



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN MAESTRO EDUCACIÓN PRIMARIA

PORTADA

ESCUELA UNIVERSITARIA DE MAGISTERIO DE ZAMORA

TRABAJO FIN DE GRADO EN MAESTRO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

**CONCEPCIONES ALTERNATIVAS SOBRE LA UNIDAD ESTRUCTURAL DE
LA VIDA Y LA TIERRA EN EDUCACIÓN PRIMARIA**

**AUTOR: Iván Hernández Garrudo
Tutor: Diego Corrochano Fernández**

Zamora, 22 de julio de 2018

RESUMEN

Las concepciones alternativas son las principales barreras que dificultan el aprendizaje de los conceptos recogidos por el campo de conocimiento científico. Como maestros, debemos identificar y analizar estas ideas para poder reorientarlas y permitir y facilitar el aprendizaje de los conocimientos científicos por parte de los alumnos promoviendo un aprendizaje significativo.

La presente investigación se centra en identificar las concepciones alternativas de un conjunto de alumnos de Educación Primaria sobre la unidad estructural de la vida y la Tierra, para desarrollar una metodología aplicable a la didáctica de las ciencias, orientada a reestructurar las concepciones alternativas de los alumnos para que estos sean partícipes de una completa formación en materia científica.

Palabras clave: Concepciones Alternativas, ideas alternativas unidad estructural de la vida, unidad estructural de la Tierra, Educación Primaria.

ABSTRACT

Alternative Conceptions are the main barriers that hinder the learning of concepts involved in the field of scientific knowledge. As teachers, we must identify and analyze these ideas in order to address them, enable them and facilitate learning to students so as turn this learning to a significant one.

This currently study focuses on spotting these Alternative Conceptions on a group of Primary students, about structural unity of life and structural unity of Earth, in order to develop a suitable methodology to apply to the teaching of science. The main goal is to restructure the Alternative Conceptions of pupils to make them take part in a complete input of a scientific education.

Keywords: Alternative Conceptions, misconceptions, structural unity of Life, structural unity of Earth, Primary Education.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- OBJETIVOS	2
2.1.- Objetivo general	2
2.2.- Objetivos específicos.....	2
3.- MARCO TEÓRICO	3
3.1.- La unidad estructural de la Vida.....	3
3.1.1.- La Teoría Celular.....	3
3.1.1.1.- Células Procariotas	3
3.1.1.2.- Células Eucariotas	4
3.1.1.2.1. Células Animal y Vegetal	4
3.2.- La unidad estructural de la Tierra.....	5
4.- ESTADO DE LA CUESTIÓN	7
4.1- Concepciones Alternativas	7
4.2- Concepciones Alternativas sobre la unidad estructural de la vida	9
4.3- Concepciones Alternativas sobre la unidad estructural de la Tierra	10
5.- INVESTIGACIÓN ACERCA DE LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS SOBRE LA UNIDAD ESTRUCTURAL DE LA VIDA Y LA TIERRA EN EL ALUMNADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA.	11
5.1.- Descripción.....	11
5.2.- Metodología.....	11
5.3.- Análisis	14
5.4.- Discusión de los resultados	21
6.- CONCLUSIONES Y PROPUESTA METODOLÓGICA.	23
7.- BIBLIOGRAFÍA	24
8.- ANEXOS	26
Anexo I -Cuestionario de valoración de las concepciones alternativas de los alumnos de Educación Primaria.	26
Anexo II - Tabla con las categorías empleadas en la realización de las gráficas.....	28
Anexo III - Recopilación de algunos de los dibujos realizados por los alumnos.....	29

1.- INTRODUCCIÓN

Los contenidos relacionados con la unidad estructural de la vida (tales como la composición de los seres vivos, la diferenciación entre ser vivo y no vivo y las células como elemento principal de los mismos) y la unidad estructural de la Tierra (las diferentes capas que componen la estructura interna de la tierra, la distancia hacia el núcleo de la misma y la procedencia de la lava de los volcanes) en Educación Primaria son escasos. De acuerdo con el Decreto 26/2016, de 21 de julio, por el que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León, es en el primer curso cuando los contenidos relacionados con el cuerpo humano empiezan a ponerse en conocimiento de los alumnos; pero no es hasta 5º de Primaria cuando se plantean de manera específica los contenidos relacionados con la primera de las temáticas abordadas en el presente trabajo, generando un déficit en el aprendizaje de estos contenidos por parte de los alumnos, los cuales, deben establecer una serie de inferencias cognitivas que les permitan relacionar esos contenidos con los ofrecidos en cada uno de los cursos que abordan la temática de las células. Esto provoca que los alumnos creen esquemas mentales que les ayuden a relacionar los contenidos estudiados más a fondo con los contenidos abordados con menos profundidad, teniendo que establecer los puentes cognitivos mencionados con información que ellos reciben, diferente a la del resto y obtenida gracias a la interacción de cada uno de ellos con el medio que les rodea.

De la misma manera ocurre con los contenidos relacionados con la unidad estructural de la Tierra, que se tratan por primera vez en 5º de Primaria, de manera específica. Estos se caracterizan por tener una suficiente complejidad como para suponer una dificultad en el aprendizaje de los alumnos. Es por ello, que debemos analizar las inferencias cognitivas de los alumnos desde el punto de vista de las concepciones alternativas para reparar las estructuras que caracterizan su esquema de aprendizaje con respecto al aprendizaje de estos dos campos de conocimiento, con el fin de desarrollar un plan de aprendizaje que ayude a facilitar la comprensión de estos contenidos ya desde los primeros cursos de Educación Primaria, para que, cuando los alumnos finalicen esta etapa, tengan en su mente un esquema conceptual bien organizado y lo suficientemente sólido como para que culminen la etapa con un aprendizaje científico correctamente fundamentado. Todo ello para evitar que este tipo de ideas alternativas al conocimiento científico se reproduzca en etapas educativas más avanzadas, en las que no les den la

Concepciones alternativas sobre la unidad estructural de la vida y la Tierra en Educación Primaria suficiente importancia como para redirigirlas y permitir a los alumnos un sólido aprendizaje de los conocimientos recogidos por el campo de conocimiento científico.

2.- OBJETIVOS

La presente investigación se centra en conseguir los siguientes objetivos:

2.1.- Objetivo general:

- Identificar las concepciones alternativas que poseen los alumnos de Educación Primaria sobre la unidad estructural de la vida y la Tierra.

2.2.- Objetivos específicos

- Ofrecer una visión de la evolución histórica de las concepciones alternativas tomando como punto de referencia investigaciones previas.
- Analizar las concepciones alternativas para poder determinar la magnitud que dificulta a los alumnos el correcto aprendizaje de los conceptos científicos.
- Proponer una serie de herramientas que faciliten el aprendizaje de los conocimientos científicos relacionados con la unidad estructural de la vida y la Tierra.

3.- MARCO TEÓRICO.

3.1.- La unidad estructural de la Vida

3.1.1.- La Teoría Celular

En 1835 el botánico alemán Matthias Jakob Schleiden (1804 - 1881), junto con el fisiólogo y naturalista Theodor Schwann (1810 – 1882) arrojaron luz sobre la incógnita que suponía la unidad estructural de los seres vivos, gracias a su Teoría Celular. Esta defiende una serie de postulados que permiten entender mejor la idea de la unidad estructural de los seres vivos:

- Todos los seres vivos están compuestos por una o varias células, definiendo los organismos unicelulares y pluricelulares respectivamente.
- Las células se originan a partir de unas ya existentes.
- Las reacciones químicas tienen lugar en el interior de las células.
- Todas las células son de tamaño microscópico, dimensiones comprendidas, generalmente, entre los diez y treinta micrómetros de diámetro.

Las células crecen multiplicándose o dividiéndose y se pueden clasificar atendiendo a si poseen o carecen de núcleo verdadero, clasificando estas en células procariotas y eucariotas respectivamente.

3.1.1.1.- Células procariotas

Las células procariotas (*Fig.1*) constituyen un tipo de unidad estructural carente de orgánulos membranosos y de núcleo. El material genético se encuentra liberado en el citoplasma y posee una pared celular rígida.

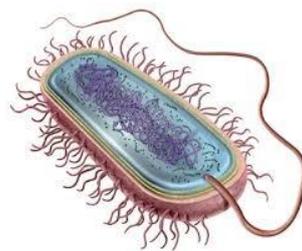


Fig.1. Célula Procariota. *Fuente:*
(Alberts, B. y Bray, D. 2006. Pp. 25)

Además, posee unas cubiertas constituidas por polisacáridos cuya función se reduce a la protección y adhesión de la célula además de evitar su desecación.

El citoplasma, está formado por un material gelatinoso en el que se encuentran los ribosomas: encargados de la síntesis de proteínas.

El elemento principal de este tipo de células es el nucleoide, una zona de aspecto fibrilar localizada en el centro del citoplasma que contiene el cromosoma principal.

3.1.1.2.- Células eucariotas

El origen etimológico de la palabra “Eucariota” procede de la unión de los términos de origen griego “Ευ” (Verdadero) y “Καριον” (Núcleo), definiendo la condición de “Núcleo Verdadero”, la cualidad más significativa de este tipo de células constituyentes del resto de seres vivos.

Existen dos tipos de células eucariotas: célula animal y célula vegetal. A pesar de sus diferencias, su estructura básica coincide en los siguientes elementos:

- Membrana: fina capa que separa la célula del medio exterior permitiendo la entrada y salida de sustancias.
- Citoplasma: medio acuoso que compone el interior de la célula en el que se localizan los orgánulos y se llevan a cabo las reacciones químicas
- Núcleo: envuelta membranosa que contiene el material genético y la información para controlar las funciones celulares.

3.1.1.2.1. Células animal y vegetal

La célula animal (*Fig.2*) es la unidad estructural capaz de reproducirse para formar a los seres vivos no vegetales. Por el contrario, la célula vegetal (*Fig. 3*) es la unidad estructural característica de los seres vivos vegetales. A diferencia de la célula animal, presenta una pared celular, cloroplastos, y una única y gran vacuola, localizada en el centro de la célula.

