sus propiedades. Tipos de materiales. Clasificación según criterios elementales.*

Entre los criterios de evaluación se especifica, *identificar propiedades físicas observables de los materiales (olor, sabor, textura, peso/masa, color, dureza...).*

Posteriormente, en el **segundo ciclo** tan solo podemos encontrar una indicación lateral:

- *La materia y sus propiedades. Tipos de materiales...*

Por último, en el **tercer ciclo**, se indica:

- *Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades.*
- *Diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo.*
- *Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad. La flotabilidad en un medio líquido.*

Llegando a establecer entre los criterios de evaluación: *Planificar y realizar sencillas investigaciones, mediante una aproximación al método científico, para estudiar el comportamiento de los cuerpos...*

Así pues, el concepto materia se trabaja a partir de las magnitudes observables (volumen, peso) y no observables directamente (densidad, masa), y de algunos fenómenos o hechos cercanos, como la flotación.

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE MASA, VOLUMEN Y DENSIDAD

El conjunto que tareas que hemos considerado adecuadas para detectar las ideas del alumnado pueden ser del estilo siguiente:

1. Relaciones masa-volumen

- Tenemos una bola de plastilina y una bola de acero, ambas de igual volumen. ¿Tienen la misma masa?
- Tenemos una bola de plastilina y una bola de cristal (canica), ambas de igual masa. ¿Ocupan el mismo volumen?
- Tenemos una bola de madera grande (aproximadamente del tamaño de una naranja de zumo) y una bola de acero más pequeña (del tamaño de una ciruela) ¿Tienen la misma masa?
- Tenemos una bola de acero (del tamaño de una ciruela) y una bola de cristal más pequeña (canica) ¿Tienen la misma masa?

2. Flotación

- Tenemos una bola de corcho y otra de acero del mismo tamaño. ¿Qué sucede si las echamos al agua?
- Tenemos una bola de corcho y otra de acero del mismo peso. ¿Qué sucede si las echamos en el agua?

3. Densidad

- Crees que un objeto de hierro siempre pesará más que uno de madera?
- ¿Tienes alguna idea de lo que significa la palabra densidad?

4. Medida de magnitudes

- Cuando acompañas a tus padres al supermercado te has fijado cómo se compran los productos... De la siguiente lista, indica en que se mide la masa, el peso o el volumen (Recuerda cuando compras refrescos, aceite, patatas...)
- ¿Qué sucede si metes una piedra en un vaso con agua?
¿Cómo medirías el volumen de una pieza metálica (por ejemplo, un anillo)
- ¿Se te ocurre alguna manera de medir en la práctica la densidad? Por ejemplo, de una bola de acero.

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ VEN LA MASA, EL VOLUMEN Y LA DENSIDAD

Las respuestas las hemos agrupado por ciclos, si bien, se debe tener presente que algunas cuestiones no se plantearon a los 22 niños del 1.er ciclo. Esto significa que no todo el alumnado respondió a las mismas preguntas.

1. Relaciones masa-volumen

Las respuestas a esta tarea por parte de 13 alumnos de 6.º de Primaria son:

Materiales	Masa	Volumen	Sí	No	Depende	No sé	Justificación
Plastilina Acero	¿?	Igual	5	8	0	0	NO, porque el acero pesa más que la plastilina (7 alumnos) NO, porque no pesan lo mismo (1 alumno) SÍ, porque tienen el mismo volumen (4 alumnos) SÍ, porque tienen igual peso (1 alumno)
Plastilina Cristal	Igual	¿?	2	1	3	17	DEPENDEN, si es más grande que la otra (1 alumno) DEPENDEN, porque no todas las canicas son iguales (1 alumno) DEPENDEN, si la plastilina es dura (1 alumno) SI, porque son iguales (2 alumnos) NO, porque el cristal pesa más (1 alumno)
Madera Acero	¿?	diferente	1	6	0	6	NO, porque la madera es más dura (2 alumnos) NO, porque la madera es más grande y tiene más peso (2 alumnos) NO, porque la madera pesa menos (1 alumno) NO, porque la madera es más grande (1 alumno) SÍ, porque el acero pesa más (1 alumno)

Acero Cristal	¿?	diferente	1	9	1	2	NO, porque el acero pesa más (5 alumnos) NO, porque el acero es más grande y pesa más (2 alumnos) NO, porque el acero es más duro (2 alumnos) DEPENDE de cómo sea la canica (1 alumno) SÍ, porque pesan lo mismo (1 alumno)
------------------	----	-----------	---	---	---	---	---

2. Flotación

Tenemos una bola de corcho y otra de acero... ¿qué sucede si las echamos en el agua?

Las respuestas a este tipo de cuestiones se centran en asumir que el acero se hunde porque «pesa más» y el corcho no, dado que «pesa menos». Resulta evidente que existe un claro solapamiento entre los conceptos de densidad y peso. Este hecho es más notable en edades tempranas donde parece no percibirse ninguna diferencia entre ambos conceptos.

En las tablas adjuntas se observan las respuestas que se dieron a dos cuestiones relativamente parecidas. Es importante resaltar que se preguntaron en el orden que figuran en este texto.

Resulta curioso que los alumnos respondan con mayor frecuencia «se hunde el acero» que «flota el corcho». Parece que existe una proximidad mayor con los instrumentos de acero (metálicos) que con los de corcho.

Tenemos una bola de corcho y otra de acero del mismo tamaño, ¿qué sucede si las echamos en el agua?	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Se hunde la de acero	90 %	90 %	95 %
Flota la de corcho	60 %	70 %	90 %
Porque el acero pesa más	40 %	60 %	70 %
Porque el acero pesa más que el agua	-	-	10 %
Porque el acero es más denso	-	-	10 %

Obsérvese que en la primera pregunta se plantea la situación con dos bolitas del mismo tamaño y, por tanto, se permite que el acero tenga más peso; mientras en la

segunda, se indica que las esferas tienen el mismo peso. Sin embargo, el alumnado no se ve influenciado por este hecho. Así, los niños y niñas del primer ciclo responden con mayor frecuencia que se hunde “porque pesa más” en esta segunda cuestión. Pensamos que esto es debido a aparición del término peso lo que les arrastra a considerar este factor.

Tenemos una bola de corcho y otra de acero del mismo peso, ¿qué sucede si las echamos en el agua?	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Se hunde la de acero	90 %	90 %	95 %
Flota la de corcho	70 %	85 %	90 %
Porque el acero pesa más	60 %	50 %	40 %
Porque el acero es más denso	-	-	15 %

Creemos que a partir de estas últimas respuestas es interesante hacer reflexionar a los alumnos, subrayando que las bolitas pesan lo mismo.

3. Densidad

¿Crees que un objeto de hierro siempre pesará más que uno de madera?

En esta cuestión se observa una respuesta que parece sintetizar lo que hemos comentado anteriormente: se confunden los términos densidad y peso en edades tempranas y se empieza a ver la posibilidad de una diferencia entre los dos conceptos para los alumnos más mayores.

¿Crees que un objeto de hierro siempre pesará más que uno de madera?	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Sí, siempre	80 %	60 %	40 %
No, depende del tamaño de cada objeto	5 %	30 %	50 %

Como hemos comentado anteriormente, creemos que a partir de las respuestas de los mayores es interesante hacer reflexionar a nuestros alumnos, subrayando que si un objeto de hierro puede pesar ¿cómo le debemos llamar a la percepción de que el hierro «pesa más»?

¿Tienes alguna idea de lo que significa la palabra densidad?

De los 37 alumnos de 6.º de Primaria, hay 17 que reconocen no saber el significado de la densidad, y un alumno lo asocia a «tenso». En el resto, apreciamos las siguientes asociaciones:

Densidad = Volumen (10 alumnos) y Densidad = Peso (4 alumnos)

Hay cuatro alumnos que lo explican por la densidad de población: «Si en un sitio pequeño hay mucha gente, hay mucha densidad».

Y, por último, un alumno dice: «Que en poco espacio haya mucho y viceversa».

4. Medida de magnitudes

Cuando acompañas a tus padres, ¿te has fijado cómo se compran los productos...? Indica en qué se mide la masa, el peso o el volumen

«En euros», «con dinero», «con muchos euros»... Estas suelen ser las respuestas cuando se pregunta en qué se compran los productos de la compra. Resulta necesario, por tanto, aclarar que nos referimos a «en qué se mide la cantidad de producto». En nuestra experiencia este tipo de cuestiones suelen ser muy interesantes si se realizan de modo verbal a la clase estructurada en pequeños grupos. Una vez recogidas las primeras respuestas relacionadas con cuestiones económicas, acotamos y centramos nuestro interés en la medida de las cantidades de producto. A partir de este punto suele aparecer un debate muy ilustrativo sobre qué conocen nuestros alumnos en torno a las unidades de masa, peso, volumen y densidad. En la tabla adjunta hemos recogido algunos resultados de nuestras indagaciones. Como cualquiera puede imaginarse, la diversidad de respuestas es inmensa. Aquí hemos tenido que sintetizar, ordenar y clarificar las respuestas en los productos más típicos.

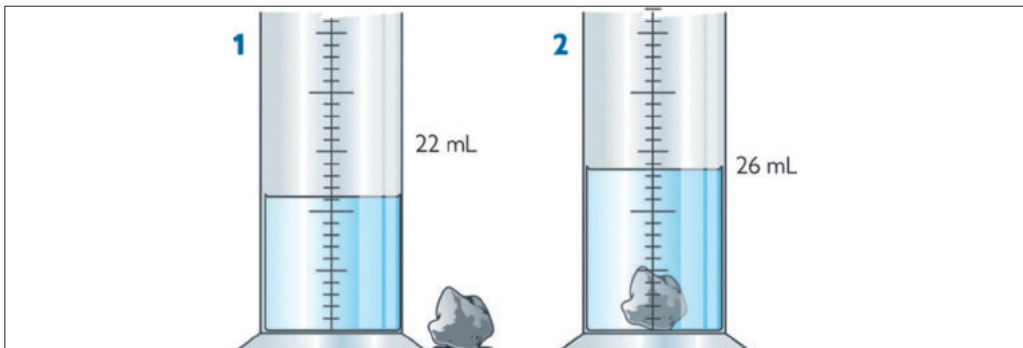
Indica en qué se mide la masa, el peso o el volumen	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Masa en kilos (patatas, verduras, carne...)	40 %	80 %	95 %
Masa en gramos (jamón, queso, azúcar...)	—	—	20 %
Masa en litros (agua, leche, refrescos...)	10 %	10 %	10 %
Peso en kilos (patatas...)	60 %	95 %	95 %
Peso en gramos (jamón, queso...)	—	—	10%
Peso en Newton	—	—	—

Volumen en litros (leche, refrescos...)	—	40 %	60 %
Volumen en metros cúbicos (piscinas, agua, refrescos...)	—	10 %	40 %
Volumen en kilos, gramos...	10 %	20 %	10 %
Densidad en kg/metros cúbicos	—	—	—
Densidad en kg/litro	—	—	—

Como puede observarse en la tabla y, fácilmente en cualquier aula de Primaria, se mezclan los conceptos de masa y peso, parece que se perciben diferencias entre productos que se miden en kilogramos y en gramos y, obviamente, no se encuentran referentes para las unidades de densidad. También es habitual encontrar multitud de respuestas inadecuadas que mezclan unidades y magnitudes; sin embargo, este hecho no debe ser considerado como un problema, en realidad significa una magnífica oportunidad para reflexionar sobre lo importante que debe ser conocer estos tópicos para poder desenvolverse en la vida cotidiana.

¿Qué sucede si metes una piedra en un vaso con agua? ¿Cómo medirías el volumen de una pieza metálica (por ejemplo, un anillo)?

Hemos optado por mostrar los resultados de estas dos cuestiones conjuntamente. La intención es comprobar el poco interés o la escasa intención que muestran los alumnos por cuantificar los hechos. Así, cuando se plantea qué sucede si metemos una piedra en un vaso, las respuestas casi exclusivas son “se hunde” y “se moja”. Prácticamente, en ningún caso se hace referencia al que el nivel del agua sube. Fijémonos que este hecho es el que nos permite medir. Por esta razón, es muy importante dirigir la atención hacia este suceso.



Sin embargo, hemos comprobado que una vez realizada la experiencia de laboratorio con alumnos de 6º, las respuestas habituales suelen volver a repetirse, si bien, comienzan a aparecer niños y niñas que indican que se produce un cambio de nivel.

¿Qué sucede si metes una piedra en un vaso con agua? ¿Cómo medirías el volumen de una pieza?	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Se hunde, se va al fondo, no flota	80 %	80 %	95 %
Se moja	70 %	60 %	50 %
Sube el nivel de agua del vaso	—	—	20 %
Para medir una pieza la meto en un vaso con agua	—	—	15 %

¿Se te ocurre alguna manera de medir en la práctica la densidad? Por ejemplo, de una bola de acero

De los 37 alumnos de 6.º de Primaria, la mayoría no sabe cómo hacerlo (30 alumnos).

- El resto propone lo siguiente:
- Sabiendo lo que pesa (6 alumnos)
- Midiendo la longitud (1 alumno)
- Midiendo el área (1 alumno)

Como hemos visto, inicialmente, los niños y niñas de corta edad no establecen diferencias entre masa, peso, volumen y densidad. Las diferencias entre los objetos se resuelven con un «más grande que» o «más pequeño que». Bajo estas expresiones se recogen comparativas de tamaño y peso, llegándose a asociar un término a otro y, desde luego masa y densidad no son observables considerados. Además, estas comparaciones siempre se hacen entre objetos concretos no entre sustancias. Dicho de otro modo, los pequeños entienden y pueden expresar comparativas como «el coche pesa más que esta silla» pero no entienden que «el hierro sea más denso que la madera».

Nuestro trabajo en estos niveles consiste en ir separando estas propiedades para cada caso concreto. Pero, hay que tener cierto cuidado al plantearles alguna de estas distinciones. Por ejemplo, si se quieren separar los conceptos de masa y peso a edades excesivamente tempranas, nos encontrarnos ante una batalla perdida y frustrante.

El siguiente paso, una vez comprendido que existen magnitudes para diferenciar grande y pequeño es empezar a plantear la relación entre cada propiedad y sus consecuencias específicas. Por ejemplo, un barco pesa más que un coche pero, este hecho no afecta a su flotabilidad; o un balón de playa es más grande (tiene más volumen) pero pesa menos que una naranja.

Al ir avanzando en esta separación y sus consecuencias es habitual generar ciertas dudas, inseguridades, avances y retroceso, pero esto no está nada mal. Recordemos que los más pequeños ni siquiera son capaces de entender las cuestiones. En este nuevo nivel los niños se están alejando de lo inmediatamente dado y empiezan a relacionar las propiedades con sus efectos, pero esto no se hace para todas las magnitudes a la vez y en un mismo instante. Los resultados se van observando poco a poco, a través de distintas actividades. Tareas que les permiten contrastar sus ideas con la realidad, tareas que les obliga a tener que distinguir entre magnitudes, actividades que les fuerzan a analizar los efectos o consecuencias de una diferencia en el valor de una magnitud.