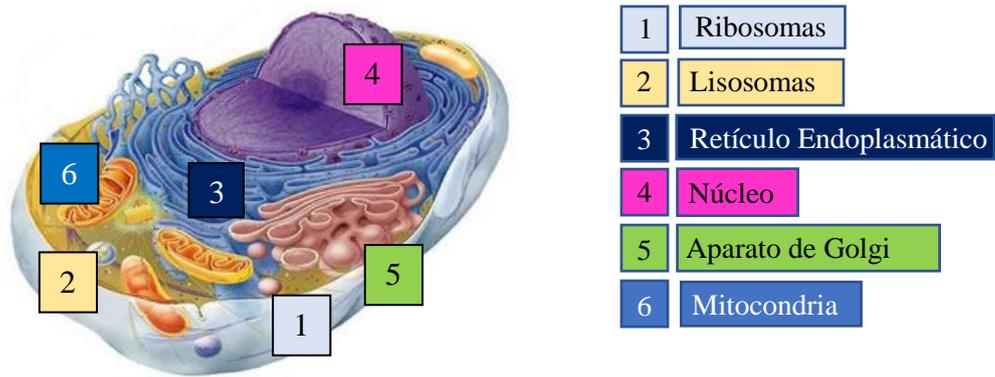


Fig.2. Célula Animal. Fuente: (Alberts, B. y Bray, D. 2006. Pp.25)

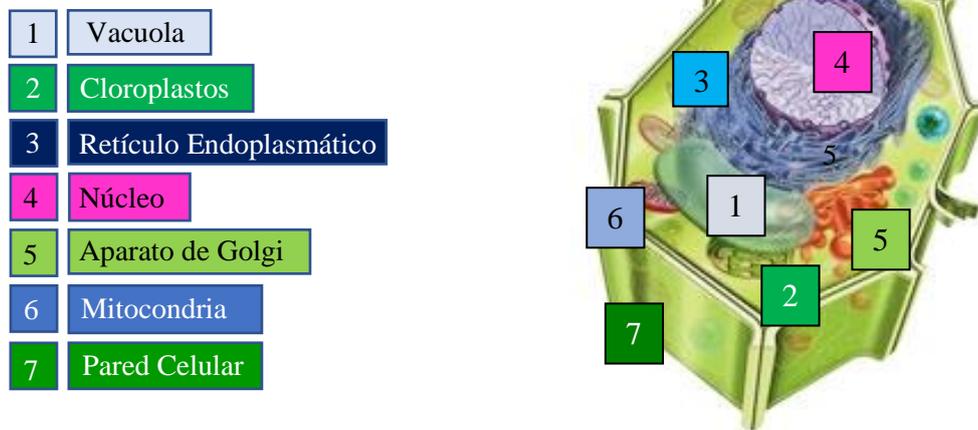


Fig.3. Célula Vegetal. Fuente: (Alberts, B. y Bray, D. 2006. Pp. 25)

3.2.- La unidad estructural de la Tierra

Existen dos modelos que explican la disposición de la estructura Interna de la Tierra:

1. El modelo estático estratifica las diferentes capas que componen la estructura interna de la Tierra atendiendo a su composición química; diferenciando así la corteza, el manto y el núcleo.

2. Modelo dinámico: establece una diferenciación estratigráfica de las capas que componen la estructura interna de la Tierra en base al comportamiento mecánico de las mismas, diferenciando así la litosfera, astenosfera, mesosfera y endosfera.

Para esta investigación nos vamos a centrar en el modelo estático, diferenciando la corteza, el manto y el núcleo (Fig.4).

La corteza: es una delgada capa situada en la parte más superficial de la estructura terrestre. Su espesor oscila entre los 60 Kilómetros en la zona continental y los 7

Kilómetros en cuanto a los fondos oceánicos se refiere. Está compuesta por la abundante presencia de Oxígeno (O), Silicio (Si), Aluminio (Al), Hierro (Fe), Calcio (Ca) y otros elementos.

Existen dos tipos de corteza: la corteza continental y la corteza oceánica:

1. Corteza continental: formada por rocas magmáticas y metamórficas y cubierta por rocas sedimentarias. Presenta un espesor de unos 35 Kilómetros, pudiendo alcanzar los 60 Kilómetros en zonas montañosas y espesores más finos en zonas próximas al nivel del mar.

2. Corteza oceánica: capa que configura el fondo oceánico. Presenta un espesor máximo de 10 Kilómetros estando compuesta por roca magmática (basalto) y cubierta por sedimentos.

El manto es la capa intermedia de la Tierra formada en gran cantidad por Hierro (Fe) y Magnesio (Mg) y en menor medida por Dióxido de Silicio (SiO₂). Compreendida entre la corteza y el núcleo, posee, aproximadamente, un espesor de unos 2898 Kilómetros cuya extensión limita con la discontinuidad de Guttemberg (que lo separa del núcleo) y con la discontinuidad de Mohorovicic (que lo separa de la corteza terrestre).

El manto, a su vez, se subdivide en manto superior y manto inferior.

- Manto superior: es la primera subdivisión del manto terrestre. Tiene su inicio en la Discontinuidad de Mohorovicic. Su composición se basa principalmente en las Peridotitas

- Manto inferior: hace referencia a la segunda subdivisión del manto. Esta capa terrestre, fundamentalmente sólida, se localiza a 650 Kilómetros de profundidad limitando con la discontinuidad de Repetti.

El núcleo es la parte más profunda de la Tierra. Con 3.486 Kilómetros de radio, está formado mayoritariamente por Hierro (Fe) y Níquel (Ni). Su temperatura puede llegar a superar los 6700° C.

El núcleo presenta una subdivisión configurando el núcleo externo y el núcleo interno.

- Núcleo externo: es la capa terrestre que envuelve al núcleo interno, de 2270 Kilómetros de grosor. Está compuesto por Hierro (Fe) mezclado con Níquel (Ni) dando como resultado una capa líquida.

- Núcleo interno: es una esfera incandescente compuesta principalmente por un 70% de Hierro (Fe) y un 20% de Níquel además de otros metales, formando una aleación.

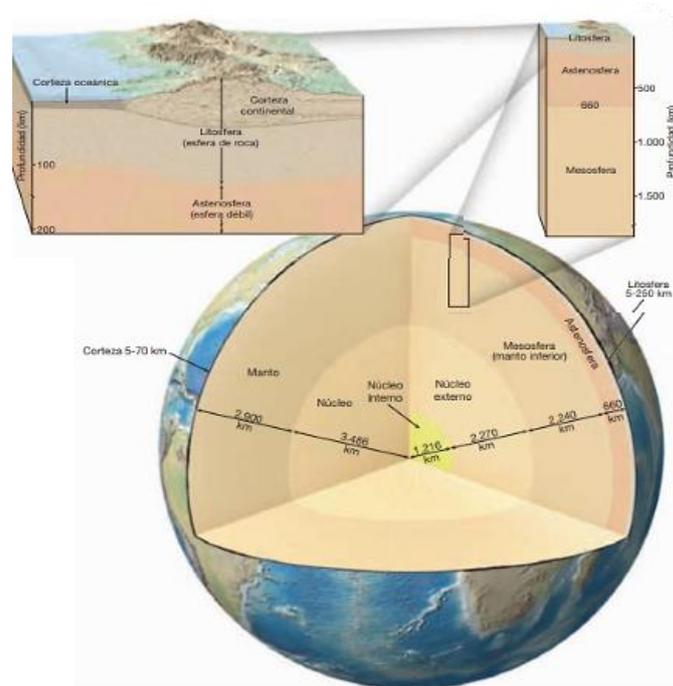


Fig.4. Estructura Interna de la Tierra. *Fuente:* (Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., Tasa, D., y Cientificas, A. T. 2005. Pp: 43)

4.- ESTADO DE LA CUESTIÓN.

4.1- Concepciones alternativas

En una primera instancia, los errores conceptuales que cometían los alumnos supusieron un blanco que derribar, aunque no demasiado tarde se constató el fracaso en el que incurrió la enseñanza al pretender tal fin. Tras este hecho, el estudio de los errores conceptuales dio el giro hacia las concepciones alternativas que llevan a los alumnos a cometer estos errores y a la utilización de técnicas para moldear los esquemas conceptuales en vez de intentar derribarlos.

En este sentido, se pueden definir las concepciones alternativas como el esquema conceptual caracterizado por una sólida coherencia interna y estructurado por los alumnos gracias a sus experiencias obtenidas a través de su interacción con el medio que les rodea. Estas experiencias constituyen un punto de anclaje para la adquisición y aprendizaje de los nuevos conocimientos científicos.

Estos esquemas conceptuales ya no son concebidos como errores conceptuales ni como algo negativo, sino como sistemas que interactúan con la información obtenida del exterior jugando un papel muy importante en el aprendizaje (Driver, 1986).

Por otro lado, para promover el cambio conceptual que solidificará el aprendizaje de los nuevos conceptos frente a los que los alumnos poseen previamente, los autores Hewson y Thorley (1989) propusieron una serie de condiciones necesarias para lograr este cambio. Las cuales pueden resumirse en las características que definen las concepciones; estando estas determinadas por “el grado de inteligibilidad, plausibilidad y utilidad con que es percibida por quien la detenta”.

En el momento en que un alumno aprende nuevos conceptos, estos entran en conflicto con las que este ya tiene, de manera que el aprendizaje necesita que las ideas previas experimenten una progresiva disminución mientras que las bases del nuevo concepto experimenten un arraigo progresivo. Para que este proceso se lleve a cabo, es necesario que las ideas previas del alumno sean concebidas como inadecuadas. Para esto, es necesario conocer el grado de conformidad o afinidad que un determinado alumno tiene en relación a este concepto, algo que se pueden conseguir gracias a la utilización de diferentes métodos, como pueden ser entrevistas con el alumno o cuestionarios abiertos donde los estos puedan expresar y comentar sus ideas al respecto, como es el caso del diseñado para este estudio.