Por último, conviene tener presente, que los alumnos de los últimos cursos tienen un trato constante e intenso con los términos masa/peso, volumen y densidad, tanto en su experiencia física (deporte, tiempo libre...) como social (conversaciones en casa, con amigos, etc.). Este hecho es muy importante, dado que implica la generación de ideas al margen de las situaciones generadas en el aula.

NIVELES DE CONOCIMIENTO

Teniendo todo ello en cuenta, proponemos tres niveles en el conocimiento de este tópico por parte del alumnado, de mayor a menor complejidad:

- Los alumnos son capaces de comparar dos objetos concretos y entienden que uno es mayor que el otro, que uno pesa más, que uno es más «compacto» (denso) que el otro... Sin embargo, no entienden que se le pregunte por estas magnitudes de forma abstracta y, cuando insistimos, confunden masa, peso, volumen y densidad. Por esta razón conviene que si se plantean cuestiones, estas se lleven a cabo por medio de una entrevista que permite acompañarles en su respuesta. En realidad en este nivel los alumnos no pueden desligarse de un objeto determinado.
- Los alumnos empiezan a tener ciertas dudas con las cuestiones relativas a estos tópicos, esto es importante dado que en el nivel anterior ni siquiera son

capaces de entender las cuestiones. En este nivel incluso ven la necesidad de establecer la existencia de diferentes propiedades (peso, volumen, tamaño...), pero les resulta complicado alejarse de lo concreto y tienen dificultades con el concepto de densidad.

En cierto modo, estamos alejándonos de las cuestiones perceptivas y podemos empezar a relacionar propiedades, hecho muy importante dado que la densidad es una proporción de magnitudes. Sin embargo, aun estamos lejos de intentar detallar un concepto tan complejo. Debemos limitarnos a situaciones de comparación o contraste. Por ejemplo, este objeto (trozo de madera grande que pesa más que esta canica) sin embargo, la madera flota y la bolita se hunde... Así que para flotar no importa el peso, ¿de qué depende, entonces...?

- En este nivel los alumnos asumen que los cuerpos siguen teniendo peso dentro de un fluido y, además, aparece una fuerza que les empuja hacia arriba debido al agua que han retirado. Sin embargo, aun no son capaces de utilizar el principio de Arquímedes de forma general. Además, se mantiene la confusión terminológica entre «peso» y densidad, aunque los escolares de este nivel ya entienden que «debe ser distinto» el peso que se mide en un báscula que el hecho de decir que el hierro «pesa más» (tiene mayor densidad) que el corcho.

PARA SABER ALGO MÁS...

De todos los estudios sobre las ideas de los alumnos acerca de los conceptos de masa, volumen y densidad, recomendamos los siguientes:

- **Prieto, T., Blanco, A. y González, F.** (2000). *La materia y los materiales*. Madrid: Síntesis.

En el capítulo 2, sobre las concepciones de los alumnos sobre la materia y sus propiedades, los autores describen como, a lo largo de los años, los niños y niñas van construyendo y diferenciando los conceptos de peso y densidad. Tener experiencias con materiales «pesados para su tamaño» supone una importante aproximación al concepto de densidad. No obstante, los autores advierten que la experiencia es condición necesaria pero no suficiente para dominar el concepto de densidad y aplicarlo, por ejemplo, en la flotación. La misma apreciación se recoge en el capítulo 8 del texto del equipo de Driver (*Dando sentido a la ciencia en Secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Morata, 1999)

En el capítulo 3 se hacen propuestas para orientar el tratamiento de los contenidos y su secuenciación, y en el capítulo 5 se sugieren actividades prácticas.

- **Baillo, M. y Carretero, M.** (1997). Desarrollo del razonamiento y cambio conceptual en la comprensión de la flotación. En M. Carretero (comp.). *Construir y enseñar las Ciencias Experimentales*. Buenos Aires: Aique.

Se trata de uno de los estudios más completos sobre la flotación. Los resultados indican que:

- el peso se considera como factor esencial en la explicación del fenómeno con escasísima intervención de la relación peso-volumen, en las teorías de los sujetos;
- el volumen (en la mayoría de los casos) no forma parte de los conceptos con los que construyen sus teorías sobre la flotación;
- sólo los sujetos de mayor edad relacionan el peso y el volumen del objeto (utilizando o no el concepto de densidad) o entre esta relación y la correspondiente en el caso del agua.

En las revistas más importantes de Didáctica de las Ciencias se recogen estudios sobre estos conceptos en relación a la flotación, que si bien se refieren a alumnos de Secundaria, todos hacen reflexiones didácticas sobre este contenido que pueden ser de utilidad.

- **Barral, F. M.** (1990). ¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 244-250.
- **Mazzitelli, C., Maturano, C., Núñez, G. y Pereira, R.** (2006). Identificación de dificultades conceptuales y procedimentales de alumnos y docentes de EGB sobre la flotación de los cuerpos. *Eureka*, 3(1), 33-50.
- **Álvarez Pérez, V.M. y Bernal Gómez, M.** (2000). Explicaciones cotidianas y científicas sobre flotar y hundirse. *Alambique*, 25, 55-65.

Energía



La magnitud energía es una construcción humana relativamente alejada de lo perceptivo, esto quiere decir que no está ligado directamente a una sensación, impresión o sentido concreto. Existen propiedades como la distancia, el color o el sonido que sí son percibidos directamente por nuestros órganos. Esto implica que tenemos un punto común, una experiencia compartida y, por tanto, es posible comenzar a estructurar su significado desde una situación conocida por todos. Pero, dado que la energía no tiene este referente perceptivo —no se ve, no se huele, no se oye...— su trabajo en el aula presenta, por tanto, una situación muy estimulante.

Centrándonos en el currículo, el término energía aparece en cada uno de los tres ciclos en los que se divide la Educación Primaria; además, lo hace de forma expresa con el título «Materia y energía».

En el cuadro siguiente recogemos el conjunto objetivos y los criterios de evaluación relacionados con este tópico para cada ciclo.

	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Bloques de contenido	Bloque 4 «Materia y energía»	Bloque 4 «Materia y energía»	Bloque 4 «Materia y energía»
Objetivos	Reducción, reutilización y reciclaje de objetos y sustancias. Ahorro energético y protección el medio ambiente.	La energía y los cambios. Fuentes y usos de la energía. Intervención de la energía en la vida cotidiana. El uso responsable de las fuentes de energía en el plantea. El ahorro energético.	Concepto de energía. Diferentes formas de energía. Fuentes de energía... Energías renovables y no renovables. Beneficios y riesgos relacionados con la utilización de la energía: agotamiento, lluvia ácida, radiactividad. Desarrollo sostenible.

Criterios de evaluación	No se indican	Identificar fuentes de energía comunes y procedimientos y máquinas para obtenerla, poner ejemplos de usos prácticos de la energía y valorar la importancia de hacer un uso responsable de las fuentes de energía del planeta.	Planificar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas,....
--------------------------------	---------------	---	--

Como acabamos de ver, el término energía aparece en todos los ciclos de la etapa de Primaria, además, figura en el título de uno de los bloques. Las razones son numerosas pero, de forma sintética y tomando como base lo comentado en el currículo, parece que la importancia del concepto energía se centra en:

- Su relación con cuestiones ambientales. Así es posible observar como se establecen relaciones directas entre energía y sus repercusiones sobre el entorno natural.
- Su relación con aspectos sociales como el ahorro energético y los efectos sobre nuestra forma de vivir, las dinámicas sociales, etc.
- Su relación con la comprensión de otros conceptos como la luz, la electricidad, el transporte, etc.

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE LA ENERGÍA

Sobre esta temática nos interesó explorar dos asuntos.

1. Cómo ven la energía.
2. Cómo ven la conservación o transformación la energía.

Las cuestiones planteadas fueron las siguientes:

- Escribe tres palabras que para ti estén relacionadas con la energía.
- Define energía con tus palabras.
- ¿De dónde sale la energía?

- ¿De dónde sale la energía para mover un juguete?
- ¿De dónde sale la energía para que funcione la tele?

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ VEN LA ENERGÍA Y SU CONSERVACIÓN O TRANSFORMACIÓN

Han sido analizadas las ideas relacionadas con la «energía» de 70 alumnos de los tres ciclos de Educación Primaria (2.º, 4.º y 6.º curso). Para ello les propusimos las siguientes cuestiones:

1. Cómo ven la energía

Escribe tres palabras que para ti estén relacionadas con la energía

Cuando les solicitamos que dijeran tres palabras relacionadas con nuestro tópico recogimos de forma mayoritaria los alimentos, también obtuvimos los términos: luz y electricidad. Los alumnos a partir de 2.º de Primaria, además, mencionan el ejercicio físico y los electrodomésticos, mientras que los de 6.º curso comenzaron a abrir el abanico de posibilidades y hablan de sol, saltos de agua, pilas, baterías y términos relacionados con el ahorro y el medioambiente (no gastar, cuidar, proteger, no consumir...).

Escribe tres palabras relacionadas con la energía	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Alimentos	50 %	80 %	70 %
Electricidad (pilas, luz, enchufe...)	40%	70 %	80 %
Haciendo ejercicio, durmiendo	50 %	30 %	10 %
Agua, Sol, viento...	20 %	40 %	70 %
Consumen-gastan (calefacción, electrodomésticos...)	10 %	20 %	50 %
Producen: saltos de agua, energía solar...	—	20 %	50 %
No saben / No contestan	40 %	10 %	5 %

Observemos que en el primer ciclo existe un porcentaje muy elevado de los alumnos que no responden, mientras los demás suelen dar varias respuestas. Esto indica que para algunos de los escolares más jóvenes el término energía no forma parte de su vocabulario.

Define energía con tus palabras

Cuando se pide que definan energía, la imaginación se dispara y hemos de acudir a los cursos de los niveles superiores para encontrar definiciones que tengan algo de coherencia. En la siguiente tabla hemos agrupado las respuestas en categorías que recogen la idea que parecen intentar expresar los niños.

Define energía con tus palabras	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Te da fuerza, vida... o te mueres, sirve para puedas hacer cosas...	50 %	80 %	70 %
Hace que las cosas funcionen	5 %	70 %	70 %
Tenemos que tener cuidado, se pierde, desaparece, es cara...	—	20 %	50 %
Lo usan las máquinas (lavadora, coches...)	5 %	40 %	70 %
No saben / No contestan	40 %	15 %	10 %

Algunos alumnos de 6.º, último curso, comienzan a sugerir que la energía «pasa» de un cuerpo a otro o que la energía que tenía **A** ahora está en **B**. De estas afirmaciones es difícil concluir que ya manejen el principio de conservación pero, ciertamente, estos planteamientos pueden ser utilizados como cimientos para edificar un axioma ten importante.

2. Cómo ven la conservación o transformación la energía

¿De dónde se obtiene la energía?

Obviamente, cuando se pregunta sobre dónde obtener energía, las respuestas están relacionadas con los términos utilizados anteriormente. En concreto, todos piensan que se puede obtener energía de los alimentos, los alumnos de 2.º ciclo agregan, de forma muy clara, algunas fuentes de energía y los de 6.º añaden el viento, el agua (presas) y los recursos medioambientales.

De dónde sale la energía	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
De los alimentos	60 %	80 %	90 %
De la electricidad (pilas, luz, enchufe...)	40%	70 %	80 %
Salto de agua, energía solar, viento...	—	20 %	40 %
No saben/No contestan	30 %	10 %	5 %

Volvemos a observar que en el primer ciclo existe un porcentaje muy elevado de alumnos que no responden.

Cómo se mueven las cosas

Cuando se les pregunta por la energía para realizar algunas acciones como mover un coche o que funcione la tele, las respuestas se centran en tres grandes ítems como se puede ver en las tablas adjuntas: los alimentos, la electricidad y el elemento que está en contacto con el objeto en cuestión, por ejemplo, la mano o el enchufe.

De dónde sale la energía para mover un juguete	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
De los alimentos	20 %	80 %	90 %
Brazos, manos, cuerpo (fuerza, vitalidad, estar vivos...)	60%	30 %	10 %
De respirar	—	60 %	60 %
No saben/No contestan	30 %	10 %	5 %

De dónde sale la energía para que funcione la tele	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
De la electricidad	40 %	80 %	90 %
Cables, enchufes, luz, interruptor	30 %	30 %	10 %
De la central eléctrica	—	—	10 %
No saben/No contestan	50 %	10 %	5 %

NIVELES DE CONOCIMIENTO

Si bien existen varias jerarquías ligeramente diferentes, aquí hemos optado por proponer tres niveles de menor a mayor complejidad:

- El alumnado considera la energía como sinónimo de vitalidad y asocia la ganancia de energía con el alimento y la «perdida» con el ejercicio físico.
- Aunque la energía sigue siendo un término próximo al de vitalidad (fuerza, ejercicio físico...), se enriquece su visión con algunos elementos percibidos experiencialmente. En cierta modo, se extiende la primera visión exclusivamente personal y se admite que algunos dispositivos eléctricos y los vehículos tienen que «comer» su peculiar alimento del mismo modo que un caballo debe alimentarse para seguir vivo y llevarnos a pasear, momento en el que «pierde» su energía.

Estos nuevos datos son utilizados para dar explicaciones sobre la necesidad de ahorrar, controlar y gestionar la energía y el medioambiente. Parece que el alumnado que se encuentra en este nivel habría encontrado un «artificio» para dar explicaciones sobre como se comporta el mundo que nos rodea. Recogiendo varias afirmaciones de los escolares podríamos sinterizar diciendo que «hay que conseguir energía para hacer que las cosas funcionen, cuando lo hacen se pierde la energía y hay que repostar». Obviamente, este planteamiento está aun lejos de la conservación de la energía.

- En este estadio, como ya hemos comentado, solo podemos encontrar algunos alumnos del último curso. De forma sintética la idea que manejan consiste en suponer que la energía «pasa» de un cuerpo a otro o que la energía que tenía A ahora está en B. Aun no son capaces de utilizar el principio de conservación de forma general pero, ciertamente, estos planteamientos pueden ser utilizados como base en cursos superiores. Este planteamiento se percibe claramente cuando consideran que la energía «sale» de las fuentes de energía de la naturaleza y que por tanto hay que cuidar para que no se agoten.

PARA SABER ALGO MÁS...

Como ya se ha comentado el número de estudios sobre los conocimientos previos del alumnado y el profesorado para este tópico es casi inabarcable. Sin embargo, podemos encontrar algunos trabajos que resumen de modo muy operativo lo conocido sobre el tema y recogen algunos resultados que pueden ser útiles para el trabajo en el aula.

- **Varela, P., Favieres, A., Manrique, M. J. y Pérez de Landazábal, M.C.** (1993). *Iniciación a la Física en el marco de la teoría constructivista*. Madrid: C.I.D.E.

Este libro se centra en el diseño, implementación y evaluación de material curricular para la enseñanza del concepto de energía a partir de los conocimientos previos de los estudiantes de Secundaria, buscando mejorar la enseñanza y, como consecuencia, el aprendizaje de la física.

- **Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A.** (1989). *Ideas científicas de la infancia y la adolescencia*. Madrid: MEC Morata.

Una revisión de las investigaciones sobre las concepciones que sostienen los estudiantes sobre diversos fenómenos naturales: la luz, el calor, las fuerzas, el movimiento, la estructura de la materia y la electricidad, realizada por profe-

sores de Ciencias de distintas partes del mundo. Se analiza el modo en que estas concepciones cambian y se desarrollan con la enseñanza.

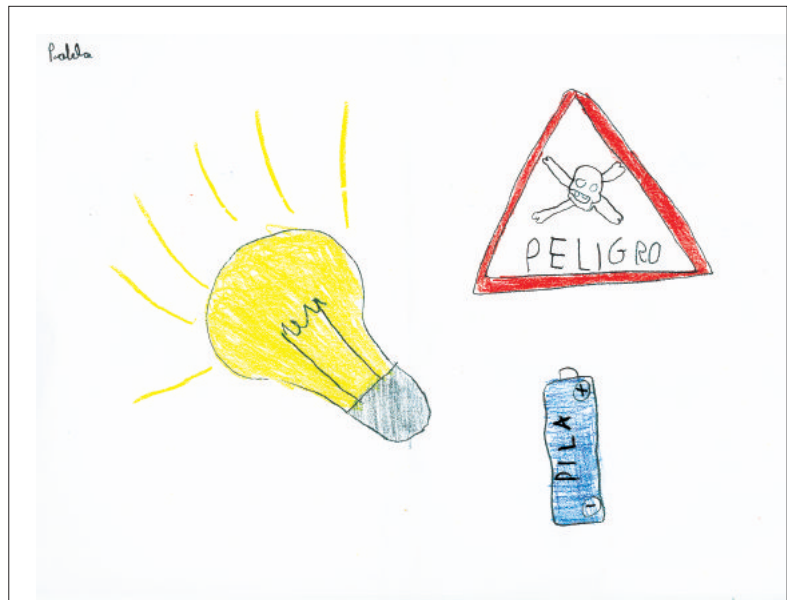
- **Hierrezuelo, J. y Montero, A.** (1988). *La ciencia de los alumnos*. Barcelona: Laia

Se da una visión general sobre qué son las ideas previas y la importancia que éstas tienen para el proceso de enseñanza y aprendizaje, y se hace una revisión general de las ideas previas conocidas en Física y Química y sus consecuencias para la enseñanza. Al final de cada capítulo se proponen algunas sugerencias didácticas.

En las siguientes páginas web se pueden encontrar información y diversas actividades sobre la energía:

Dirección de internet	Descripción
http://recursostic.educacion.es/apls/informacion_didactica/1387	Aplicación multimedia del ITE concebido como material de apoyo sobre la energía y las fuentes de energía para el tercer ciclo de Primaria. Presenta actividades en tres niveles de complejidad.
http://www.rinconeducativo.org/index.jsp	Rincón educativo de la asociación del Foro Nuclear para el alumnado desde Primaria hasta Bachillerato.
http://www.solarizate.org/	Propuesta educativa del IDAE y Greenpeace para el trabajo en el aula de las energías renovables, tanto en Primaria como en Secundaria.

Electricidad



En el currículo de Educación Primaria, el tópico Electricidad no aparece expresamente hasta el tercer ciclo, dentro del bloque 4 «Materia y energía».

La ausencia del término Electricidad en los dos primeros ciclos de Educación Primaria es algo absolutamente inaudito. Sin embargo, si hacemos un esfuerzo y observamos detenidamente el currículo, resulta posible encontrar alusiones genéricas, en los niveles iniciales, que podemos vincular a un aspecto tan habitual y cercano para nuestros escolares como la electricidad.

En el siguiente cuadro se recogen los objetivos relacionados con este tópico, la ubicación dentro de los bloques de contenido y los criterios de evaluación.

	Primer y segundo ciclo	Tercer ciclo
Bloques de contenido	<p>Bloque 4: «Materia y energía»</p> <p>Bloque 5: «Objetos, máquinas y nuevas tecnologías»</p>	<p>Bloque 4: «Materia y energía»</p> <p>Bloque 5: «Objetos, máquinas y nuevas tecnologías»</p>
Objetivos	<p>«... algunas de las aplicaciones de la ciencia en la creación de materiales y productos de uso cotidiano».</p> <p>... inventos [que] hayan contribuido decisivamente a la mejora de la calidad de vida actual en relación con generaciones anteriores (en el hogar, en el transporte y las comunicaciones, en el ocio)</p>	<p>Electricidad: la corriente eléctrica. Circuitos eléctricos.</p> <p>Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad.</p> <p>Observación de algunos fenómenos de naturaleza eléctrica y sus efectos (luz y calor). Atracción y repulsión de cargas eléctricas.</p>

Criterios de evaluación	No se indican	Planificar y realizar sencillas investigaciones, mediante una aproximación al método científico, para estudiar el comportamiento de los cuerpos ante la luz, la electricidad, el calor... Y saber comunicar los resultados. Planificar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla combinando el trabajo individual y en equipo.
--------------------------------	---------------	--

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE LA ELECTRICIDAD

Para detectar las ideas del alumnado nos ha interesado explorar las siguientes cuestiones:

1. ¿Cómo conciben la electricidad?
2. ¿Qué importancia dan a la electricidad?
3. ¿Qué circuitos eléctricos conocen?

La tarea propuesta a los alumnos es la siguiente:

- Escribe tres palabras que para ti estén relacionadas con la electricidad.
- Imagínate que llegas a un pueblo donde no hay electricidad. ¿Cómo les explicarías qué es la electricidad?
- ¿Qué te gustaría averiguar sobre la electricidad?
- Con estos materiales, dibuja lo que harías para encender la bombilla



RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ VEN LA ELECTRICIDAD

A continuación, mostramos los resultados de una clase de 21 alumnos de 6.º de Primaria. También comentamos algunas las conclusiones más generales extraídas de entrevistas y cuestionarios realizados a lo largo de los últimos cursos.

1. ¿Cómo ven la electricidad?

Escribe tres palabras que para ti estén relacionadas con la electricidad

Los datos de nuestro grupo de alumnos indican que la mayoría de los escolares relacionan la electricidad con palabras como enchufe, clave y bombilla pero, prioritariamente, lo asocian con la luz, hasta tal punto que casi utilizan ambas palabras como sinónimos. También es posible encontrar referencias al uso de aparatos como televisores, calefacción, DVD, etc., pero siempre en menor medida.

Escribe tres palabras que para ti estén relacionadas con la electricidad	Porcentaje
Luz, bombilla...	95 %
Cables, enchufe, interruptor...	80 %
Pila	40 %
Energía	20 %
Televisores, calefacción, aparatos música, electrodomésticos...	10 %
Lámpara, fusible, plomos, ladrón	5 %
No contesta	5 %

¿Cómo explicarías qué es la electricidad si llegases a un pueblo muy retirado sin corriente?

Esta cuestión trata de averiguar cómo los alumnos de Primaria se imaginan la electricidad. También es posible utilizar preguntas como «por qué se enciende una bombilla», etc. Las respuestas suelen hacer uso de palabras como «energía», «algo», «corriente», «algo»... Una respuesta típica sería «es una energía muy potente que va por los postes de la carretera y lleva luz a las casas».

¿Cómo explicarías qué es la electricidad?	Porcentaje
Es una energía,	40 %
Es una fuerza, es algo, una cosa...	40 %
Se transporta por cables	80 %
Sirve para tener luz (calor, la consola, electrodomésticos...)	40 %
No sé	40 %
No contesta	10 %

Si agrupamos las respuestas en categorías más amplias nos encontramos con una distribución como la que se muestra en la tabla. Como se puede observar no ofrecen ninguna explicación, más bien, describen como es transportada, que utiliza cables o que hace funcionar los dispositivos eléctricos. También es frecuente que respondan que no saben qué es o cómo se produce.

2. ¿Qué importancia dan a la electricidad?

¿Qué te interesaría conocer sobre la electricidad?

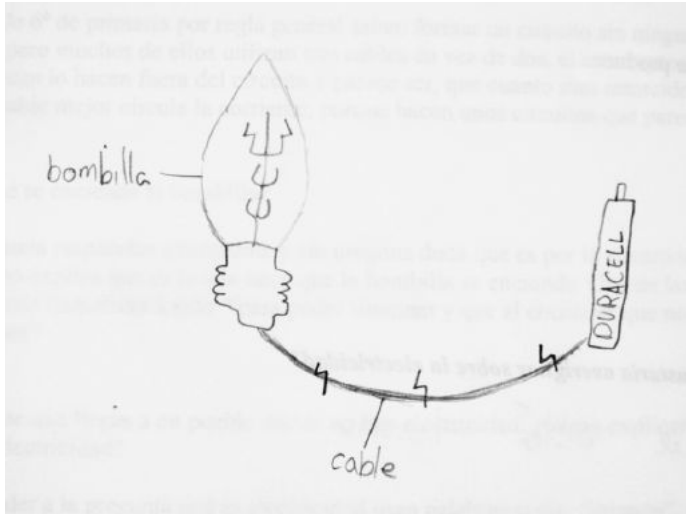
Las respuestas a esta cuestión se agrupan en dos grandes grupos. Una mayoría de alumnos tienen curiosidad por saber como funcionan los aparatos relacionados con su ocio y a la informática (60 %). Otros, centran su interés en el origen de la electricidad (30 %): de dónde sale, cómo la cogen, cómo la consiguen, cómo se gasta... También podemos encontrar otros intereses pero de un modo más anecdótico, cómo: el funcionamiento de los electrodomésticos (20 %). En cualquier caso, es habitual que ciertos alumnos acumulen varias dudas en torno a la electricidad mientras otros no muestra interés por el asunto (40 %).

3. ¿Qué circuitos eléctricos conocen?

Dibuja un circuito eléctrico que haga funcionar la bombilla con los dispositivos que aparecen más abajo

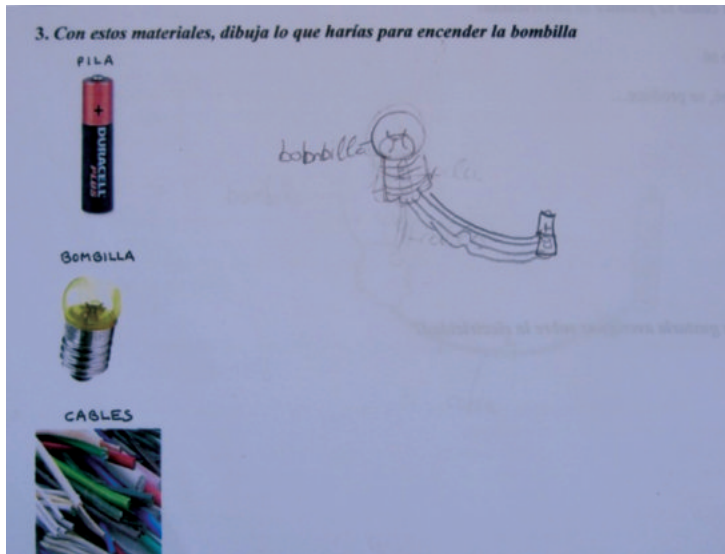
Naturalmente, creemos que es necesario analizar su competencia experimental. Para ello se les pidió que conectaran una bombilla a una pila, suministrándoles cables, una pila cilíndrica y una bombilla sin portalámparas. Sus respuestas muestran un amplio abanico de concepciones alternativas, como han categorizado nume-

rosos autores. Centrándonos en nuestros escolares, observamos que muchos de ellos no tienen asumida la necesidad de cerrar el circuito. Piensan que si la «electricidad» está en la pila y, por tanto, solo hay que hacerla llegar a la bombilla.

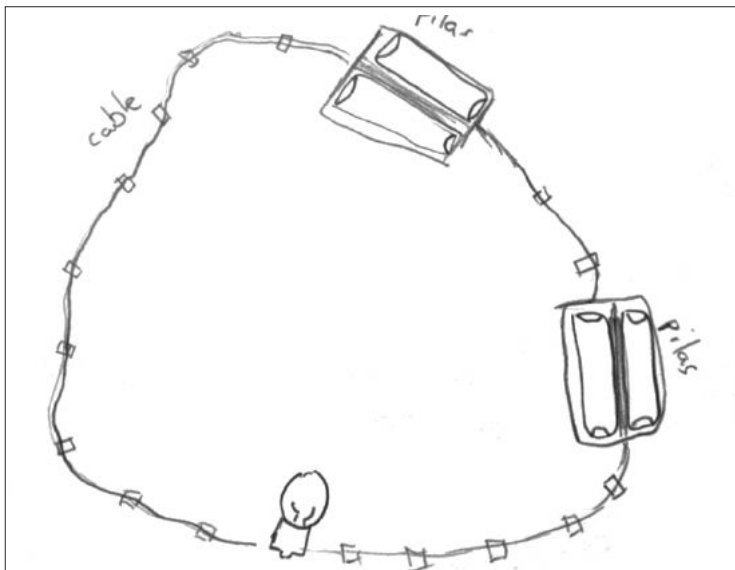


Cuando colocan más de un cable, no suelen pensar en cerrar el circuito, más bien parecen imaginar que así la «electricidad» tendrá más «caminos» para llegar y resultará más fácil. En las figuras adjuntas podemos observar algunos ejemplos.





También encontramos algunos ejemplos de circuitos que harían funcionar la bombilla



En porcentajes los resultados muestran una clara inclinación a imaginar las pilas como contenedores de “electricidad” y los cables como tuberías de transporte.

Tipos de circuitos detectados	Porcentaje
Un solo cable conecta pila a bombilla	40 %
Varios cables conectan pila a bombilla	40 %
Coloca los dispositivos y no los conecta	5 %
Se cierra el circuito	5 %
No contesta	10 %

NIVELES DE CONOCIMIENTO

A partir de nuestra experiencia y de las aportaciones de otros autores nos ha sido posible obtener tres niveles de conocimiento sobre la electricidad que de menor a mayor complejidad, se caracterizan como sigue:

- En este primer nivel los escolares aun no han iniciado un auténtico contacto con el uso de la electricidad y se circunscriben a su uso doméstico: encender y apagar la luz, ver como se enchufan los aparatos, asumir que no se debe tocar, ver que se cambian las pilas, etc. Sus ideas vienen impuestas por su entorno y es posible reconocer en sus expresiones el origen de sus concepciones.
- La electricidad es vista como una energía almacenada. El caso más claro es el de las baterías o pilas. Para los alumnos más jóvenes la pila representa un «almacén de electricidad».
- «La electricidad como fluido». Esta representación consistente en pensar que la corriente eléctrica es como una especie de fluido encerrado en unos «tubos». En los niveles más elevados de esta concepción, la batería es vista como una bomba que impulsa el fluido. Con esta visión, es posible elaborar circuitos simples, pero resulta insuficiente para entender los equilibrios de potencial eléctrico producidos entre los componentes de un circuito.