Según el primero de los autores mencionados, los maestros deberían diagnosticar las concepciones alternativas que poseen los alumnos y el proceso de adquisición de los nuevos conceptos. En este sentido, el presente estudio se basa en esta premisa, evaluar las concepciones alternativas de los alumnos en materia de la unidad estructural de la vida y la Tierra y realizar una pequeña aportación a la didáctica de las ciencias para que los esquemas conceptuales que poseen los alumnos, no supongan una barrera para el aprendizaje de nuevos conceptos, sino una base para que estos constituyan la base del proceso de construcción de nuevos conocimientos.

4.2- Concepciones alternativas sobre la unidad estructural de la vida

La célula como unidad estructural de los seres vivos es un concepto complicado de aprender debido a que se trata de un aspecto de la realidad que carece de evidencias directas en la vida cotidiana.

Aun así, se tiene en cuenta, gracias a la experiencia de los maestros en el aula, que los alumnos comprenden que los seres vivos están formados por células, aunque también se conoce que los alumnos presentan dificultades a la hora de comprender la fisiología de los seres vivos.

Esta barrera podría superarse con un aprendizaje significativo del concepto de célula, pero parece que este aprendizaje no se produce de manera correcta, esto puede ser debido a que los alumnos pueden no entender bien el funcionamiento de la célula y, por consiguiente, cómo funcionan los seres vivos a nivel de estructura celular.

En relación a esto, los alumnos conciben el funcionamiento de la estructura celular de los seres vivos como una “máquina” o un sistema compuesto por varios mecanismos en lugar de concebirlo como un conjunto de reacciones químicas.

Otro aspecto que puede suponer un obstáculo para el aprendizaje del concepto de célula y de unidad estructural de los seres vivos es el hecho de que los alumnos conciban la célula como un “ladrillo” cuya función solo se reduce a una mera pieza de una construcción sólida que conforma a los seres vivos, pero no como unidades vivas que llevan a cabo una serie de procesos bioquímicos.

Por otra parte, otra serie de estudios han demostrado que, a pesar de que los alumnos conocen que la célula es la unidad estructural de la vida, confirman también que las células solamente están presentes en algunas partes del cuerpo. Por otro lado, un estudio realizado con alumnos españoles de entre 15 y 17 años (Banet y Ayuso, 2000), demuestra que el 10% de los alumnos consideran que las plantas no son seres vivos, asimismo el 20% de los alumnos afirman que las plantas no están compuestas por células e incluso el 30% de los alumnos afirman que los hongos tampoco.

Pero las concepciones alternativas no se reducen solo al ámbito de la Educación Primaria, sino que en la enseñanza secundaria obligatoria también se han hecho visibles los vestigios de estas barreras por parte del alumnado. Como demuestran Flores, Tovar y Gallegos (2003) los alumnos de bachillerato defienden la idea de que las plantas no requieren oxígeno para respirar, con una muestra de 1200 alumnos, concluyen que la

respiración, a menudo, se confunde con la fotosíntesis y, por lo tanto, no existe una comprensión del proceso tanto a nivel celular ni pluricelular.

En lo referente a la estructura celular, diversos estudios avalan que las ideas de los estudiantes no se corresponden con las ideas científicas; Jiménez-Aleixandre y Díaz-Bustamante (1993, 1998) realizaron un estudio basado en las representaciones gráficas que los alumnos hacían de las células. En mencionado estudio, se destacaba que el 77% de los alumnos dibujó un tipo de célula basado en tres o cuatro círculos concéntricos, descrito por los autores como la representación estereotipada que los alumnos pueden encontrar descritas en textos. Además, con este estudio mostraron que un porcentaje muy bajo de alumnos representó los orgánulos, pero no siempre bien definidos.

4.3- Concepciones alternativas sobre la unidad estructural de la Tierra

Las concepciones alternativas sobre la unidad estructural de la Tierra suponen otro esquema conceptual que necesita ser definido por los alumnos para conocer sus ideas acerca de la estructura interna de la Tierra. Aunque esto no ocurre solo en la etapa de primaria, sino también en la de Magisterio. Por lo que, a continuación, se muestran una serie de estudios que analizan las ideas que componen el esquema conceptual acerca de la estratificación interna de la Tierra con el fin de identificar las concepciones que deben ser sometidas a un proceso de reestructuración conceptual que ayude a esclarecer y diferenciar esos conceptos.

En relación a la primera cuestión, Lillo (1994) realiza un estudio sobre las concepciones alternativas de los alumnos de primaria en base a las representaciones gráficas, que manifiestan, entre otros resultados, la representación de la vida en el interior del planeta de la misma manera que en la superficie o la omisión en la proporcionalidad en las capas que componen el interior del planeta.

Por otro lado, los estudiantes de Magisterio también manifiestan alguna de estas barreras. Como demuestra la investigación realizada por Carrillo, Vílchez y González (2010), sólo un 7% de los alumnos representa las capas de la Tierra con un espesor “razonable” y el 81% localiza el magma en el núcleo terrestre. *“Un porcentaje notablemente más elevado que en investigaciones más antiguas realizadas con alumnado español de Educación Primaria, como la de Lillo, 1994”*.

Otros resultados de esta investigación demuestran que, en las representaciones realizadas por los alumnos de magisterio, no se hacía referencia a las rocas plutónicas, aunque sí al vulcanismo. Además de que en ninguno de los esquemas se representaba de manera correcta la relación del lugar donde se genera el magma y las placas tectónicas y su dinámica. Pudiendo deberse este hecho a la posibilidad de que la mayoría de los alumnos no haya cursado estudios científicos en etapas anteriores, incurriendo en un déficit profesional de los profesores de ciencias de la naturaleza de Educación Secundaria y la extensión de la mencionada materia, haciendo alusión al tiempo en el que se deben impartir los contenidos de la misma.

5.- INVESTIGACIÓN ACERCA DE LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS SOBRE LA UNIDAD ESTRUCTURAL DE LA VIDA Y LA TIERRA EN EL ALUMNADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA.

5.1.- Descripción

En el presente estudio se analizan las concepciones alternativas de una muestra de alumnos de Educación Primaria ($n = 160$) distribuidos, tanto en el último curso del primer internivel como el segundo internivel completo de un centro educativo urbano de carácter público de la ciudad de Salamanca (*Tabla 1*):

<i>Internivel</i>	<i>Curso</i>	<i>Nº de Alumnos</i>
1º	3º	36
2º	4º	37
	5º	48
	6º	39

Tabla 1. Distribución de alumnos por curso e interniveles.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.- Metodología

Para llevar a cabo la investigación se ha diseñado un cuestionario (*Anexo I*) formado por once preguntas abiertas orientadas a analizar las concepciones alternativas de la muestra de alumnos de Educación Primaria descrita en el apartado anterior.

Este ha sido realizado de manera voluntaria por los alumnos de cada uno de los cursos mencionados anteriormente en horario lectivo con una duración máxima de una

hora. Tras la presentación a los alumnos del investigador, las bases y objetivos de la prueba, la actuación del autor se reduce a leer cada una de las preguntas a los alumnos con el fin de resolver las posibles dudas que estos pudieran tener con el enunciado y la idiosincrasia de cada una de las cuestiones a rellenar, dejando claro que la prueba no iba a ser evaluada con una calificación numérica y que los sujetos de investigación deberían responder a la pregunta como ellos consideraran que tenían que hacerlo sin alejarse del objeto del cuestionario.

La realización de la prueba en todos los casos ha estado supervisada por el investigador con el apoyo del maestro de cada uno de los cursos que, en el momento de realizar la prueba, era responsable del curso en cuestión. Habiendo pedido permiso al mismo antes de realizarla, así como al director del centro, dejando claro que la prueba era completamente anónima y se realizaba única y exclusivamente con fines académicos de investigación.

Los alumnos no podían consultar ningún tipo de libro de texto, manual o preguntar tanto al investigador como al maestro o a cualquier otro compañero durante la realización de la prueba, a excepción de alguna cuestión del enunciado que les dificultara la cumplimentación de la pregunta, en este caso, a consultar con el autor.

En relación a cada una de las preguntas que conforman el cuestionario, estas se pueden clasificar en dos categorías: Las que hacen referencia a la estructura interna de la Tierra (*Una expedición por el interior de nuestro planeta*) y las que hacen referencia a la unidad estructural de la vida (*La vida en nuestro planeta*); diferenciadas de esta manera por el objeto que define la presente investigación. Cada una de ellas iba siendo leída y explicada por el investigador a la vez que los alumnos centraban su atención en cada una de ellas. Además, el cuestionario fue proyectado en la pizarra digital siempre que fue posible, con el fin de que los alumnos tuvieran una mejor visión de cada una de las imágenes que se encontraban en cada una de las preguntas y con el fin de resolver dudas colectivas, siempre relacionadas con la comprensión del enunciado de cada una de las cuestiones.

En concreto, en las preguntas uno y dos:

- En la pregunta número uno se les pidió a los alumnos que realizaran los dibujos pertinentes en los espacios de dibujo habilitados para tal fin, situados debajo de la representación gráfica predefinida que les ayuda a contextualizar la pregunta (*Fig. 5*).
- La pregunta número dos está diseñada con el fin de comprobar el grado de visión espacial y abstracción que poseen los alumnos. Ofreciendo tres situaciones diferentes: la representación del interior un melocotón y una sandía si practicamos en ellas un corte vertical y la representación del interior de una cebolla si practicamos en ella un corte horizontal. En este último caso, se ilustró en el enunciado el interior de la cebolla si practicamos en ella un corte vertical, explicando a los alumnos que deberán realizar el dibujo teniendo en cuenta el corte horizontal (*Fig. 6*).

1. Si cogiésemos un cuchillo gigante y cortásemos el planeta por la mitad de la manera que indican las siguientes imágenes ¿Qué es lo que veríamos en su interior? Dibújalo a continuación.

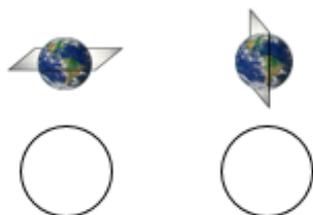


Fig.5: Dibujos predefinidos y zonas de dibujo de la pregunta N° 1. Fuente: *Elaboración Propia*

2. Ahora imaginémosnos que el interior de la tierra es como el interior de una serie de frutas y verduras ¿Cómo veríamos el interior de las siguientes frutas si las partiésemos por la mitad?