PARA SABER ALGO MÁS...

- **Shipstone, D.** (1989). Electricidad en circuitos sencillos. En la obra de Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, pp. 62-88 Madrid: Morata.

Es un libro de fácil lectura que aborda las ideas más sobresalientes del movi-

miento de las ideas previas. Tiene un capítulo sobre las ideas de los alumnos en circuitos eléctricos. Es un texto de obligada lectura que ha marcado en gran parte las líneas generales de la investigación en ideas previas.

- **Cosgrove, M. y Osborne, R.** (1991). Secuencia de enseñanza sobre la corriente eléctrica. En la obra de Osborne y Freyberg: *El aprendizaje de las Ciencias. Implicaciones de la Ciencia de los alumnos*, pp. 185-205. Madrid: Narcea.

Los autores proponen un «modelo generativo de aprendizaje» desarrollado en cuatro fases. Subrayan la eficacia de este método para ayudar a los alumnos (niños en edades comprendidas entre 11 y 14 años) a pasar de la noción de electricidad «consumida» a aquella de corriente conservada en un conjunto del circuito eléctrico.

- **Varela, M. P., Favieres, A., Manrique, M. J. y Pérez de Landazábal, M.C.** (2000). *Electricidad y Magnetismo*. Madrid: Síntesis.

El libro recoge aportaciones en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales y ofrece soluciones realistas y contrastadas a los problemas que presenta la enseñanza de esta parte de la física para alumnos de la ESO y de Bachillerato. El libro está dirigido a profesionales en ejercicio y futuros profesores.

Estados físicos y cambios de estado



1



2



3



4

- 1 Son los puntos que están en todas las cosas.
- 2 Es una gota.
- 3 Gotitas dentro.
- 4 Estos son bichos. Es una gota de agua contaminada.

En el currículo de Educación Primaria, el concepto de Materia aparece en los tres ciclos y lo hace de forma expresa como título de uno de los bloques contenido (Materia y Energía). Este hecho habla de la importancia que se otorga a este concepto tan inclusivo.

Si se observa detenidamente el texto legal se puede comprobar que este concepto se desarrolla de forma progresiva. Primero, con una aproximación sensorial para, posteriormente, agregar matices, profundizar en detalles y considerar criterios de evaluación más específicos en cada ciclo. De forma muy sintética, podríamos decir que para desarrollar el tópico Materia, en el primer ciclo se parte de una idea intuitiva a partir de la percepción inmediata a través de los sentidos. En los siguientes ciclos, se busca diferenciar progresivamente las propiedades macroscópicas y sus correspondientes magnitudes y procedimientos de medida.

Si centramos nuestra atención en un aspecto tan importante para la comprensión de la materia como los estados físicos y sus cambios, podemos encontrar un ejemplo de esta forma de desarrollo progresivo. Así, en el primer ciclo en el bloque 4 «Materia y energía» se indica:

La materia y sus propiedades. Tipos de materiales. Clasificación según criterios elementales.

Y se aclara en los «criterios de evaluación» de este mismo ciclo, diciendo:

Identificar propiedades físicas observables de los materiales (olor, sabor, textura, peso/masa, color, dureza, estado o capacidad de disolución en agua), relacionando algunas de ellas con sus usos...

Posteriormente, en el segundo ciclo se indica:

La materia y sus propiedades. Tipos de materiales... Cambios físicos: cambios de estado...

Por último, en el tercer ciclo se especifica y profundiza:

Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades. Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución.

Llegando a establecer entre los criterios de evaluación:

Planificar y realizar sencillas investigaciones, mediante una aproximación al método científico, para estudiar el comportamiento de los cuerpos...

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE ESTADOS FÍSICOS Y CAMBIOS DE ESTADO

El conjunto que tareas que hemos considerado adecuadas para detectar las ideas del alumnado podemos agruparlas como sigue:

1. Para detectar cómo visualizan los estados físicos de la materia y su estructura:
 - Pon 3 ejemplos de cosas para cada caso y di en qué se parecen:
 - a) sólido
 - b) líquido
 - c) gas
 - Imagínate que tienes unas gafas mágicas, con las que puedes ver todo. Dibuja lo que verías en el interior de
 - a) Una gota de agua
 - b) Un sólido, como un trozo de hielo
 - c) Dentro un globo lleno de vapor de agua
 - En la habitación donde estás hay aire, que es un gas, ¿dónde está?, ¿se mueve?
 - ¿Cómo crees que está hecho un sólido?, ¿y un líquido?, ¿y un gas?
 - ¿De qué crees que está hecho lo que te rodea?
 - ¿Qué forma tiene un gas?:
 - a) variable,
 - b) la del recipiente,
 - c) siempre la misma,
 - d) ocupa todo el recipiente,
 - e) ninguna de ellas, la forma que tiene es.
 - ¿Qué forma tiene un líquido? :

- a) variable,
 - b) la del recipiente,
 - c) siempre la misma,
 - d) ocupa todo el recipiente,
 - e) ninguna de ellas, la forma que tiene es.
- ¿Qué forma tiene un sólido? :
 - a) variable,
 - b) la del recipiente,
 - c) siempre la misma,
 - d) ocupa todo el recipiente,
 - e) ninguna de ellas, la forma que tiene es.
-

2. Para saber si conocen las acciones ligadas a los cambios de estado:

- Si tienes un vaso con cubitos de hielo, ¿qué tienes que hacer para que se evapore?
- Si tienes un vaso con cubitos de hielo, ¿qué tienes que hacer para que se vuelva líquido?
- Si tienes un vaso con agua, ¿qué tienes que hacer para que se evapore?
- Si tienes un vaso con agua, ¿qué tienes que hacer para que se vuelva sólida?
- Si tienes un globo con vapor de agua, ¿qué tienes que hacer para que se haga líquida?
- ¿Qué crees que sucederá si ponemos un cubito de hielo al sol?
- ¿Qué crees que sucederá si metemos un vaso de agua en el congelador?
- ¿Qué crees que sucederá si calentamos un cazo con agua?
- ¿Qué crees que sucederá si ponemos un cubito de hielo en un cazo y lo calentamos?
- Imagínate que dejas un frasco de colonia abierto en tu habitación. Al cabo de un rato vuelves y notas que huele a la colonia. ¿Qué crees que ha sucedido?
- ¿Puedes transformar un trozo de hierro en hierro líquido? ¿Cómo lo harías? ¿Lo has visto alguna vez?

También es posible añadir otros interrogantes para profundizar más en el conocimiento que el alumnado tiene sobre los cambios de estado y cómo diferencia estos cambios de los químicos. Las preguntas pueden ser:

- ¿En qué se diferencia lo que tienes ahora de lo que tenías (hielo, agua líquida, vapor)?
- ¿En qué se parece lo que tienes ahora de lo de antes (hielo, agua líquida o vapor)?
- ¿Pesan lo mismo (tras el cambio)?

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ VEN LOS ESTADOS FÍSICOS Y SUS CAMBIOS

De los estados físicos y sus cambios también se puede tratar con escolares muy pequeños (1.º de Primaria). Con ellos resulta más conveniente llevar a cabo entrevistas verbales a partir de una experiencia inmediata que entregarles una tarea para realizar por escrito.

A continuación transcribimos una entrevista con una niña de 6 años y medio (Irene):

Profe: [mostrando unos cubitos de hielo]: ¿Sabes que es esto?

Irene: Sí, hielo.

Profe: ¿Y de qué está hecho?

Irene: De agua.

Profe: ¿Entonces es lo mismo?

Irene [dudando]: No

Profe: Pero, si está hecho de lo mismo, será lo mismo.

Irene [dudando]: Es casi lo mismo, pero frío.

Profe: ¿El hielo está frío?

Irene: Sí, mucho.

Profe: ¿Sabes dónde hay hielo?

Irene: Sí. En el Polo Norte y en las montañas... Y en la calle en invierno.

Profe: ¿Sabes cómo se hace?

Irene: No. Bueno... cuando hace frío.

Profe: En casa, ¿tenéis hielo?

Irene: Ah!!! Sí, en la nevera.

Profe: ¿Qué pasa si dejamos estos hielos mucho tiempo aquí?

Irene: Se deshacen

Profe: ¡Se deshacen! ¿Y qué pasa?

Irene: Se hace un charco.

...

Conviene subrayar que tanto en esta conversación como en otras, fue posible comprobar la existencia de dudas al plantear si hielo y agua estaban hechos de lo mismo. Además, en algunas entrevistas se pudo observar que algunos escolares no entendían qué le podía suceder al hielo si se le deja sobre la mesa. Parece que no podían imaginar que se «transformara»; debían pensar que eso solo ocurre en los cuentos... Los alumnos de esta edad puede que no hayan tenido mucho trato con el hielo o con el vapor de agua. En ciertos hogares, los niños y niñas no tienen acceso a la cocina y, por tanto, no han podido experimentar cómo se congela el agua o cómo hierve.

Del conjunto de entrevistas y tareas escritas realizadas en los últimos cursos hemos podido extraer algunas conclusiones sobre cómo los escolares ven los estados físicos y sus cambios. Las respuestas las hemos agrupado por ciclos pero algunas cuestiones planteadas en las entrevistas (para los 24 niños de 1.^{er} ciclo) no tuvieron reflejo en las tareas escritas (para los 63 niños de 2.^o y 3.^{er} ciclo) y viceversa. Esto significa que no todos los alumnos respondieron a las mismas preguntas.

1. ¿Cómo es la estructura de la materia?

Para detectar cómo visualizan los estados físicos de la materia y su estructura se les planteó la siguiente prueba: imagina que tienes unas gafas mágicas con las que puedes ver todo. Dibuja lo que verías en el interior de:

- a) Una gota de agua.
- b) Un sólido, como un trozo de hielo.

c) Dentro un globo lleno de vapor de agua.

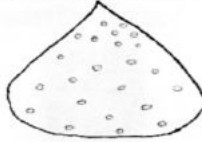
Inicialmente, los niños y las niñas no suelen considerar la existencia de partículas constituyentes de la materia, por esta razón no se planteó esta cuestión para los alumnos de primer ciclo. Más adelante, suelen seguir teniendo una visión continua de la materia, mayoritariamente, y cuando comienzan a considerar la existencia de partículas, suponen que tienen las mismas propiedades que la sustancia macroscópica. En particular, entre las respuestas recogimos que las partículas constituyentes del agua son gotitas de agua; las del hielo, cubitos y las de cualquier gas, vapor de agua. Por otra parte, no dan mucha importancia al movimiento y las fuerzas de interacción entre partículas, cuando consideran su existencia.

«Interior» de los estados físicos	1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
El agua está formada por una estructura continua	—	80 %	60 %
El agua está formada por muchas gotitas	—	50 %	60 %
El agua está formada por partículas	—	5 %	10 %
El hielo está formado por una estructura continua	—	70 %	60 %
El hielo está formado por muchos cubitos pequeños	—	50 %	50 %
El hielo está formado por partículas	—	5 %	20 %
El vapor de agua está formado por una estructura continua	—	80 %	8 %
El vapor de agua está formado por aire, humo...	—	50 %	50 %
El vapor de agua está formado por partículas	—	0	5 %

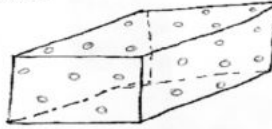
A continuación se muestran dos ejemplos de los dibujos realizados por los niños para explicar la estructura interna de la materia en sus diferentes estados físicos.

Edad: 11

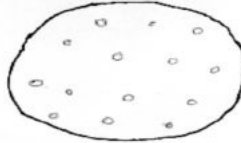
1.- Imagínate que ves la gotita más pequeña a través de una gran lupa. Dibuja lo que observarías dentro de ella.



2.- Imagínate que ves el cubito de hielo más pequeño a través de una gran lupa. Dibuja lo que observarías dentro de él.



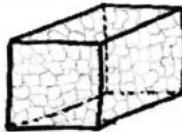
3.- Imagínate que tienes el vapor de agua que sale cuando te duchas con agua caliente, encerrado en un globo muy pequeño. Después lo ves a través de una gran lupa. Dibuja lo que verías dentro de él.



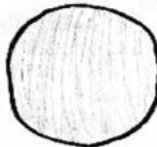
1.- Imagínate que ves la gotita más pequeña a través de una gran lupa. Dibuja lo que observarías dentro de ella.



2.- Imagínate que ves el cubito de hielo más pequeño a través de una gran lupa. Dibuja lo que observarías dentro de él.



3.- Imagínate que tienes el vapor de agua que sale cuando te duchas con agua caliente, encerrado en un globo muy pequeño. Después lo ves a través de una gran lupa. Dibuja lo que verías dentro de él.



2. ¿Cuáles son las características de los diferentes estados físicos?

En cuanto a las características de los diferentes estados físicos, el prototipo de sólido es rígido, duro y pesado. En realidad los términos rígido y duro son considerados como sinónimos, del mismo modo que pesado o masivo es también utilizado como sinónimo de denso. Por esta razón suelen indicar que los sólidos son más pesados que los líquidos y gases o que cuando un líquido cambia a estado sólido aumenta su peso.

Por otra parte, los líquidos pueden fluir y verterse, y son más pesados que los gases. Esencialmente, tienden a comparar los líquidos con el agua, llegando a utilizar ambas expresiones como sinónimos.

Las ideas habituales relativas a los gases están basadas en su experiencia cotidiana, usando las propiedades perceptivas que recuerdan del vapor de agua, el humo, las nubes, etc. La mayoría suele considerar el aire con un gas diferente de los otros y lo confunden con el oxígeno. Por otra parte, utilizan las características del gas combustible de casa (butano, gas natural...) como generales, llegando algunos a considerar que todos los gases son inflamables y tóxicos. Como se puede observar los escolares de primer ciclo tienen pocas ideas sobre los gases dado que su experiencia reflexiva con ellos es muy limitada. También hemos detectado que cuando se les plantean situaciones en las que su concepción falla tienden a atribuir a los gases propiedades semejantes a las de los líquidos.

En la siguiente tabla se resumen estos planteamientos.

Características de los estados físicos		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Sólidos	Duro/rígido	70 %	90 %	90 %
	Fuertes	40 %	10 %	0 %
	Densos/pesados/masivos	20 %	40 %	70 %
Líquidos	Son fluidos/son blandos/se doblan	70 %	90 %	90 %
	Pesan menos que los sólidos	—	10 %	30 %
	Pesan más que los gases	—	15 %	40 %
Gases	Los gases no se ven	60 %	80 %	80 %
	Son muy blandos/fluidos	—	80 %	80 %
	No pesan	—	10 %	15 %
	Explotan	5 %	10 %	15 %
	Huelen mal	10 %	20 %	20 %

Veamos un ejemplo:

2-Pon ejemplos de cada uno de los estados de la materia.

	SOLIDO	LIQUIDO	GAS
1-	silla	agua	vapor
2-	yo	leche	pedas
3-	balón	zumos	helio

3-Di semejanzas y diferencias entre los ejemplos solidos que has dicho.
 la silla y yo nos parecemos en que nos pueden coger, y al balón lo mismo.

4-Di semejanzas y diferencias entre los ejemplos de liquidos que has dicho.
 En que los tres se pueden beber y no se parecen porque tienen colores distintos.

5- Di semejanzas y diferencias entre los ejemplos de gases que has dicho.
 No se parecen en que no puedo coger ninguna, y no se parecen en que unos huelen y otros no.

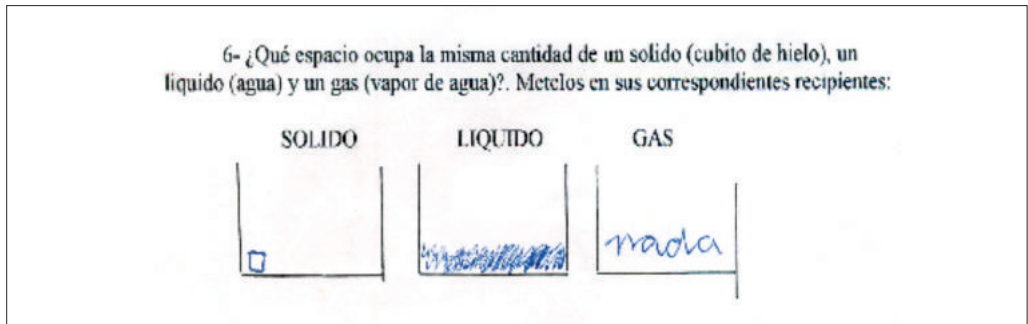
3. ¿Qué espacio ocupan los diferentes estados físicos?

Sobre esta cuestión es posible realizar varias preguntas distintas. Por ejemplo: «En la habitación donde estás hay aire, que es un gas, ¿dónde está?, ¿se mueve?».

También se puede indagar planteando: ¿Qué forma tiene un gas?, ¿y un líquido?, ¿y un sólido? En la siguiente tabla, se resumen sus respuestas.

Cuánto ocupan los diferentes estados de agregación		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Sólidos	Ocupa menos que un líquido	60 %	80 %	80 %
	Ocupa lo mismo que un líquido	20 %	10 %	20 %
	Ocupa menos que un gas	0 %	70 %	80 %
Líquidos	Ocupa menos que un sólido	10 %	20 %	20 %
	Ocupa lo mismo que un sólido	50 %	10 %	30 %
	Ocupa menos que un gas	0 %	80 %	80 %
Gases	Ocupa más que un sólido	20 %	90 %	90 %
	Ocupa más que un líquido	30 %	80 %	80 %
	No ocupa nada	70 %	20 %	10 %

Por ejemplo:



4. ¿Qué hay que hacer para cambiar el estado de un cuerpo?

Dentro de la enorme diversidad de posibles formas de preguntar y, consecuentemente, tipos de respuestas, en la tabla adjunta hemos recogido y agrupado los datos más significativos. Por ejemplo:

Por ejemplo:

Qué hacemos para cambiar de estado		1.º ciclo	2.º ciclo	3.º ciclo
Para descongelar hielo	Calentar	0 %	60 %	90 %
	Esperar	60 %	30 %	20 %
	Ponerlo en agua,	20 %	40 %	70 %
	No sé	40 %	5 %	0 %
Para evaporar agua	Calentar	40 %	90 %	90 %
	No sé	20 %	0 %	0 %
Para congelar agua	Ponerla en el congelador	60 %	80 %	90 %
	Enfriar	20 %	60 %	80 %
	Ponerlo en agua,	—	10 %	15 %
	No sé	20 %	0	0

2. ¿Cómo convertirías un sólido en un líquido?

Metó agua en el frigorífico en la de meter el hielo y al pasar unas dos horas lo saco y se va derretiendo y se convierte el líquido.

3. ¿Podrías convertir un líquido en un gas? Di cómo.

Pongo agua en la cocineta y luego lo pongo a hervir y sale gas.

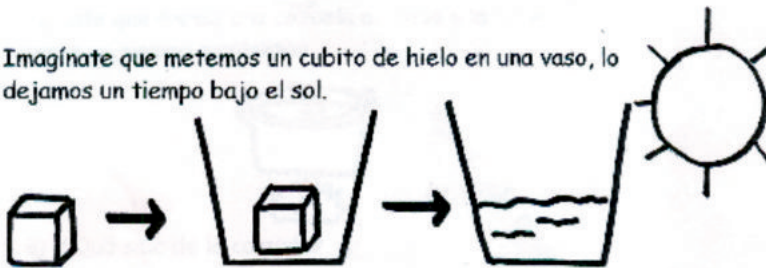
4. ¿Cómo convertirías un gas en un líquido?

Pues el gas que se pone en los cristales, se forma agua y se caen gotitas pequeñas por el cristal.

5. ¿Qué tendrías que hacer para convertir un líquido en un sólido?

Meterlo en el frigorífico y lo deajo 8 horas.

1) Imagínate que metemos un cubito de hielo en una vaso, lo dejamos un tiempo bajo el sol.



a) ¿Qué es lo que queda en el vaso? *agua*

b) ¿En qué se parece lo que queda en el vaso al cubito de hielo? ¿En qué se diferencian?

porque el agua que en el ultimo vaso es agua y en el segundo vaso un cubito de hielo.

3) Imagínate que tienes una cazuela de agua y la pones durante un tiempo a calentar:



a) ¿Qué sale de la cazuela?

vapor

b) ¿En qué se parece a lo que tenías antes?

En que las dos son agua

c) ¿En qué se diferencia?

en que el agua es líquida y el vapor no

NIVELES DE CONOCIMIENTO

En Primaria podemos apreciar básicamente tres niveles de complejidad creciente:

- El alumnado considera la materia como es percibida por nuestros sentidos (continua y estática). Bajo esta perspectiva, no se comprende la necesidad de dar explicaciones a los cambios de la materia: las cosas ocurren por que sí.
- Aunque la materia sigue siendo continua, se enriquece su visión con algunos elementos percibidos a través de la experiencia (diferencias en la compresibilidad entre líquidos y gases, permanencia de la sustancia en los cambios de estado, etc.). Estos nuevos datos son utilizados para dar una descripción del comportamiento de cada estado de agregación y sus cambios; si bien, el alumnado que se encuentra en este nivel habría encontrado un «artificio» para dar explicaciones, está aun lejos de una visión corpuscular.
- La materia ya se concibe formada por partículas, entre estas hay huecos, aun-

que estos puedan estar indistintamente vacíos o llenos de «algo». Este «algo» es lo que primeramente diferencia al alumnado de este nivel del siguiente que se escapa de nuestra etapa.

PARA SABER ALGO MÁS...

Existen muchos estudios sobre esta temática, sobre todo en Secundaria, al relacionarlo con el modelo corpuscular de la materia. Con alumnos de Primaria hay muchos menos, y entre ellos, destacamos:

- **Prieto, T., Blanco, A. y González, F.** (2000). *La materia y los materiales*. Madrid: Síntesis.

En el capítulo 2, sobre las concepciones de los alumnos sobre la materia y sus propiedades, se resumen los principales estudios sobre los tres estados físicos, señalando, por ejemplo, cómo el concepto de líquido es evidente mucho antes que el de sólido para los alumnos de Primaria. Los gases merecen un tratamiento especial, sobre todo el aire, pues son fuente de muchas dificultades. En el mismo capítulo se tratan los cambios de estado (ebullición, evaporación, condensación y fusión) y la conservación de la materia en dichos cambios. Por último, se señalan las principales dificultades en la comprensión de los cambios de estado:

- Basarse solo en las evidencias visuales.
- Dificultades para reconocer el vapor de agua, como agua en estado gaseoso que puede condensarse.
- Identificar los cambios de estado como algo exclusivo del agua.

En el capítulo 3 se hacen propuestas para orientar el tratamiento de los contenidos y su secuenciación, y en el capítulo 5, se sugieren actividades prácticas.

- **Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. y Wood-Robinson, V.** (1999). *Dando sentido a la ciencia en Secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Morata.

En el capítulo 9 se recogen multitud de estudios sobre cada uno de los estados físicos y de los cambios de estado. Muchos de ellos se refieren a alumnos de Primaria, por ejemplo, el trabajo de Stavy y Stachel con niños de Israel de entre 5 y 13 años, en el que se detecta que los más pequeños asocian «sólido»

a «rígido», pero si está en polvo, lo consideran líquido porque, entre otras «razones» se puede verter como los líquidos.

En el mismo texto también hay un capítulo dedicado al agua (cap. 12), en el que se hace referencia a los tres estados y a los diferentes cambios. Tampoco podía faltar un capítulo dedicado al aire (cap. 13) en el que se propone un desarrollo de las ideas de los alumnos desde los 5 a los 16 años sobre sus diferentes propiedades físicas.

Cambios químicos



En el currículo de Educación Primaria de la Comunidad de Madrid aparece en cada uno de los ciclos de esta etapa un bloque dedicado a «Materia y Energía». Uno de los contenidos que se contempla son los cambios químicos.

Así, en el primer ciclo se indica: «Iniciación práctica a la ciencia. Aproximación experimental a algunas cuestiones elementales (fuerzas, magnetismo, reacciones químicas». En el segundo ciclo se propone: «Cambios químicos: la combustión». Por último, en el tercer ciclo se señala: «Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación».

En el currículo oficial no se incluyen criterios de evaluación específicos sobre este contenido, sin embargo, después de consultar diferentes libros de texto de esta etapa educativa se puede señalar como criterio de evaluación: “Reconocer diferentes cambios físicos y químicos e Identificar la oxidación, la fermentación y la combustión como cambios químicos”.

Dado el carácter progresivo de este concepto, en Primaria, se pretende que elaboren la noción de cambio químico a nivel macroscópico, como un proceso en el que desaparecen unas sustancias y aparecen otras nuevas; esto se puede comprobar mediante el análisis de la variación de las propiedades características (densidad, punto de fusión y punto de ebullición, por ejemplo) de las sustancias iniciales y finales.

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS SOBRE LOS CAMBIOS QUÍMICOS

El propósito de dichas tareas es llevar a los alumnos a una situación de conflicto entre los hechos que se les va a presentar y las convicciones presentes en su mente. La intención es que para salir de dicho conflicto elaboren un nuevo esquema interpretativo en el que se admita la posibilidad de transformación de las sustancias en determinados procesos químicos.

El conjunto de tareas empleadas son las siguientes:

- Explica lo que es para ti un cambio químico
- ¿Podrías poner un ejemplo de cambio químico?
- De los siguientes fenómenos, ¿cuál es un cambio químico y por qué?

	Sí	No	No sé
Agua hirviendo			
Agua congelándose			
Un clavo de hierro se ha oxidado			
Una tarta de chocolate			
Poner azúcar en la leche y remover			
Leche que se ha cortado			
Un papel que se ha quemado por una cerilla			
Zumo de uva que se ha vuelto vino			
Un huevo cociéndose			
Sal disolviéndose en agua			

- Cuando ponemos en contacto ácido nítrico (que es un líquido incoloro) con el cobre (que es un sólido), al final tenemos un líquido de color verde y se desprende un humo de color marrón.

¿Qué crees que ha ocurrido? Elige sólo una opción mediante una cruz

El gas que se desprende es cobre

El cobre ha pasado de sólido a líquido y se ha convertido en el líquido verde

El gas que se desprende y el líquido verde son sustancias nuevas que no son ni el ácido nítrico ni el cobre

El gas que se desprende es el ácido nítrico

El ácido nítrico es el líquido de color verde.

- Di por qué has elegido esta respuesta

¿Se puede volver a obtener el cobre y el ácido nítrico? SÍ NO.

En caso afirmativo, di cómo.

- Cuando ponemos en contacto huevo, azúcar, mantequilla y un poco de levadura obtenemos una masa que tiene un aspecto diferente de cualquiera de los ingredientes que hemos añadido.

- ¿Qué ocurre cuando lo metemos en el horno? Marca con una cruz la opción que creas que explica lo que ocurre.
 - La masa se transforma en un bizcocho que es igual a cualquiera de los ingredientes que hemos utilizado.
 - La masa se transforma en un bizcocho que es diferente a cualquiera de los ingredientes que hemos utilizado.
 - El huevo y el azúcar desaparecen al meter dicha masa en el horno.
 - No ocurre nada.
- Di porqué has elegido esta respuesta

¿Podrías volver a obtener a partir del bizcocho los ingredientes iniciales? SÍ NO.
Si tu respuesta es afirmativa di cómo.
- ¿Has visto o sabes lo que ocurre cuando acercamos una cerilla a un papel? SÍ NO.
Si tu respuesta es afirmativa, responde a las preguntas:

¿Qué crees que ha ocurrido?

¿Qué es lo que tienes al final?

¿Qué ha pasado con el papel?

¿Podrías volver a obtener el papel? SÍ NO.
Si tu respuesta es afirmativa, di cómo.
- Los objetos de hierro quedan cubiertos por una capa de color más oscura cuando están expuestos al aire. (Normalmente decimos que el objeto se ha oxidado).

¿Qué crees que es la capa más oscura? Elige sólo una opción mediante una cruz

 - Hierro
 - Hierro oxidado
 - Cobre
 - Óxido de hierro
 - Otra respuesta

Razona la respuesta.

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS: ASÍ VEN LOS CAMBIOS QUÍMICOS

Algunas de las respuestas de una muestra de 20 alumnos de 6.º de Primaria sobre el concepto de cambio químico son:

- Cuando se tienen que juntar dos sustancias.

- La reacción que tienen dos sustancias al juntarlas.
- Cuando dos elementos se juntan y no se pueden separar.
- Cuando juntamos alguna mezcla y dan mezclas distintas y nos sale otra cosa diferente.
- Lo que ocurre al mezclar varias sustancias.
- Lo que ocurre al hacer una mezcla heterogénea.
- Lo que ocurre al juntar dos sustancias químicas.
- Una mezcla de dos sustancias que luego no se puede separar y que se convierten en una sola sustancia.
- Cuando al mezclar dos sustancias se produce un cambio en las dos sustancias.
- Lo que se produce al mezclar dos sustancias. Cambian las dos sustancias.
- Cuando se mezclan dos o más sustancias y no se pueden separar.
- Lo que pasa después de hacer una mezcla.
- La reacción de una sustancia ante una determinada situación.
- Cuando al hacer una mezcla ocurre algo como por ejemplo efervescencia, que desaparece... (cuando se evapora el alcohol).
- Cuando echa humo o sube, etc.