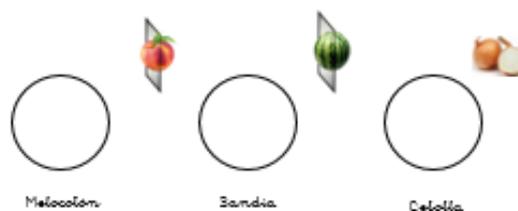


Fig.6: Dibujos predefinidos y zonas de dibujo de las tres situaciones de la pregunta N° 2. Fuente: *Elaboración Propia*

Una vez rellenado el cuestionario por parte de los alumnos, se ha procedido a analizar cada una de las respuestas de los diferentes cursos agrupándolas en categorías (*ver Anexo II*) con el fin de examinar las ideas alternativas que poseen los alumnos acerca de las diferentes situaciones científicas a las que han tenido que dar respuesta, reflejando lo que cada uno de ellos piensa acerca de esa situación o concepto científico en concreto.

Una vez finalizado el análisis, se han construido una serie de gráficos, expuestos y comentados a continuación, que permiten observar de una manera más clara los puntos donde los esquemas conceptuales de los alumnos no poseen una base sólida, dificultando el aprendizaje de los nuevos conceptos.

5.3.- Resultados y análisis

A continuación, se pueden observar los gráficos correspondientes a cada una de las preguntas del cuestionario, además del comentario que expone los puntos más característicos de cada una de las estadísticas. Algunos de los dibujos más representativos de las respuestas se recogen en el Anexo III.



Gráfico N° 1: Pregunta N° 1. “Si cogiésemos un cuchillo gigante y cortásemos el planeta por la mitad de la manera que indican las siguientes imágenes. ¿Qué es lo que veríamos en su interior?; Dibújalo a continuación”. Fuente: Elaboración propia.

En este gráfico se puede observar que la distinción de las capas que componen la estructura interna de la Tierra va disminuyendo conforme disminuye el nivel educativo en el que se encuentran los alumnos encuestados, así como las representaciones confusas de las mismas o la no representación de las capas del interior de nuestro planeta aumentan en el curso más bajo de primaria. Esto puede deberse a que en 3º de Primaria no se ha tratado la estructura interna del planeta con la suficiente profundidad como para que los alumnos establezcan una diferenciación de cada una de estas capas, observando otro tipo de representaciones ajenas a la diferenciación de las tres capas principales u otro tipo de estructuras o condiciones que el 69% de alumnos de este curso consideran que forman el interior de nuestro planeta.

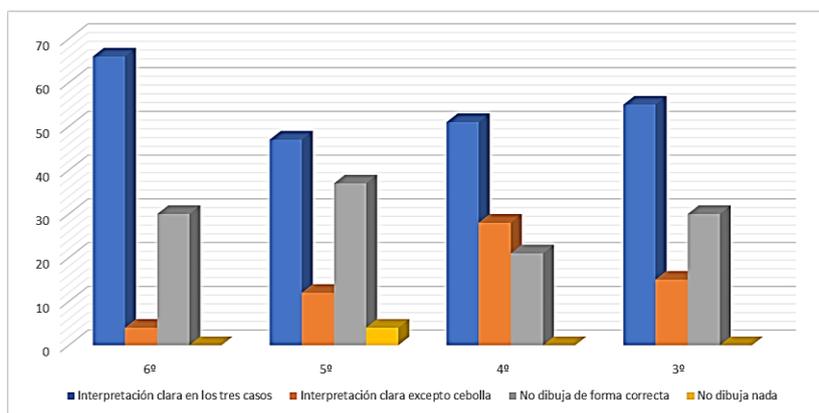
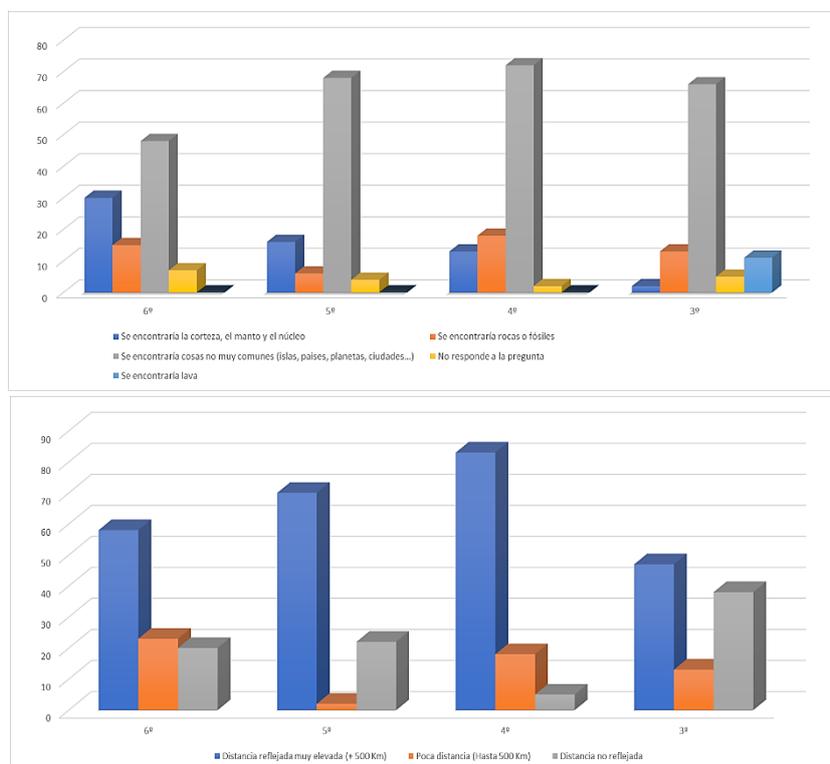


Gráfico N° 2: Pregunta N° 2. “Ahora imaginémonos que el interior de la Tierra es como el interior de una serie de frutas y verduras. ¿Cómo veríamos el interior de las siguientes frutas si las partiésemos por la mitad”? Fuente: Elaboración propia.

En este caso, cabe destacar que los alumnos de 5º han sido los que mayor dificultad han mostrado a la hora de representar el interior de la cebolla. Además, cabe destacar los buenos resultados obtenidos por parte de los alumnos de 6º y 3º, ya que son los cursos que poseen mayor porcentaje de acierto de las tres representaciones.



Gráficos N° 3 y 4: Pregunta N° 3. “Si pudiésemos hacer un viaje hacia el centro del planeta a través de un túnel muy profundo. ¿Qué cosas nos encontraríamos?, ¿Sabrías cuánta distancia tendríamos que recorrer?”. Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico realizado a partir de los datos obtenidos de la pregunta número 3 se observa que los alumnos comprendidos entre los cursos de 5º y 3º encontrarían cosas no muy comunes en el interior de nuestro planeta, tales como islas, edificios, planetas y estrellas, vida tal y como ellos la perciben en el exterior, etc. Por otro lado, se refleja a la perfección la cuestión ya comentada en otras gráficas y es el hecho de que un porcentaje muy reducido de alumnos (que se incrementa a partir de 4º) explican que, a medida que vamos avanzando hacia el interior de nuestro planeta nos encontraríamos, progresivamente, las diferentes capas que componen el interior de la Tierra, destacando principalmente el núcleo.

Haciendo referencia a la segunda cuestión de la pregunta, un porcentaje muy considerable de alumnos, sobre todo en el curso de 4º, expresan distancias, en la mayoría de los casos, desmesuradas, algo completamente normal en alumnos de la edad del curso mencionado e inferiores, debido a que los alumnos no poseen la conciencia espacial suficiente como para poder establecer una distancia más comedida.

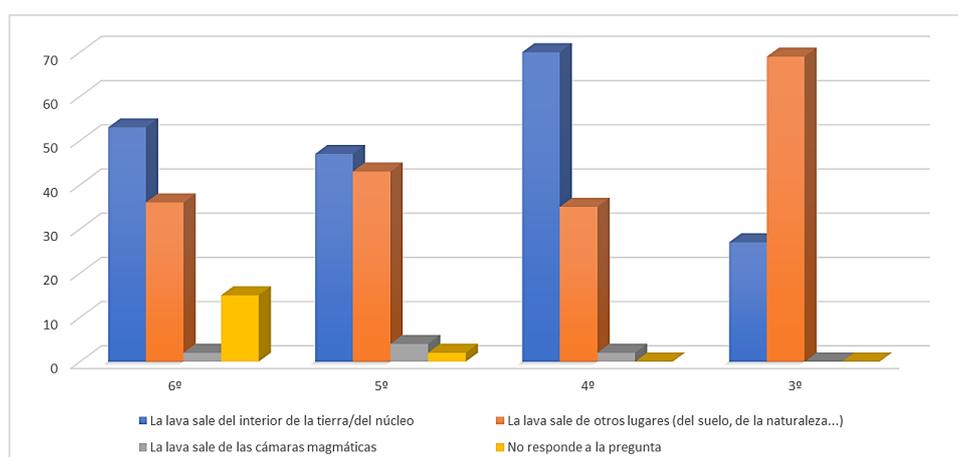


Gráfico N° 5: Pregunta N° 4. “¿De dónde sale la lava de los volcanes? Puedes dibujarlo a continuación “. Fuente: Elaboración propia.

Esta gráfica refleja que un 69% de los alumnos de 3º considera que la lava de los volcanes asciende de lugares diferentes a la parte profunda de la corteza o a la parte superior del manto. Más concretamente, estos alumnos, con frecuencia, hacen alusión al lugar por donde sale la lava y no al lugar desde donde la lava procede. Esto puede deberse al hecho de que en 3º, como he mencionado en el análisis de otras gráficas, todavía no han recibido la formación suficiente en materia de estructura interna de la Tierra; por otro lado, este hecho también puede deberse a que los alumnos encuentren dificultades con las expresiones “por dónde” y “de dónde”, observando respuestas diferentes.