Los resultados nos indican que los alumnos asocian el cambio químico con todo aquello que provoca un cambio profundo en la naturaleza de las cosas (cambio de estado, cambio de color o forma, desprendimiento de gases, disolución...) o la desaparición perceptible de sustancias, mientras que si no hay desaparición de sustancias se interpreta como un cambio físico. Así, pueden ser interpretados como cambios químicos los cambios de estado, la separación de sustancias que estaban mezcladas. Aunque algunos alumnos tienen una idea de que los cambios químicos implican cambio de sustancias, no suelen emplear criterios operativos para clasificar un proceso como cambio físico o químico, tales como analizar el sistema inicial y final para la determinación de las propiedades características e identificación de las sustancias presentes.

Otra idea de los alumnos es que para producirse una reacción química es necesario que se mezclen sustancias diferentes, es decir, consideran que la mezcla de sustancias es suficiente para que se produzca un cambio químico. Los cambios quími-

cos no son vistos como una interacción entre varias sustancias que se influyen entre ellas sino como transformaciones separadas de cada una de las sustancias que interviene en dicho proceso.

En la pregunta sobre qué ocurre al poner en contacto el cobre y el ácido nítrico algunos alumnos concluyen que ha ocurrido una reacción, pues el gas que se desprende no puede ser ni cobre ni ácido, ya que a temperatura ambiente es gas mientras que el cobre es sólido y el ácido líquido. Podemos argumentar con los alumnos de que se trata pues de una sustancia con un punto de ebullición diferente, distinta a las dos sustancias de partida.

Respecto a qué ocurre al poner en contacto diferentes ingredientes e introducir la masa es un horno, la gran mayoría de los alumnos identifican que el bizcocho formado es diferente a los ingredientes iniciales, identificando correctamente que produce un cambio químico.

Sin embargo, en la interpretación de la combustión hay bastante confusión entre cambio de estado y reacción química. Algunos alumnos creen que la sustancia no ha cambiado, sencillamente se ha fundido o evaporado. El oxígeno (o el aire) casi nunca se menciona en la transformación sufrida.

Solamente un alumno de la muestra ha contestado correctamente a la pregunta relacionada con la oxidación, el resto no diferencia entre las sustancias de partida (hierro y oxígeno) y la sustancia obtenida en el cambio químico (óxido de hierro)

Estas son las tareas realizadas por algunos alumnos:

1. Explica lo que es para ti un cambio químico.

~~NO~~ SE CUANDO una ~~cosa~~ sustancia
pasa de un estado a otro

¿Podrías poner un ejemplo de cambio químico?

~~NO~~ de agua a gas

• De los siguientes fenómenos, ¿cuál es un cambio químico?:

	SI	NO	NO SE
Agua hirviendo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Agua congelándose.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un clavo de hierro se ha oxidado.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Una tarta de chocolate.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poner azúcar en la leche y remover.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leche que se ha cortado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un papel que se ha quemado por una cerilla	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zumo de uva que se ha vuelto vino.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un huevo cociéndose.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sal disolviéndose en agua.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Cuando ponemos en contacto ácido nítrico (que es un líquido incoloro) con el cobre (que es un sólido), al final tenemos un líquido de color verde y se desprende un humo de color marrón.



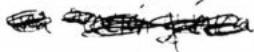
ACIDO NITRICO



COBRE



- ¿Qué crees que ha ocurrido? Elige sólo una opción mediante una cruz.



El gas que se desprende es el cobre.

El cobre ha pasado de sólido a líquido y se ha convertido en el líquido verde.

El gas que se desprende y el líquido verde son sustancias nuevas que no son ni el ácido nítrico ni el cobre.

El gas que se desprende es el ácido nítrico.

El ácido nítrico es el líquido de color verde.

- Di porqué has elegido esta respuesta.

Porque el acido nítrico a disuelto el cobre

- ¿ Se puede volver a obtener el cobre y el ácido nítrico?.

SI

NO

En caso afirmativo di cómo.

3. Cuando ponemos en contacto huevo, azúcar, mantequilla y un poco de levadura obtenemos una masa que tiene un aspecto diferente de cualquiera de los ingredientes que hemos añadido.

- ¿ Qué ocurre cuando lo metemos en el horno?. Marca con una cruz la opción correcta.

La masa se transforma en un bizcocho que es igual a cualquiera de los ingredientes que hemos utilizado.

La masa se transforma en un bizcocho que es diferente a cualquiera de los ingredientes que hemos utilizado.

El huevo y el azúcar desaparecen al meter dicha masa en el horno.

No ocurre nada.

- ¿ Podrías volver a obtener a partir del bizcocho los ingredientes iniciales?.

SI

NO

Si tu respuesta es afirmativa di cómo.

4. ¿Has visto o sabes lo que ocurre cuando acercamos una cerilla a un papel?

SI

NO

Si tu respuesta es afirmativa responde a las preguntas:

- ¿Qué crees que ha ocurrido?

Que se quema.

- ¿Qué es lo que tienes al final?

ceniza

- ¿Qué ha pasado con el papel?

Se ha quemado

- ¿Podrías volver a obtener el papel?

SI

NO

Si tu respuesta es afirmativa di cómo.

5. Los objetos de hierro quedan cubiertos por una capa de color más oscura cuando están expuestos al aire. (Normalmente decimos que el objeto se ha oxidado).

• ¿ Qué crees que es la capa más oscura? Elige sólo una opción mediante una cruz.

Hierro.

Hierro oxidado.

Cobre.

Oxido de hierro.

Otra respuesta

Razona la respuesta.

 No se

NIVELES DE CONOCIMIENTO

Proponemos tres niveles en el conocimiento de los cambios químicos en Primaria, de menor a mayor complejidad:

- Un nivel *descriptivo*, de la puesta en contacto de las sustancias o de algo espectacular que les llama la atención. Este es el nivel que suele ser mayoritario entre los alumnos de Primaria, y es el de menor complejidad. Aquí habría que insistir en el cambio químico como un proceso, observando el estado inicial y el final, y señalando las diferencias, para aproximarnos al nivel deseable.
- Un nivel operativo, en función de la idea de que no se puede recuperar el estado inicial por procedimientos físicos. Este nivel sólo se detecta entre alumnos que han tenido experiencia previa en las técnicas de separación de los componentes de una mezcla. Aquí habría que insistir en la justificación de por qué no puede obtenerse de nuevo el estado inicial (por procedimientos físicos), para llegar al nivel deseable.
- Un nivel pre-explicativo, en el sentido de plantear que la identidad del estado

final es diferente a la del inicial. Este nivel suele ser minoritario y es el más próximo al conocimiento escolar que sobre los cambios químicos se considera deseable en la Educación Primaria. Aquí habría que insistir en clarificar lo que cambia en estos fenómenos y diferenciarlos con las mezclas, para llegar al nivel deseable.

PARA SABER ALGO MÁS...

Como suele suceder con otros conceptos, los estudios sobre las ideas de los alumnos acerca de los cambios químicos son muy abundantes en Secundaria y hay muchos menos con alumnos de Primaria.

- **Prieto, T., Blanco, A. y González, F.** (2000). *La materia y los materiales*. Madrid: Síntesis.

Es un texto muy recomendable pues selecciona el conocimiento didáctico de estos contenidos (materia y materiales) para los profesores, tanto de Primaria como de Secundaria obligatoria.

Tanto en el capítulo 2, sobre las concepciones de los alumnos, como en el capítulo 3, específico para la Primaria, se proponen tareas para detectar las ideas de los alumnos, se analizan dichas ideas y se hacen sugerencias para facilitar el aprendizaje, es decir, para facilitar su evolución hacia el conocimiento escolar que se pretende enseñar.

- **Driver, R. y otros.** (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata-MEC.
- **Driver, R. y otros.** (1999). *Dando sentido a la ciencia en Secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor-Aprendizaje.

Estos dos textos, ya clásicos, del equipo de Rosalind Driver, hacen referencia a una gran cantidad de estudios sobre las ideas que alumnos de Primaria y Secundaria. En ellos se ponen de manifiesto las dificultades que tienen los alumnos para diferenciar mezclas y cambios de estado, de cambios químicos. Estos autores insisten en la importancia del concepto de sustancia para diferenciar estos fenómenos, ya que si, por ejemplo, los alumnos piensan que el hielo y el agua líquida son sustancias diferentes, tenderán a considerar los cambios de estado como cambios químicos en cuanto aprendan a que en éstos se producen sustancias diferentes a las del principio. También se detienen en

analizar las combustiones, puesto que es el ejemplo más habitual de los textos aunque entraña grandes dificultades: el oxígeno no se ve.

- **Martín del Pozo** (2007). *Aprender para enseñar ciencias en Primaria*. Sevilla: Díada.

En el capítulo 5 se plantean los conocimientos que tienen los alumnos de Primaria sobre los conceptos que describen la composición y los cambios en los materiales. Se ofrecen pautas para analizar muchos ejemplos obtenidos de los alumnos de Primaria y se plantean las dificultades que tienen para la comprensión del concepto de ‘cambio químico’ (válido para otros conceptos básicos de Química):

- Dificultades debidas a la percepción: aceptar la existencia de lo que no se ve; la sustancialización de propiedades como el sabor, el color y el olor, concebir la materia como lo que se ve: materia continua.
- Dificultades debidas a la utilización de la causalidad lineal y simple, a la semejanza entre causas y efectos, a centrarse en lo que ha cambiado y no en lo que se conserva.
- Dificultades debidas a la confusión entre los niveles descriptivo, representacional y explicativo de la materia.
- Dificultades debidas al lenguaje descriptivo y contaminado por los significados cotidianos que utilizan los alumnos.
- Dificultades derivadas de la enseñanza, o más precisamente de transposición didáctica que se realiza en los materiales curriculares (libros de texto especialmente): por ejemplo, la falta de un tratamiento operativo de los conceptos de sustancia, elemento, compuesto y mezcla, que permita una primera diferenciación entre ellos.

Por ejemplo, ante el problema de lo que puede ocurrir al poner dos sustancias en contacto, pueden evidenciarse diferentes tipos de obstáculos, tales como:

- Un obstáculo perceptivo (hay sustancias que al ponerse en contacto con otras «desaparecen». Por ejemplo, la sal ya no existe porque no se ve cuando está disuelta en el agua).
- Un obstáculo analógico (hay sustancias que al ponerse en contacto con otras les ocurre lo mismo. Por ejemplo, al poner un metal en contacto con

un ácido, el metal “se disuelve en el ácido” o simplemente desaparece, como cuando ponemos azúcar en agua.).

- Un obstáculo sustancialista (hay sustancias que al ponerse en contacto con otras cambian sus propiedades. Por ejemplo, el agua pasa a ser «agua dulce», cambian sus propiedades, y por ello entienden que es otra sustancia).

La ciencia y los científicos



En el currículo general de Primaria no aparece ningún objetivo que haga referencia a la ciencia, mientras que en el de la Comunidad de Madrid uno de los objetivos es: «conocer y valorar la importante aportación de la ciencia y la investigación para mejorar la calidad de vida y el bienestar de los seres humanos».

La ciencia como contenido del currículo está incluida en el bloque de contenido sobre objetos, máquinas y nuevas tecnologías, y más concretamente:

- La ciencia y la sociedad: importancia de los grandes avances científicos para mejorar las condiciones de vida (en segundo ciclo)
- Importantes descubrimientos e inventos que han hecho avanzar a la humanidad. Grandes investigadores, inventores y científicos (en tercer ciclo)

También en los criterios de evaluación se incluye:

- Identificar alguna de las aplicaciones de la ciencia en la creación de materiales y productos de uso cotidiano (en segundo ciclo)
- Señalar la aportación de algunos avances de la ciencia y la investigación en la sociedad (en tercer ciclo)

En relación a la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico (competencia científica) se señala que ésta también significa:

- Reconocer la naturaleza, fortalezas y límites de la actividad investigadora como construcción social del conocimiento a lo largo de la historia.
- La diferenciación y valoración del conocimiento científico al lado de otras formas de conocimiento, y la utilización de valores y criterios éticos asociados a la ciencia y al desarrollo tecnológico.

ASÍ VEN LA CIENCIA

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS

¿Les gustan las ciencias a los alumnos de Primaria? ¿Qué visión tienen de la ciencia? Para explorar sus ideas, les proponemos las siguientes preguntas abiertas:

- ¿Te gustan las ciencias? ¿Por qué?
- Dime algún tema de ciencias que te guste y que no te guste
- ¿Por qué crees que hace falta aprender ciencias?
- ¿Qué es para ti la ciencia?

Finalmente, les pedimos que hagan un dibujo con aquello que más identifican con la ciencia.

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS

A una muestra de 49 alumnos de todos los cursos de Primaria (cuatro de 1.º, cinco de 2.º, cinco de 3.º, cinco de 4.º, trece de 5.º y diecisiete de 6.º) de un colegio público de Madrid, les propusimos que realizaran la tarea anterior¹. Estos son algunos de los resultados más interesantes:

Curso	¿Te gustan las ciencias?			
	Sí	porque...	No	porque...
1.º	3	Me gusta investigar Aprendes muchas cosas y me divierto Aprendes a mejorar el mundo	1	No me gusta investigar
2.º	3	Es hacer experimentos y te lo pasas bien Son cosas misteriosas y divertidas Me gusta mezclar lo de los tubos	2	No entiendo nada

»»

¹ El estudio realizado forma parte del Trabajo de Prácticas Docentes realizado por los estudiantes José Madrigal, Cristina Martín, Vanesa Pérez, Cristina Plasencia, Carlos Pérez y Miryam Rey, en el curso 2005-2006.