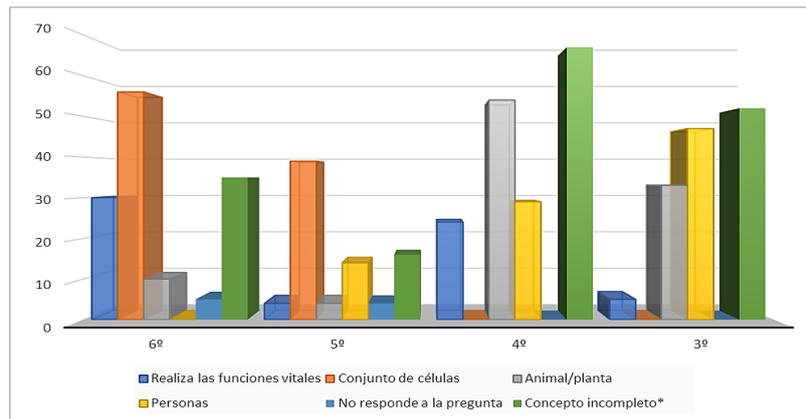
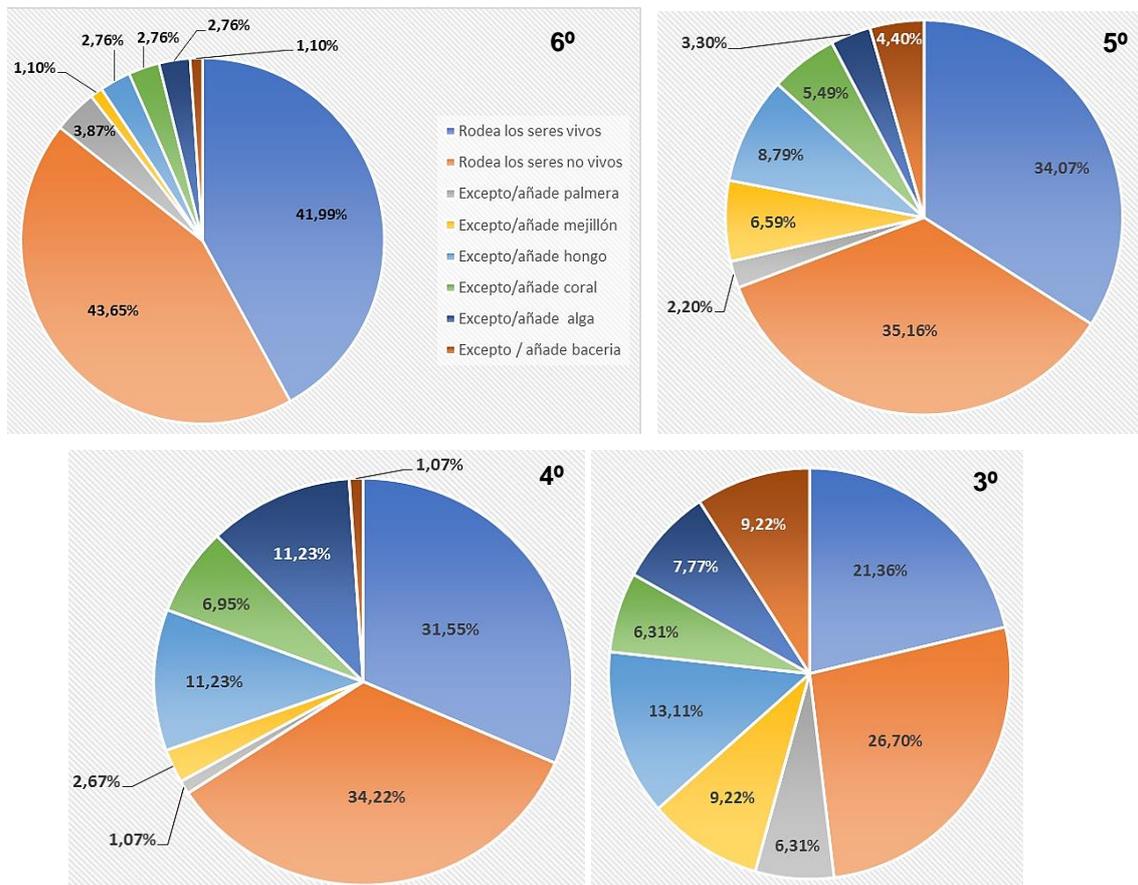


Gráfico N° 6: Preguntas N° 5. “¿Sabrías explicar lo que es un ser vivo?”

Fuente: Elaboración propia.

Analizando el gráfico se puede observar que, rozando el 60%, los alumnos de 6º definen al ser vivo como un conjunto de células, los alumnos de otros cursos se centran en otros aspectos de los seres vivos para definir el concepto. Cabe destacar, por otro lado, que los de 4º, pese a que dan una definición de ser vivo cercana a la científica, no comprenden al completo el concepto de ser vivo.



Gráficos N° 7, 8, 9 y 10: Preguntas N° 6 y 7. “Rodea los elementos que consideres/no consideres seres vivos”. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las preguntas 6 y 7 observamos que los alumnos de los diferentes cursos rodean los seres vivos con un porcentaje que se despierta de los alumnos que no lo hacen. Por otro lado, 6º de primaria es el curso con menos alumnos que no rodean alguno de los seres vivos en la parte de seres vivos y los añaden en la parte de los no vivos.

También se da el caso de que los alumnos consideran ciertos organismos como seres no vivos, como el hongo o el alga. Como podemos observar, en el caso de 3º este hecho se repite con más frecuencia que en otros cursos. Por otro lado, en este mismo curso, el porcentaje de ejemplos de seres vivos que los alumnos rodean en la pregunta de los no vivos aumenta con respecto a sus compañeros de cursos más altos. Esto puede deberse a que los seres vivos que los alumnos consideran no vivos permanecen inmóviles, como el coral, o alguna parte de su anatomía es rígida, como, por ejemplo, las valvas del mejillón.

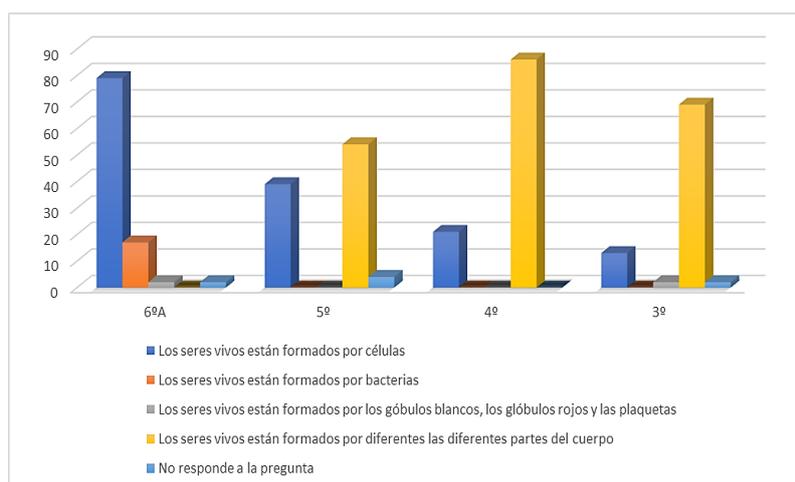


Gráfico Nº 11: Pregunta Nº 8. “¿Por qué están formados los seres vivos? “.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico de esta pregunta se puede observar un alto porcentaje de alumnos de los cursos de 4º y 3º que consideran que el ser vivo está formado por las diferentes partes de su cuerpo con respecto a 5º, curso en el que el porcentaje es menor, aun así, tratándose de un curso alto, continúan dando más importancia al hecho de que los seres vivos están compuestos por las diferentes partes del cuerpo por encima del hecho de que los seres vivos están formados por células. Algo que cambia en el curso de 6º que, con un 79% de sus alumnos, consideran que el ser vivo está formado por células frente a un ausente porcentaje de alumnos que incurren en la misma consideración que sus compañeros de cursos inferiores.

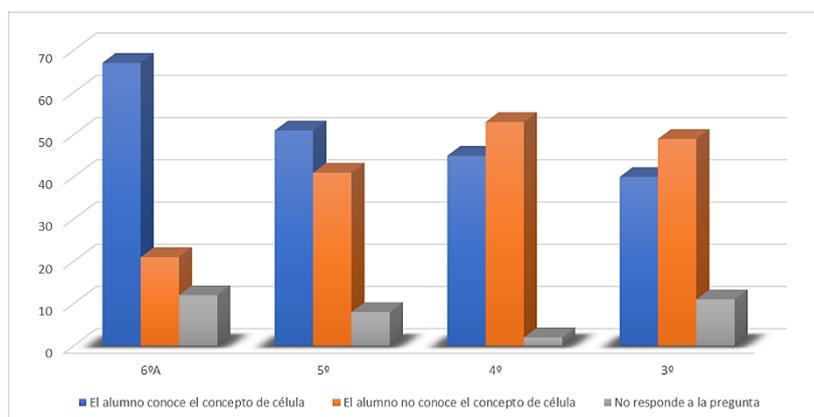


Gráfico N° 12: Pregunta N° 9. “¿Qué son las Células? ¿Sabrías dibujarlas?” Fuente: Elaboración propia.

Lo más destacable de esta pregunta es el alto porcentaje de alumnos de 6º que conocen el concepto de célula, en detrimento de los alumnos de 4º y 3º que, debido al bajo nivel de conocimientos acerca del tema, son los cursos con más porcentaje de alumnos que desconocen este concepto.

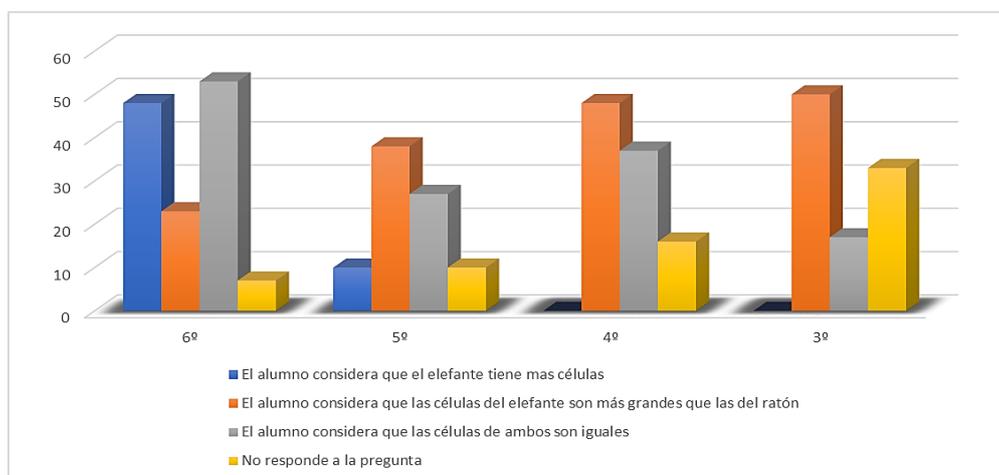


Gráfico N° 13: Pregunta N° 10. “El elefante y el ratón son seres vivos, ¿Cómo crees que son sus células?” Fuente: Elaboración propia.

El elefante tiene más células, frente al ratón, debido a su tamaño. Bajo esta premisa, un porcentaje muy considerable de alumnos de todos los cursos lo afirman, mientras que el 53% de los alumnos de 6º consideran que las células del elefante y el ratón son iguales, entre otras razones, porque ambos son seres vivos.

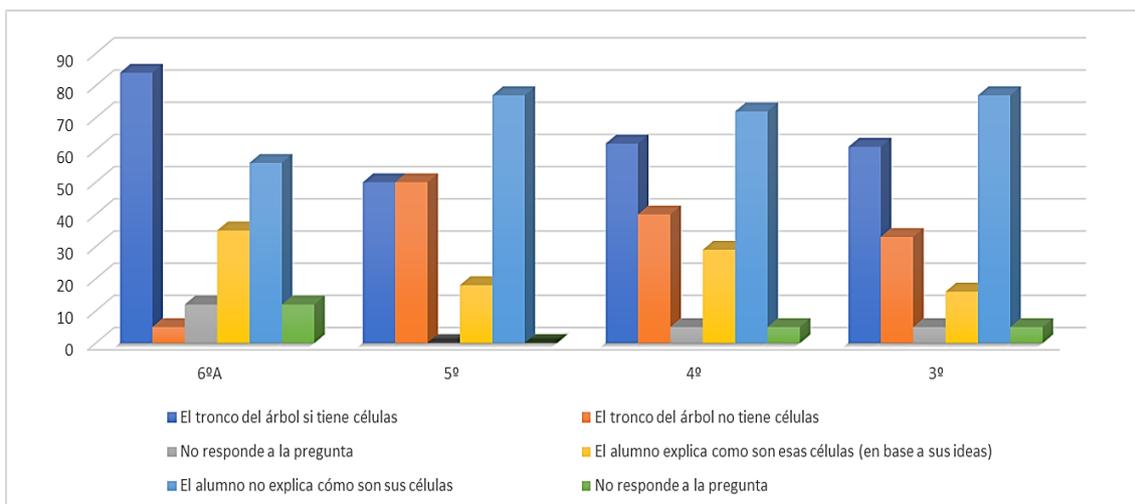


Gráfico N° 14: Preguntas N° 11. “¿Crees que el tronco de un árbol tiene células? Si es así ¿Cómo son? “. Fuente: Elaboración propia.

Por último, el análisis de la pregunta N° 11 muestra que la mayoría de los alumnos de cada uno de los cursos afirman que el tronco de un árbol tiene células, justificando su respuesta resaltando su condición de ser vivo y, como tal, las tiene. Aunque un gran número de alumnos comprendidos entre los cursos de 3º y 5º no explica cómo son esas células.

Otro caso destacable es el de 5º de Primaria, en el cual, se puede observar que el 50% de los alumnos afirman tanto que el tronco de un árbol no tiene células, al igual que el otro 50% afirma que si las tiene, algo que no sucede en otros cursos, incluso teniendo en cuenta los cursos más bajo, en los que hay una cantidad mayor de alumnos que se decantan por el hecho de que el tronco del árbol si tiene células sobre los que afirman que no. Esto puede tener dos motivos: que los contenidos referentes a la unidad estructural de la vida pueden no haberse tratado con la suficiente profundidad en este curso, ofreciendo a los alumnos una simple visión general de lo que son las células, o que no se ha dedicado el tiempo suficiente al aprendizaje de los conceptos englobados dentro de este campo de conocimiento.

Por último, cabe destacar que el 35% de los alumnos de 6º, porcentaje que sobresale con respecto a los demás cursos, explica como son las células del árbol tras afirmar que, si las tiene, basándose en su concepción de célula vegetal.

5.4.- Discusión de los resultados

Habiendo analizado cada una de las respuestas de los alumnos y teniendo en cuenta los resultados expuestos gráficamente en el apartado anterior, podemos extraer una serie de resultados finales que nos ofrecerán una visión de las concepciones alternativas de la muestra de alumnos encuestados. Hay que destacar que algunas de estas concepciones son similares a las descritas en trabajos previos.

- Es frecuente observar intentos de representación en 3D a medida que va avanzando el nivel educativo, en cambio, en los cursos más bajos destaca un modelo de representación en 2D debido a la falta de percepción en tridimensional de los alumnos.
- Los alumnos diferencian las capas que componen la estructura interna de la Tierra con mayor nivel de detalle a medida que va aumentando el nivel educativo en el que se encuentran, realizando representaciones más perfeccionadas y proporcionadas de las mismas en los cursos más altos de la etapa.
- Por otro lado, los alumnos representan la vida en el interior de la Tierra tal y como ellos la perciben en el exterior.
- Se puede observar el caso en que un alumno mezcla las interpretaciones religiosas con las evidencias científicas actuales (*Anexo III, Fig. 7*).
- Las representaciones del interior de las frutas en la perspectiva correcta no suelen suponer una dificultad para los alumnos, debido a que constituyen elementos con los que mantienen contacto en su vida cotidiana, con la excepción del hueso del melocotón, debido a la dificultad que supone dibujarlo cuando se tiene que cortar la fruta por la mitad y la representación del corte horizontal de la cebolla cuando a los alumnos se les ofrece el corte vertical, sobre todo en los cursos más bajos debido a que los alumnos aún no poseen la visión espacial suficiente como para cambiar la perspectiva. Este hecho se debería tener en cuenta a la hora de plantear a los alumnos más pequeños, aquellos conceptos que requieren una visión espacial y una capacidad de abstracción avanzada.
- Los alumnos hacen referencia a la corteza, el manto y el núcleo como elementos que se encontrarían en su “viaje” hacia el centro de la Tierra, además de otros elementos como lava y fósiles. Es decir, describen una clasificación teórica más que los elementos reales que se encuentran en el interior del planeta. Además, un alto porcentaje

de alumnos afirma que se encontraría elementos pueriles e impropios del interior de la Tierra, tales como estrellas, satélites, islas o edificios.

– Muchos alumnos incurren en errores lingüísticos a la hora de interpretar de dónde sale la lava, haciendo alusión al lugar por donde sale la misma, indicando lugares como el cráter del volcán.

– Los alumnos no sólo hacen referencia al interior de la Tierra como punto de salida del magma, sino que también hacen referencia a una serie de cámaras magmáticas como punto de procedencia del magma.

– Existe un porcentaje elevado de alumnos que definen al ser vivo como un conjunto de células, otros lo definen como aquel que realiza las funciones vitales y otra parte de los alumnos limitan su definición a los animales, plantas y personas o “aquello” que tiene vida.

– A la hora de rodear los seres vivos, los alumnos encuentran dificultades para clasificar aquellos que poseen partes de su cuerpo rígidas como el mejillón, además del alga y el hongo. Sobre todo, en cursos bajos.

– Los alumnos hacen referencia a las células como unidad estructural de los seres vivos, aunque gran parte de ellos hacen referencia a las partes del cuerpo como elementos que forman al ser vivo. También, hacen alusión a las células sanguíneas como los glóbulos blancos, rojos y las plaquetas como elementos principales de los seres vivos.

– Los alumnos de los cursos más bajos de la etapa conciben las células como bacterias que están en el cuerpo o como microformas de vida que están por todo el cuerpo.

– Ante la cuestión de discernir cómo son las células del elefante y el ratón, muchos alumnos consideran que las células de ambos son iguales debido a que ambos son seres vivos, otros consideran que el elefante tiene las células más grandes debido a su tamaño.

– Un alto porcentaje de alumnos consideran que el tronco del árbol si tiene células, otros, en cambio, consideran que no debido a que el árbol no sangra o que, simplemente, no tiene células.

6.- CONCLUSIONES Y PROPUESTA METODOLÓGICA.

Tomando como punto de partida la investigación realizada por Lillo (1994) y tras analizar y especificar los resultados de la presente investigación, se puede observar que, no sólo las concepciones alternativas no se han ido paliando a lo largo de los años, sino que los alumnos muestran dificultades similares a las que demostró este autor en su investigación a finales del siglo XX. Además, el presente trabajo muestra concepciones alternativas adicionales que muestran que los métodos educativos no han hecho el suficiente hincapié en tener en cuenta los esquemas conceptuales de los alumnos para que estos faciliten el aprendizaje de los nuevos conocimientos recogidos por el campo de conocimiento científico.

Es por ello que, a continuación, se sugieren una serie de materiales con el fin de ser integrados en la metodología educativa empleada por los Maestros, con el fin de ofrecer ayuda a la hora de reestructurar las concepciones alternativas de los alumnos para que estas no solo no supongan un obstáculo para el aprendizaje, sino para que ayuden a la integración de los nuevos conocimientos científicos en el conjunto de conocimientos que poseen los alumnos.