3.º	5	Los experimentos son divertidos y aprendes muchas cosas	0	
4.º	5	Hacemos experimentos y es divertido (3) Aprendes y pasan cosas que no te esperas con los experimentos (1) Aprendes cosas de nuestros antepasados (1)	0	
5.º	11	Son interesantes y divertidas (3) Aprendo muchas cosas (3) Aprendo y me divierto (2) Es fascinante y me gusta hacer experimentos (2) No se me dan bien pero los proyectos me encantan (1)	2	Hay cosas que no me gustan y me aburren (1) Es un poco complicada (1)
6.º	16	Son divertidas y aprendes muchas cosas (10) Me gusta investigar y buscar información (5) Son interesantes y creativas (2)	0	

Curso	Temas de ciencias que SÍ me gustancias?	Temas de ciencias que NO me gustan
1.º	Los animales (4)	Química (4)
2.º	Los minerales (3) Bichos raros (1) Química (1)	El universo (2) Química (1) Cuerpo humano (1) Los animales (1)
3.º	Energía solar (1) Agua (1) Energía (1) Electricidad (1) Partes del cuerpo (1)	Eclipses (1) Planetas (1) Química (1) Los mecanismos (1) Me gustan todos (1)
4.º	Volcanes (2) Eclipses (1) Agua (1) Todos los temas (1)	No lo sé (2) Me gustan todos (1) Esqueletos (1) Cómo suben las rocas a la Tierra (1)
5.º	Electromagnetismo (4) Química (4) Geología (2) Animales acuáticos (1) Electricidad (1) Me gustan todos los temas (1)	Física (4) Me gustan todos (2) Química (1) Óptica (1) Acústica (1) Botánica (1)

»»

		Geología (1) Electromagnetismo (1) Magnetismo (1)
6.º	Química (2) Fósiles (2) Animales (2) Cuerpo humano (2) Minerales (1) Luz (1) Experimentos (1) Tecnologías (1) Motores (1) Física (1) Magnetismo (1) Sistema solar (1) Ciclo del agua (1)	Me gustan todos los temas (12) Los mares (1) El cuerpo humano (1) Mecánica (1) Plantas (1) Electricidad (1)

Curso	¿Por qué crees que hace falta aprender ciencias?
1.º	Para investigar y saber más sobre el mundo (2) Para saber cuántos animales y plantas existen (1) Para conocer cosas que no contaminen (1)
2.º	Para aprender sobre algunas cosas (minerales, el universo, ...) (3) Para aprobar en el instituto (1) Porque son divertidas (1)
3.º	Para aprender más cosas (3) Para poder resolver preguntas (1) Estudian la vida y eso es lo más importante (1)
4.º	Para saber más (2) Para cuando tengas un contratiempo y lo puedas apañar con cosas de ciencias (1) Porque si no tienes la cabeza hueca (1) Porque siempre te puede enseñar algo interesante que puedes utilizar (1)
5.º	Para saber los descubrimientos nuevos o los fenómenos naturales (1) Porque tenemos que aprender y gracias a la ciencia avanzamos (1) Creo que es la lógica de casi todo (1) Para ser más listo de mayor (1) Porque sirven para comprender todo lo que nos rodea (1)

»»

	<p>Porque sin las ciencias no aprendemos ni conocemos nada (1)</p> <p>Para saber muchas cosas, por ejemplo: ¿por qué los carros de la compra dan calambre? (1)</p> <p>Para tener un trabajo bueno y aprobar (1)</p> <p>Para saber vivir (1)</p> <p>Por si quieres ser astronauta (1)</p> <p>Para aprender cosas importantes (1)</p> <p>Porque es muy importante para el futuro (1)</p> <p>No sé (1)</p>
6.º	<p>Para conocer y aprender el funcionamiento de las cosas (13)</p> <p>Para el instituto (1)</p> <p>Para averiguar el por qué de las cosas (1)</p> <p>Porque está relacionado con la vida (1)</p> <p>Para saber más (1)</p>

Curso	¿Qué es para ti la ciencia?
1.º	<p>Es para investigar (2)</p> <p>Es aprender sobre animales, montañas, plantas, ... (1)</p> <p>Experimentos y mezclas para conseguir cosas (1)</p>
2.º	<p>Para estudiar y saber cosas (1)</p> <p>Para aprender y enseñárselo a la gente (1)</p> <p>Es investigar (1)</p> <p>Es experimentar (1)</p> <p>Un proyecto (1)</p>
3.º	<p>Lo que hacen los científicos como Einstein (2)</p> <p>Es como la creación de cosas, investigar, descubrir cosas nuevas, hacer experimentos...(1)</p> <p>Un proceso que vas haciendo hasta que sale la conclusión (método científico) (1)</p> <p>Una cosa para aprender, la inteligencia humana (1)</p>
4.º	<p>Sirve para saber por qué suceden las cosas (1)</p> <p>La ciencia es desde el nacimiento del big-bang hasta la conquista del espacio (1)</p> <p>La ciencia es divertida (1)</p> <p>La ciencia es sabiduría (1)</p> <p>Son pruebas y experimentos (1)</p>
5.º	<p>La ciencia se hace con el estudio y los experimentos (1)</p> <p>Cómo se explican y hacen las reacciones y también otras cosas (1)</p> <p>Un conocimiento obtenido mediante la observación y el razonamiento (1)</p> <p>Todo lo que nos rodea y sirve para aprender (1)</p> <p>Una forma de vida (1)</p>

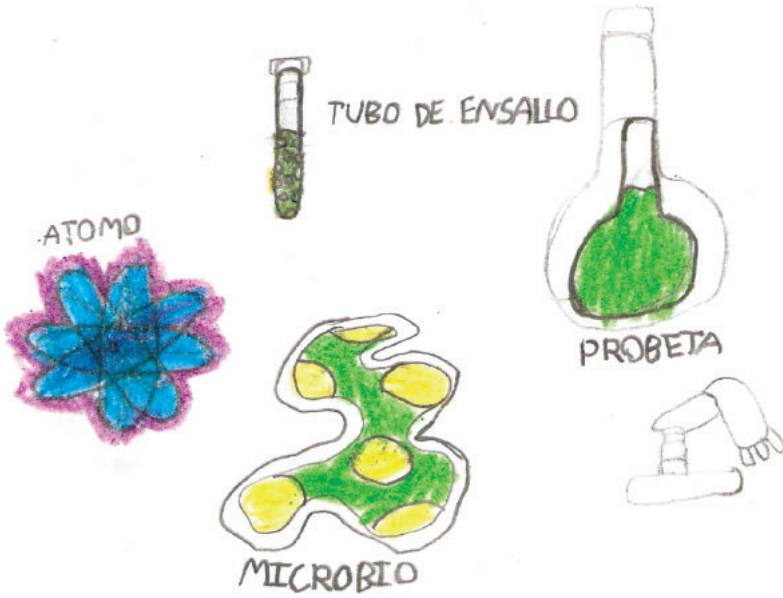
»»

5.º	Impresionante, apasionante y divertida (1) Una cosa en la que se hacen cosas fantásticas y se explican (1) Divertida (1) Una manera de explicarlo todo (1) Conjunto de conocimientos relativo a las matemáticas, física, química y naturaleza (1) Las cosas que se explican mediante métodos científicos (1) Es hacer experimentos, comprobarlo a ver si es una variable incontrolada y tener que repetir el experimento (1) No sé (1)
6.º	Un conocimiento, investigación, observación, etc. (3) Una asignatura estupenda porque se aprenden muchas cosas (3) Experimentos e inventos (3) El conocimiento cierto de lo que existe (3) Un conjunto de muchísimos temas de la vida (2) Muy divertida y creativa (2) La ciencia es buena (1) Es muy importante (1) ¡La ciencia me encanta! (1)

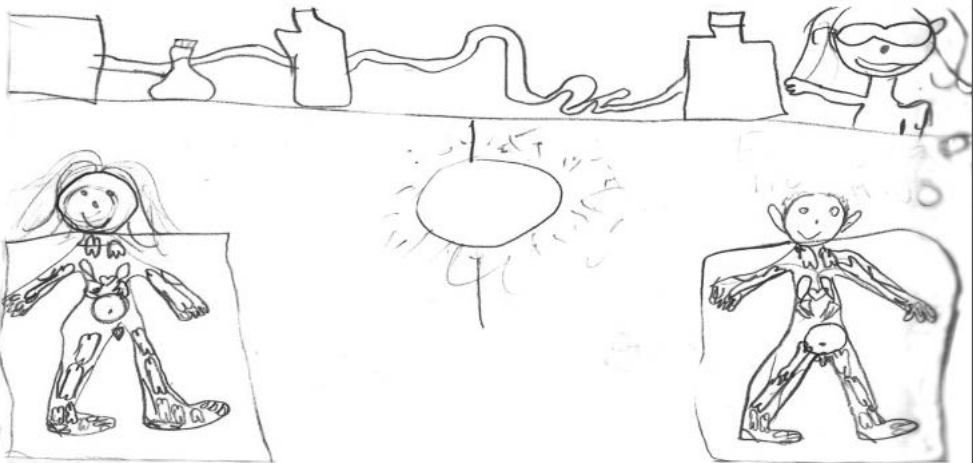
Estos son algunos de sus **dibujos sobre la ciencia:**



2.º



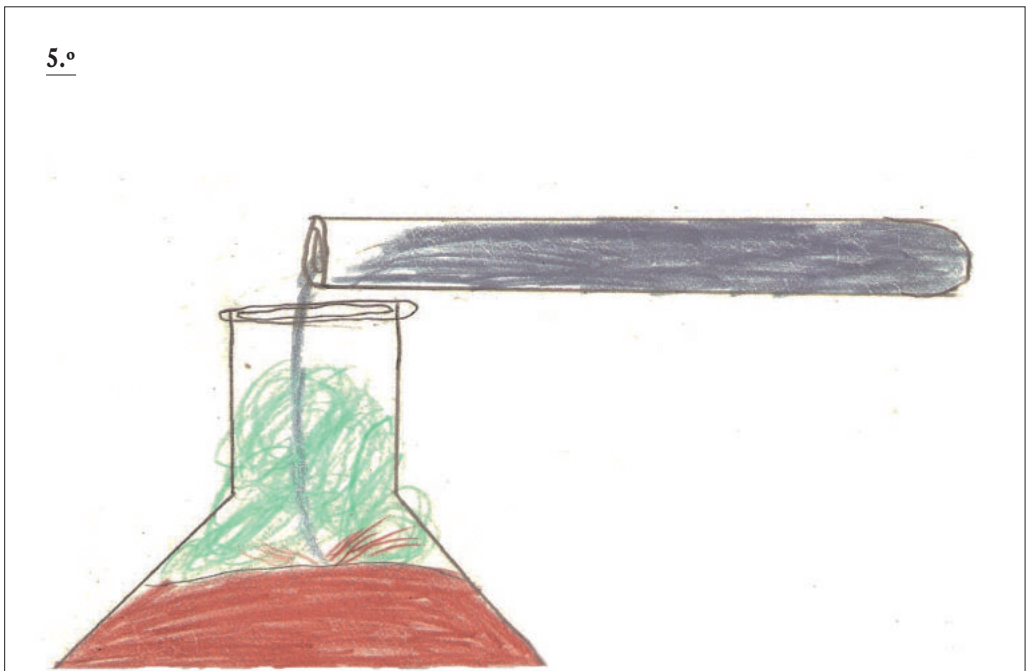
3.º

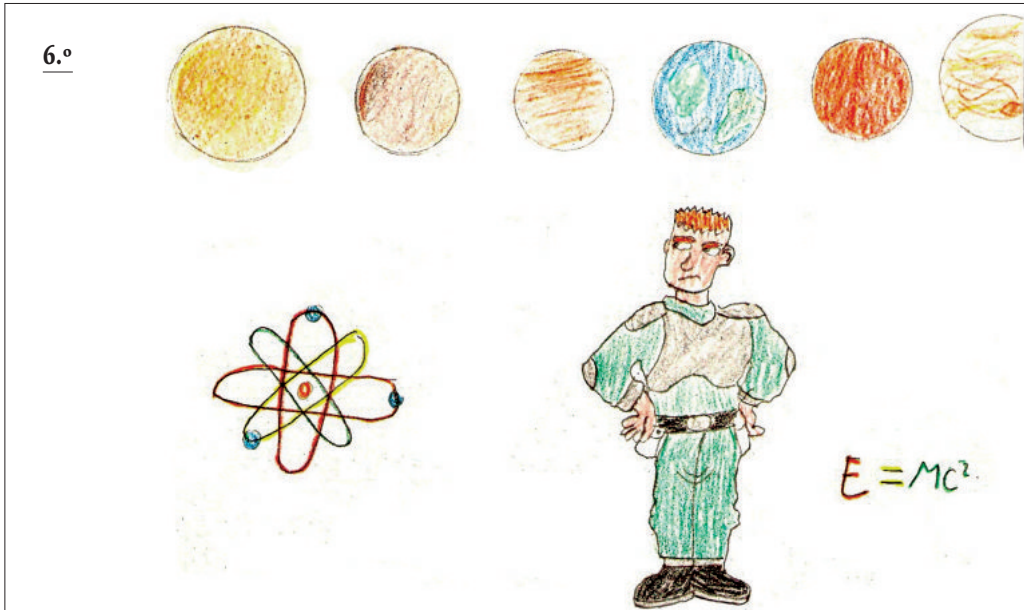


4.º



5.º





En resumen, sobre las preguntas que nos hacíamos, ¿podemos decir que:

¿Les gustan las ciencias a los alumnos de Primaria?

A la inmensa mayoría de los alumnos de la muestra le gusta las ciencias, y ese gusto parece aumentar con la edad. Y les gustan porque se divierten y aprenden.

Sobre los temas que les gustan o no hay para todos los «gustos». Los animales, por ejemplo, no son del desagrado de ningún alumno, mientras que para el resto de los temas existe una enorme dispersión.

Las razones para aprender ciencias tienen mucho que ver con el querer saber más del mundo que les rodea, pero también, aunque en menor medida, con el conceder a las ciencias la categoría de importantes, interesantes y divertidas. Incluso, aparece la finalidad propedéutica: «Para aprobar en el instituto».

¿Qué visión tienen de la ciencia?

La mayoría de los alumnos de los tres ciclos de Primaria contempla la ciencia bien como una actividad consistente sobre todo en experimentar, o como un conjunto de conocimientos. Sorprende que la visión subjetiva de la ciencia, como algo fundamentalmente divertido, tenga mayor peso a medida que avanza la edad. Y,

finalmente, la idea de la ciencia como una forma de conocer (algún alumno nombra incluso el método científico) tiene una interesante representación en alumnos de segundo y tercer ciclo.

NIVELES DE CONOCIMIENTO

La visión de la ciencia que tienen los alumnos de la muestra podemos encuadrarla en tres niveles de menor a mayor complejidad:

- La ciencia como algo subjetivo (divertida, buena, importante...)
- La ciencia como un conjunto de conocimientos o de acciones (experimentar, inventar...).
- La ciencia como un procedimiento para conocer

Y ASÍ VEN A LOS CIENTÍFICOS

TAREAS PARA DETECTAR IDEAS

En primer lugar, tratamos de averiguar ¿qué características tienen los científicos según los alumnos? y les proponemos las siguientes preguntas abiertas:

- ¿Qué crees que es un científico?
- ¿Qué crees que hace un científico?
- ¿Dónde crees que trabaja un científico?
- ¿Qué crees que hay que hacer para ser científico?
- ¿Para qué crees que sirve lo que hacen los científicos?

Y también que hagan una frase con la palabra científico, escriban tres palabras que tengan que ver con los científicos, y hagan un dibujo de lo que se imaginen sobre los científicos.

En segundo lugar, tratamos de explorar su interés por los científicos y les proponemos las siguientes cuestiones:

- Si tú fueras un científico, ¿qué te gustaría hacer?
- De mayor, ¿te gustaría ser científico/a? ¿por qué?
- ¿Conoces a algún científico o científica? ¿cuál?