- [1] Uso de Maquetas: En este caso, se destaca el uso de maquetas o representaciones “palpables” de las células, cuyos orgánulos son extraíbles para que los alumnos puedan tener una visión más fiel de cada una de las partes que las componen. En relación a la unidad estructural de la Tierra, también puede utilizarse una maqueta del planeta en cuyo interior se pueden encontrar, nombradas, las diferentes capas.
- [2] Confección de Murales: Iniciativa multidisciplinar que consiste en ofrecer a los alumnos la posibilidad de hacer un mural en el que se representen las diferentes capas que componen la estructura interna de la Tierra tal y como especifica la teoría científica actual.
- [3] Programas, simulaciones y aplicaciones interactivas: Las nuevas tecnologías ayudan a los alumnos a estudiar los contenidos de una manera lúdica e interactiva, además, las TIC ofrecen unos gráficos que ayudan a los alumnos a abordar los contenidos de una manera muy visual poniendo a su disposición la tecnología 3D para tratar los contenidos de una manera muy fiel a la realidad. La aplicación para ordenador: “Earth Primer” es un simulador geológico que permite a los alumnos estudiar la estructura interna de la Tierra de una manera lúdica evitando las representaciones en 2D propias de los libros de texto.

<https://elfuturoesapasionante.elpais.com/la-app-que-te-ensena-geologia-mientras-juegas/>

7.- BIBLIOGRAFÍA

- Alberts, B. y Bray, D. (2006). Introducción a la biología celular. Ed. Médica Panamericana.
- Banet, E. y Ayuso, E. (2000). Teaching Genetics at Secondary School: a Strategy for Teaching about the Location of Inheritance Information. *Science Education* 84, pp. 313 – 351
- Beviá, J. L. (1994). Análisis de errores conceptuales en geología a partir de las expresiones gráficas de los estudiantes. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación y Experiencias Didácticas*, 12(1), 39-44.
- Carrascosa Alís, J., Gil Pérez, D., y Valdés Castro, P. (2004). El problema de las concepciones alternativas, hoy. *Didáctica De Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 18, 41-63.
- Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 2(2), pp. 183-208
- Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, 2(3), pp. 388-402.
- Carrillo Rosúa, J., Vílchez González, J. M., & González García, F. (2010). Ideas previas en el alumnado de magisterio de educación primaria sobre el interior de la Tierra.
- Corrochano Fernández, D., Gómez-Gonçalves, A., Viviana Melo, L., y Sevilla Álvarez, J. (2017). Concepciones alternativas de futuros maestros sobre la naturaleza de las mareas. *Enseñanza De Las Ciencias*, (Extra), pp. 2085-2090.

Concepciones alternativas sobre la unidad estructural de la vida y la Tierra en Educación Primaria

Decreto 26/2016, de 21 de julio, por el que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Primaria en la Comunidad de Castilla y León

Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 4(1), pp. 3-15

Estructura y composición de la Tierra. Recuperado de <https://ilexaquifolium.files.wordpress.com/2011/10/ctm3.pdf>

Flores, F.; Tovar, Ma. E., y Gallegos, L. (2003): Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *International Journal of Science Education*, 25 (2), pp. 269-286.

González-Weil, C., y Harms, U. (2012). Del árbol al cloroplasto: Concepciones alternativas de estudiantes de 9º y 10º grado sobre los conceptos «ser vivo» y «célula». *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación y Experiencias Didácticas*, 30(3), pp. 31-52.

Hewson, P.W. y Thorley, N.R. (1989). The conditions of conceptual change. *International Journal Science Education*. 11, special issue, pp. 541-553.

Jiménez - Aleixandre, M.P. y Díaz de Bustamante, J. (1993) *Drawing and Slicing Cells. Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Cornell University. Ithaca, New York.

Martínez Navarro, F., y Turegano García, J. (2010). *Ciencias para el mundo contemporáneo. Guía De Recursos Didácticos*. Gobierno De Canarias.

Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., Tasa, D., y Cientficias, A. T. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Pearson Educación, Madrid.

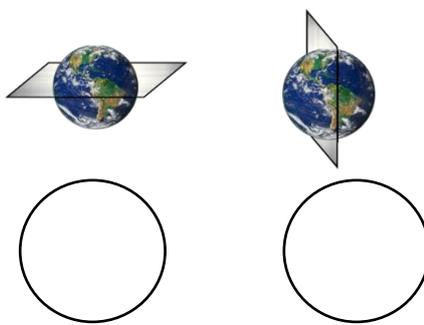
Tortora, G. J. Funke, B. R., y Case, C. L. (2007). *Introducción a la microbiología* Ed. Médica Panamericana.

8.- ANEXOS

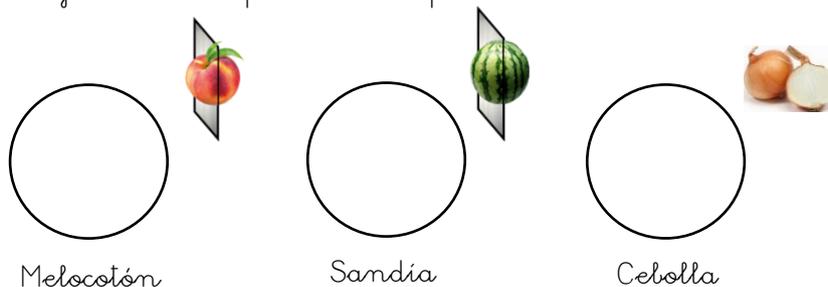
Anexo I - Cuestionario de valoración de las concepciones alternativas de los alumnos de Educación Primaria.

Una expedición por el interior de nuestro planeta

1. Si cogiésemos un cuchillo gigante y cortásemos el planeta por la mitad de la manera que indican las siguientes imágenes. ¿Qué es lo que veríamos en su interior?; Dibújalo a continuación.



2. Ahora imaginémosnos que el interior de la Tierra es como el interior de una serie de frutas y verduras. ¿Cómo veríamos el interior de las siguientes frutas si las partiésemos por la mitad?



3. Si pudiésemos hacer un viaje hacia el centro del planeta a través de un túnel muy profundo. ¿Qué cosas nos encontraríamos?, ¿Sabrías cuánta distancia tendríamos que recorrer?

4. ¿De dónde sale la lava de los volcanes? Puedes dibujarlo a continuación.



La vida en nuestro planeta

5. ¿Sabrías explicar lo que es un ser vivo?

6. Rodea los elementos que consideres seres vivos.



7. Rodea los elementos que no consideres seres vivos.



8. ¿Por qué están formados los seres vivos?

9. ¿Qué son las Células? ¿Sabrías dibujarlas?

10. El elefante y el ratón son seres vivos. ¿Cómo crees que son sus células?

11. ¿Crees que el tronco de un árbol Tiene células? Si es así ¿Cómo son?
Puedes dibujarlo a continuación.

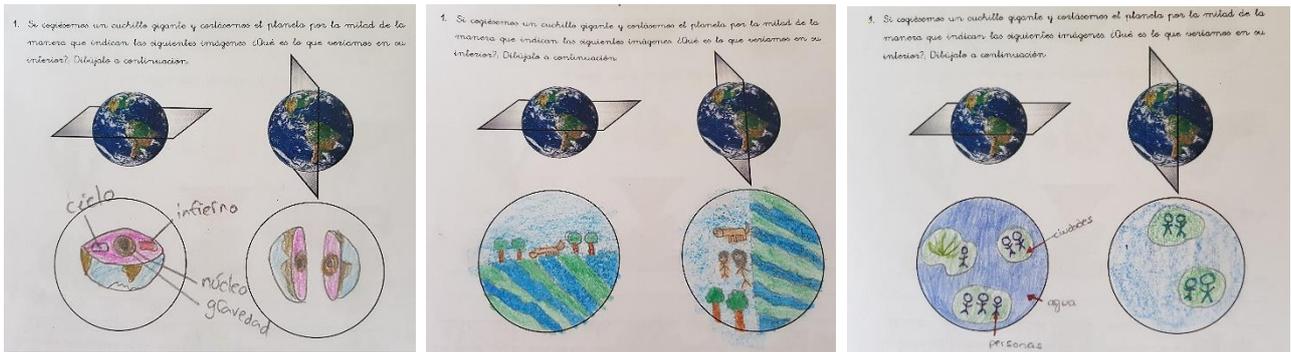


Anexo II - Tabla con las categorías empleadas en la realización de las gráficas

Cuestión N° ...	Categorías	Cuestión N° ...	Categorías
1	<ul style="list-style-type: none"> - Representa la corteza, el manto y el núcleo en ambas situaciones - Representa la corteza, el manto y el núcleo en una de las situaciones - No representa la corteza, el manto y el núcleo en ninguna de las situaciones - Las representaciones son confusas o no se distinguen bien las diferentes capas - No responde/mal dibujo 	2	<ul style="list-style-type: none"> - Interpretación clara en los tres casos - Interpretación clara excepto cebolla - El alumno no realiza la representación de forma correcta - El alumno no dibuja nada
3	<ul style="list-style-type: none"> - Se encontraría la corteza, el manto y el núcleo - Se encontraría elementos no muy comunes (islas, países, planetas, ciudades, ...) - Se encontraría lava - Se encontraría rocas o fósiles - No responde a la pregunta - Poca distancia reflejada (-500 Km) - Distancia reflejada muy elevada (+500 Km) - Distancia no reflejada 	4	<ul style="list-style-type: none"> - La lava sale del interior de la tierra / del Núcleo. - La lava sale de otros lugares (del suelo, de la naturaleza). - La lava sale de las cámaras magmáticas. - No responde a la pregunta.
5	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza las funciones vitales - Conjunto de células - Animal/Planta - Personas - Concepto incompleto* - No responde a la pregunta 	6 y 7	<ul style="list-style-type: none"> - Rodea los seres vivos - Rodea los seres no vivos - Excepto/añade palmera - Excepto/añade mejillón - Excepto/añade hongo - Excepto/añade coral - Excepto/añade alga - Excepto/añade bacteria
8	<ul style="list-style-type: none"> - Los seres vivos están formados por células - Los seres vivos están formados por bacterias - Los seres vivos están formados por las diferentes partes del cuerpo - Los seres vivos están formados por los glóbulos blancos, los glóbulos rojos y las plaquetas - No responde a la pregunta 	9	<ul style="list-style-type: none"> - El alumno conoce el concepto de célula - El alumno no conoce el concepto de célula - No responde a la pregunta
10	<ul style="list-style-type: none"> - El alumno considera que el elefante tiene más células - El alumno considera que las células del elefante son más grandes que las del ratón - El alumno considera que las células de ambos son iguales - No responde a la pregunta 	11	<ul style="list-style-type: none"> - El tronco del árbol si tiene células - El tronco del árbol no tiene células - No responde a la pregunta - El alumno explica cómo son esas células (en base a sus ideas) - El alumno no explica cómo son sus células - No responde a la pregunta

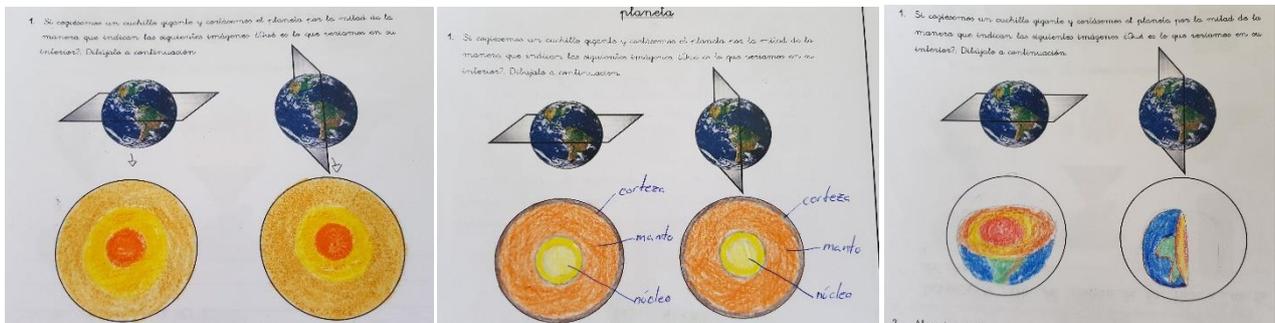
Anexo III - Recopilación de algunos de los dibujos realizados por los alumnos.

Preguntas 1 y 2

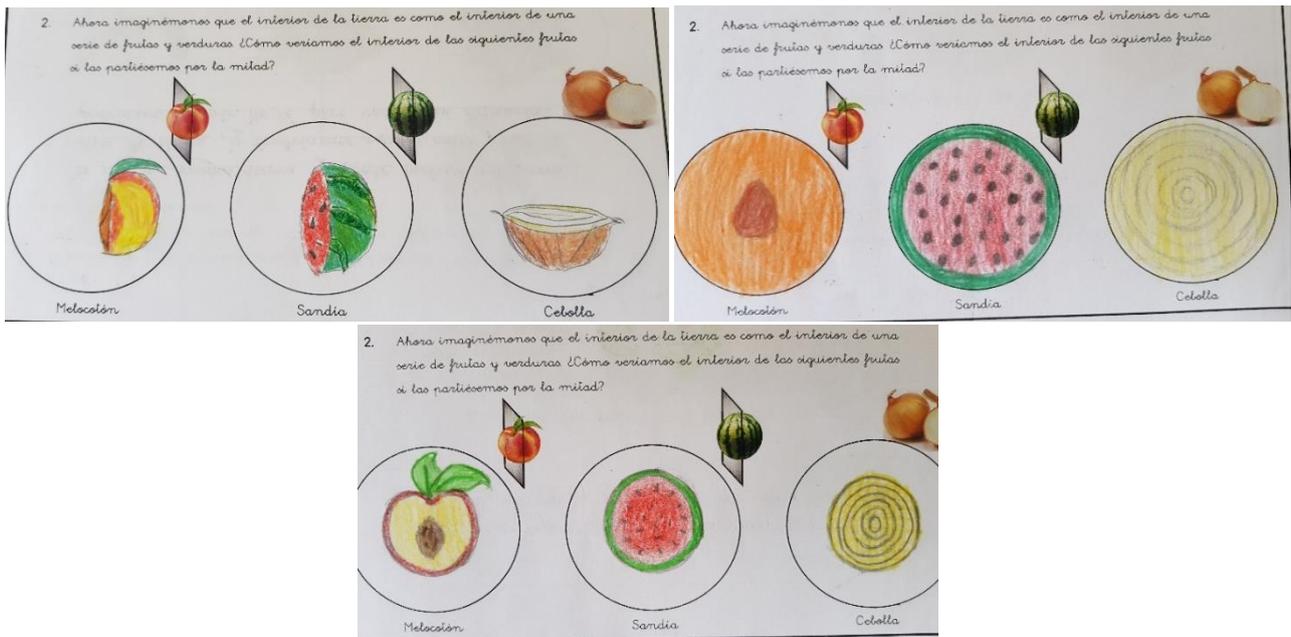


Figs. 7, 8 y 9: Interpretación religiosa y la “forma de vida” del interior de la Tierra. Representaciones realizadas por tres alumnos de 5º, englobadas en las categorías: “Las representaciones son confusas o no se distinguen bien las diferentes capas” y “No representa la corteza, el manto y el núcleo en ninguna de las situaciones”. Respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.



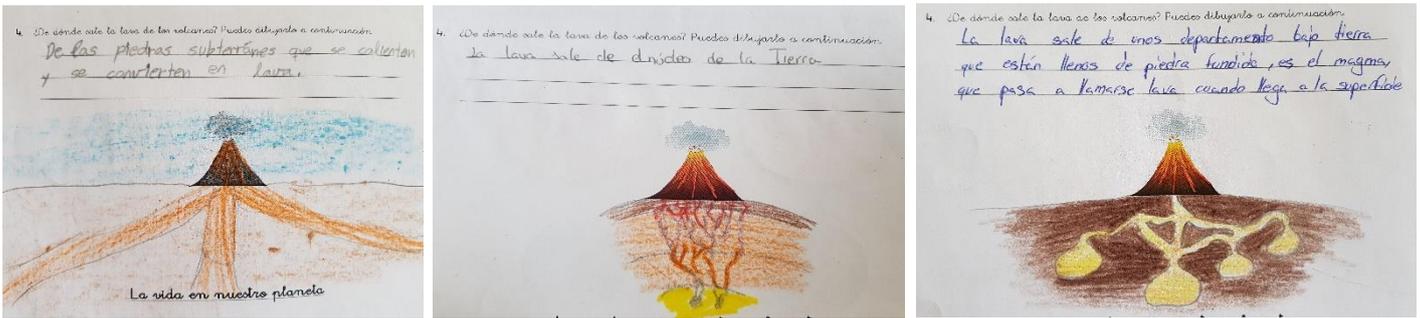
Figs. 10, 11 y 12: Diferencia en el espesor de las capas (4º), Capas regulares nombradas (6º) y la representación en 3D (5º EP) muestran la evolución de los dibujos de los alumnos. Representaciones englobadas en la categoría “Representa la corteza, el manto y el núcleo en ambas situaciones”. Fuente: Elaboración propia.



Figs. 13, 14 y 15: Diferentes perspectivas en las que los alumnos de 5º y 6º, respectivamente, han representado los tres ítems de la pregunta N° 3. Nótese cómo en los dos últimos ejemplos los estudiantes han representado bien el corte transversal de la cebolla. Incluidas en la categoría “Interpretación clara en los tres casos”.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 4

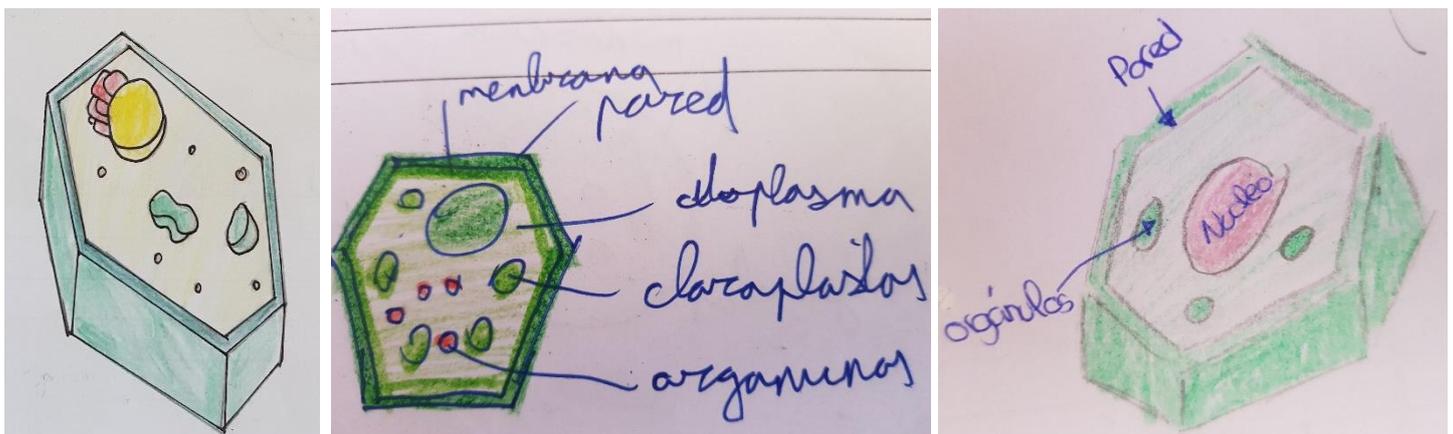


Figs. 16, 17 y 18: Representaciones de la lava emergiendo desde el interior de la Tierra “La lava sale del núcleo/del interior de la tierra” (4°, 5° y 6° de E.P. Respectivamente) y de una serie de cámaras magmáticas “La lava procede de otros lugares (cámaras magmáticas, del suelo, de la naturaleza...). Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 11



Figs. 19, 20 y 21: Representación de las células que poseen los árboles como los alumnos consideran que son (6° y 4° de E.P. Respectivamente). “El tronco del árbol sí tiene células” y “El alumno explica cómo son en base a sus ideas”. Fuente: Elaboración propia.



Figs. 22, 23 y 24: Representaciones de las células vegetales tal y como determina la teoría científica actual y nombrado de sus partes principales (6° E.P). Fuente: Elaboración propia.