RESPUESTAS DE LOS ALUMNOS

A una muestra de 61 alumnos de Primaria, 24 de primer ciclo (2.º curso), 17 del segundo ciclo (3.º curso) y 20 del tercer ciclo (6.º curso) de un colegio público de Madrid, les propusimos que realizaran la tarea anterior. Estos son algunos de los resultados más interesantes².

¿Qué características tienen los científicos según los alumnos?

¿Qué crees que es un científico?	2.º Primaria	3.º Primaria	6.º Primaria
Personas que realizan una determinada actividad relacionada con la ciencia (experimentar, inventar...)	62 %	63 %	95 %
Persona con una determinada característica (loco, bueno...)	24 %	17 %	5 %
Personas (sin atribuir ningún tipo de acción o característica)	9.5 %	—	—
No contesta	5 %	—	—
Un científico/a es:			
Hombre	33 %	27 %	15 %
Mujer	—	—	—
Hombre o mujer (persona)	43 %	47 %	80 %
Sin especificar	24%	27 %	5 %

² El estudio realizado forma parte del Trabajo de Prácticas Docentes realizado por las estudiantes Rocío Cuntín, Laura Torres y María Villafaña, en el curso 2010-2011.

¿Qué crees que hace un científico?	2.º Primaria	3.º Primaria	6.º Primaria
Experimentar	52 %	47 %	20 %
Inventar o descubrir	25 %	20 %	15 %
Investigar	9.5 %	20 %	25 %
Otras acciones (crear, hacer, estudiar, analizar...)	33 %	13 %	35 %
No contesta	—	—	5 %

¿Dónde crees que trabaja un científico?	2.º Primaria	3.º Primaria	6.º Primaria
Lugares relacionados con la ciencia (laboratorio, universidad...)	52 %	53 %	90 %
Lugares alternativos (fábrica, clínica...)	33 %	33 %	—
Lugares ficticios/irreales (castillo, científiquería...)	9.5 %	7 %	—
Lugares relacionados con el estudio (colegio...)	5 %	—	5 %
No contesta	—	7 %	5 %

¿Para qué crees que sirve lo que hacen los científicos?	2.º Primaria	3.º Primaria	6.º Primaria
Para hacer algo nuevo (medicinas, pociones...)	24 %	33 %	45 %
Para ayudar a las personas a vivir mejor	33 %	20 %	25 %
Para saber más	14 %	20 %	30 %
Otras utilidades (cocinar...)	33 %	—	—
No sabe/No contesta	—	27 %	—

Frases con la palabra «científico»	2.º Primaria	3.º Primaria	6.º Primaria
Con las cualidades de un científico	29 %	60 %	5 %
Con experiencias personales	29 %	27 %	35 %
Con las acciones que realiza un científico	38 %	7 %	60 %
No contesta	5 %	7 %	—

Palabras que tengan que ver con los científicos	2.º Primaria	3.º Primaria	6.º Primaria
Materiales que utiliza un científico (microscopio...)	21 %	22 %	29 %

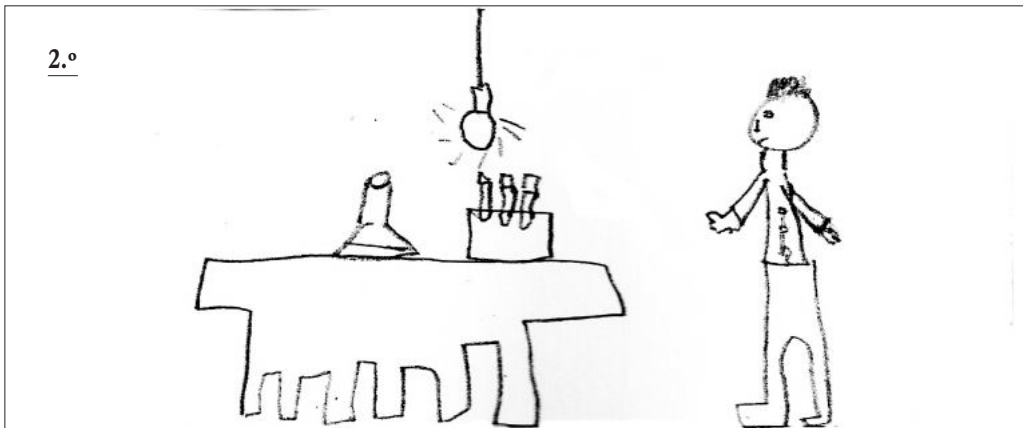
>>

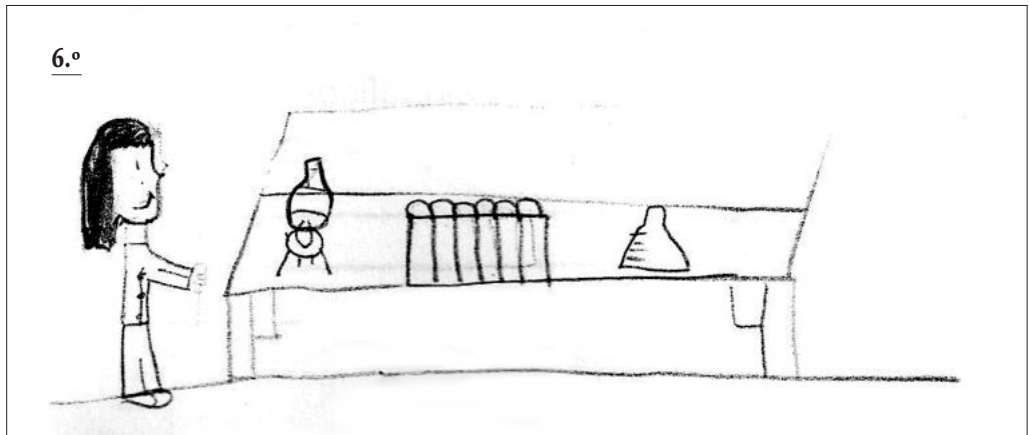
Ciencia, naturaleza o ciencias (física, química...)	9 %	18 %	25 %
Acciones que realiza un científico	29 %	15,5 %	29 %
Lugares donde trabajan los científicos (laboratorio, fábrica...)	8 %	13 %	15 %
Cualidades personales o aspecto de un científico	27 %	9 %	2 %
No contesta	2 %	22,5 %	—

En los dibujos que realizan de los científicos aparecen:

- Personas (mayoritariamente solo una, que mayoritariamente es un hombre).
- Materiales (mayoritariamente de laboratorio e incluso vestimenta como batas).

A continuación vemos un ejemplo de cada curso: 2.º, 3.º y 6.º de Primaria:





¿Qué interés tienen por los científicos?

¿Conoces a algún científico o científica?	2.º Primaria	3.º Primaria	6.º Primaria
SÍ (Einstein, Ramón y Cajal, Severo Ochoa, Gregorio Marañón...)	—	—	100 %
Científicos/as de ficción (Flipi, Franqustein)	33 %	20 %	—
NO	67 %	80 %	—

Si tú fueras un científico ¿qué te gustaría hacer?	2.º Primaria	3.º Primaria	6.º Primaria
Hacer experimentos, investigar	24 %	27 %	55 %
Inventar, descubrir algo real	24 %	20 %	30 %
Algo imaginario (una máquina del tiempo, algo para tener superpoderes...)	14 %	47 %	—
Ayudar a las personas	19 %	—	5 %
No contesta	19 %	7 %	10 %

De mayor, ¿te gustaría ser científico o científica?		2.º Primaria	3.º Primaria	6.º Primaria
Sí, porque...	Me gusta experimentar, investigar, inventar, descubrir...	9,5 %	27 %	5 %
	Me gusta ayudar a las personas	5 %	—	5 %

»»

No, porque...	Todavía no lo sé	62 %	62 %	45 %
	Otras razones (no me gusta, es difícil, no valgo...)	19 %	7 %	10 %
	Quiero ser otra cosa	5 %	13 %	30 %
	No indica ninguna razón	—	—	5 %

A continuación podemos ver las tareas realizadas por algunos alumnos

CURSO: 2ºB

Imagínate que te dicen que va a ir al colegio un científico o científica.

Vamos a ver qué piensas sobre los científicos:

¿Qué crees que es un científico?
Una persona que experimenta

¿Qué crees que hace un científico?
inventar cosas

¿Dónde crees que trabaja un científico?
En un laboratorio

¿Qué crees que hay que hacer para ser científico?
Ser un listillo

¿Para qué crees que sirve lo que hacen los científicos?
Ayudar, divertirse

Si tú fueras un científico ¿qué te gustaría hacer?
La play 10.000

Haz una frase con la palabra "científico"

El científico es tonto loco

Nombra 3 palabras que tengan que ver con los científicos:

- proyectos
- leato
- experimento

¿Conoces a algún científico o científica?

? SI, se llama. flipi salio en el Hormiguero

? NO

De mayor, ¿te gustaría ser científico o científica?

? SI, porque...

? NO, porque...quiero ser otro cosa

? Todavía no lo sé

CURSO: 3ºB

Imagínate que te dicen que va a ir al colegio un científico o científica.

Vamos a ver qué piensas sobre los científicos:

1. ¿Qué crees que es un científico?

Una persona que hace experimentos para descubrir algunas cosas

2. ¿Qué crees que hace un científico?

Experimentos para descubrir algunas cosas

3. ¿Dónde crees que trabaja un científico?

En un laboratorio.

4. ¿Qué crees que hay que hacer para ser científico?

Hay que hacer muchas cosas sobre la ciencia.

>>

5. ¿Para qué crees que sirve lo que hacen los científicos?

Para hacer cura para las enfermedades de las personas

6. Si tú fueras un científico ¿qué te gustaría hacer?

Trabajar con las medicinas

7. Haz una frase con la palabra "científico"

El científico hizo una cura para la varicela.

8. Nombra 3 palabras que tengan que ver con los científicos:

- ciencia
- experimentos
- descubrimientos

9. ¿Conoces a algún científico o científica?

? SI, se llama...

NO

10. De mayor, ¿te gustaría ser científico o científica?

? SI, porque...

NO, porque... voy a ser otra cosa que me gusta más

? Todavía no lo sé

CURSO: 6º

Imagínate que te dicen que va a ir al colegio un científico o científica.

Vamos a ver qué piensas sobre los científicos:

1. ¿Qué crees que es un científico?

Una persona que trabaja y sabe cosas sobre la ciencia

2. ¿Qué crees que hace un científico?

Investigar más cosas sobre la ciencia

3. ¿Dónde crees que trabaja un científico?

En un laboratorio

4. ¿Qué crees que hay que hacer para ser científico?

Estudiar y Sacarse la carrera de Científico/a

5. ¿Para qué crees que sirve lo que hacen los científicos?

Para que nosotros y más gente, sepamos más cosas de las que sabemos

6. Si tú fueras un científico ¿qué te gustaría hacer?

Estar en un laboratorio y hacer experimentos

7. Haz una frase con la palabra "científico"

El físico científico Albert Einstein hizo un experimento con un gato

8. Nombra 3 palabras que tengan que ver con los científicos:

- Laboratorio
- Pruebas.
- Microscopio

9. ¿Conoces a algún científico o científica?

SI, se llama Albert Einstein

NO

10. De mayor, ¿te gustaría ser científico o científica?

SI, porque...

NO, porque... quiero ser otra cosa no me gusta mucho la ciencia que oiganos

Todavía no lo sé

En resumen, sobre los interrogantes que nos planteábamos podemos decir que:

¿Qué características tienen los científicos según los alumnos?

La mayoría de los alumnos ven a los científicos como personas (aunque la mayoría dibuja un hombre) que realizan actividades como experimentar, en los laboratorios, para descubrir algo nuevo y ayudar a los demás.

¿Qué interés tienen por los científicos?

Frente a esta imagen muy positiva, su interés por ser científicos es muy escaso, disminuyendo con la edad. De modo que solo un 5 % de 6.º de Primaria declara que les gustaría ser científicos.

NIVELES DE CONOCIMIENTO

La imagen que de los científicos que tienen los alumnos de la muestra podemos encuadrarla en tres tipos de menor a mayor complejidad:

- El científico «loco»
- El científico altruista
- El científico investigador

PARA SABER ALGO MÁS...

No son muy abundantes los estudios sobre las ideas de los niños y niñas de Primaria acerca de la ciencia y los científicos. A continuación presentamos uno de los trabajos más conocidos en Primaria:

- **Newton, L. D. y Newton, D. P.** (1998). Primary children's conceptions of science and the scientist: is the impact of a National Curriculum breaking down the stereotype? *International Journal of Science Education*, 20(9), 1137-1149.

Estos autores, estudiaron las concepciones sobre la ciencia y los científicos de 1143 alumnos de primaria de 4 a 11 años, del noreste de Inglaterra.

La mayor parte de los científicos que veían los niños eran hombres, frecuentemente calvos y con barba, que llevaban gafas y batas blancas de laboratorio. Ésta imagen, presentada a la temprana edad de seis años en Inglaterra tenía mucho en común con la que se había encontrado en otros estudios en Europa, Australia y Norteamérica. A los seis años, la mayor parte de los niños dibujaban también el fondo, dominado por aparatos de química, sustancias siendo procesadas y creando nuevos materiales. Un porcentaje ligeramente mayor de niñas que de niños indicaba que la ciencia era más parecida y aplicada a la química que a otras ciencias. Los niños, por otro lado, eran más propensos a resaltar las fuerzas, energía, y la Tierra en el espacio. La mayoría opinaban que la ciencia era una actividad de laboratorio o de interior, que implicaba el uso de aparatos, observación y recopilación de información.

Averiguar lo que piensan los niños y niñas de Primaria sobre la digestión, los cambios de estado, los eclipses, y tantos y tantos temas, es una de las líneas de investigación más fructífera en Didáctica de las Ciencias. Pero no es solo eso. Estamos convencidos de que es un indicador de calidad de la enseñanza de las ciencias.

Este libro pretende ser de utilidad a todos aquellos maestros, en formación y en activo, que estén más interesados en averiguar lo que piensan sus alumnos y ayudarles a mejorar sus ideas, que en saber lo que recuerdan de lo que les han explicado o han leído en el libro de texto. La viñeta de Francesco Tonucci que aparece en la portada ilustra claramente esta pretensión.

Los autores estamos implicados en la formación inicial de maestros, más concretamente en el área de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza y de Psicología del Aprendizaje de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid. Nuestra contribución se centra en facilitar a los futuros maestros de Primaria un aprendizaje profesional que les capacite para, en su día, enseñar ciencias a los alumnos de Primaria. Una enseñanza no dependiente del libro de texto, que trate de mejorar las ideas que tienen los más pequeños acerca del mundo físico-natural, *sintiendo, pensando y haciendo* ciencias con ellos.

