



TRABAJO DE FIN DE GRADO

Diseño de la enseñanza del sistema Sol-Tierra desde la perspectiva de las prácticas científicas. Una revisión bibliográfica.

Design of the teaching of the Sun-Earth system from the perspective of scientific practices. A bibliographic review.

Autora: María Cristina Porcel Sánchez.

Director: Rafael López-Gay Lucio-Villegas.

Magisterio de Primaria

FACULTAD DE EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Curso: 2019/2020

Convocatoria Junio 2020



Agradecimientos.

Primeramente quiero agradecer a mis padres, Victoria y Manuel, por todo el esfuerzo que han hecho, por sostenerme todas y cada una de las veces que he estado a punto de flaquear, pero sobre todo, por tener confianza ciega en mí. GRACIAS, GRACIAS y GRACIAS.

A mis amigas, por la paciencia y sobre todo por aguantar mis ausencias durante estos cuatro años. Sabemos que a veces la distancia y los 400 kilómetros que nos han separado ha sido en ocasiones complicado.

No me quiero olvidar dar las gracias a Rafael López-Gay, por ayudarme tanto durante gran parte de la carrera, tanto a nivel académico como a nivel personal. Con profesores como tú, dan ganas de seguir estudiando. No puedo olvidarme de la colaboración del profesor Francisco José Castillo Hernández en este TFG, ya que sin su ayuda y sus ánimos tampoco habría podido lograr mis objetivos. Ha sido un auténtico placer coincidir contigo.

Y gracias a ti, lector, por leer mi trabajo de fin de estudios. Espero que te sirva de ayuda.



Resumen

Una de las competencias profesionales del docente es el diseño de la enseñanza, un diseño que no puede reducirse a la mera repetición de propuestas ya elaboradas, sino que requiere analizar las propuestas disponibles y enriquecerlas con planteamientos y experiencias personales.

La competencia docente para el diseño de la enseñanza, y también para su implementación en el aula y la evaluación, depende en gran medida de su conocimiento didáctico del contenido a enseñar, es decir, de su conocimiento sobre las dificultades de los estudiantes, sobre el tipo de actividades que se pueden plantear, etc. pero también depende de su dominio del conocimiento científico básico a enseñar.

Este TFG consiste en una revisión bibliográfica sobre la enseñanza del sistema Sol-Tierra, resumiendo el contenido didáctico disponible para la enseñanza tanto del modelo científico escolar que se pretende enseñar como por el conocimiento descriptivo preciso en que se puede apoyar ese modelo. Esto puede resultar útil para el docente cuando preparar sus clases, así como el conocimiento científico básico sobre esta temática.

Para ello, se realiza una clarificación conceptual del conocimiento científico escolar que se pretende enseñar, y se enmarca en el currículo de Primaria. También se realiza una reflexión en voz alta sobre el enfoque de enseñanza de las ciencias que se adopta, resaltando los elementos básicos que constituirán el conocimiento didáctico necesario para desarrollarlo.

Una vez identificados esos elementos básicos, se realiza una revisión bibliográfica que recoja las aportaciones ya publicadas por docentes e investigadores y permitan identificar el conocimiento didáctico disponible y resaltando el conocimiento que se debe buscar en los diferentes trabajos para facilitar el diseño de la enseñanza. Esa revisión comienza con una búsqueda y selección de trabajos, el resumen de cada uno de ellos y la síntesis general con las aportaciones encontradas en la literatura especializada sobre el conocimiento didáctico disponible para la enseñanza del tema elegido.

Palabras clave: sistema solar, movimiento Sol-Tierra, estaciones, horas solares, concepciones alternativas, expresión y discusión de ideas, búsqueda de pruebas.



Abstract

One of the professional skills of the teacher is the instructional design, a design that cannot be reduced to the mere repetition of proposals which have already been developed, but that requires analysing the proposals available and enrich them with approaches and personal experiences.

Teaching competence for the design of teaching, and also for its implementation in the classroom and assessment, depends largely on their didactical knowledge of content to teach, that is to say, of his knowledge about the difficulties of students, about the type of activities that can raise, etc. but it also depends on your mastery of the basic scientific knowledge to teach.

This thesis consists of a bibliographic review on the teaching of the Sun-Earth System, summing up the instructional content available for the teaching of both the school scientific model that seeks to teach how to by the descriptive knowledge in which you can support that model. This can be useful for the teacher when preparing for their classes, as well as the basic scientific knowledge on this topic.

To do this, there is a conceptual clarification of the scientific knowledge, which is intended to teach school, and is part of the curriculum of primary school. It also makes a reflection aloud about the approach of teaching of science that is adopted, highlighting the basic elements that constitute the didactical knowledge necessary to develop it.

Once you have identified those basic elements, a bibliographic review is made to collect the contributions already published by teachers and researchers and to identify the didactical knowledge available and highlighting the knowledge that should be sought in the different work to facilitate the design of teaching. This review begins with a search and selection of papers, the summary of each and every one of them and the overall synthesis with the contributions found in specialized literature about the didactical knowledge available for teaching dl chosen topic.

Key Words: Solar System, Sun-Earth movement, seasons, solar hours, alternative conceptions, expression and discussion of ideas, search for evidence.



ÍNDICE

1. Introducción y visión general del trabajo	1
2. Actividades relevantes para la enseñanza de las ciencias	2
2.1 Identificación y justificación de actividades relevantes.....	2
2.2 Posibles dificultades para el diseño y desarrollo de esas actividades	4
2.3 Proceso para el diseño de esas actividades	4
3. Contenido científico a enseñar.....	5
3.1 Introducción	6
3.2. Clarificación conceptual	7
3.3. Contextualización curricular	12
4. Búsqueda y análisis de información.....	14
4.1 Criterios y resultados de búsqueda	14
4.2. Análisis de las aportaciones seleccionadas	15
4.3. Otros.....	21
5. Conclusiones.....	24
5.1 Síntesis de aportaciones sobre las concepciones y dificultades de los estudiantes	24
5.2 Síntesis de aportaciones sobre posibles actividades para que los estudiantes expresen y discutan hipótesis.....	27
5.3 Síntesis de aportaciones sobre posibles actividades para que los estudiantes busquen pruebas.....	28
5.4 Otras aportaciones.....	29
6. Reflexión y valoración de la experiencia	30
7. Referencias bibliográficas	30
8. Anexos.....	32
Anexo 1	32
Anexo 2.....	33
Anexo 3.....	34



1. Introducción y visión general del trabajo

El presente Trabajo Fin de Grado (EN ADELANTE, TFG) se encuadra dentro de la modalidad de Revisión bibliográfica y profundización teórica recogida en la Normativa específica para la realización de TFG aprobada en la Junta de Facultad de 5 de diciembre de 2018.

La finalidad del TFG es iniciarme en la búsqueda de información científica y el análisis de la misma, orientada hacia mi futura práctica profesional como docente, en particular hacia el diseño de la enseñanza de un contenido científico de Primaria.

Esa búsqueda y análisis de información es siempre selectiva, hemos de determinar previamente qué elementos consideramos relevantes para la enseñanza. Para ello, y tomando como referencia nuestra futura práctica profesional, identificaremos y justificaremos el tipo de actividades de enseñanza que consideramos importantes, lo que en definitiva supone explicitar el enfoque de enseñanza de las ciencias en el que nos vamos a posicionar. Por otro lado, para poder entender y situar las distintas aportaciones, necesitamos clarificar conceptualmente el contenido científico a enseñar; no se trata de realizar un estudio avanzado, pero sí entender bien el contenido para comprender y valorar las aportaciones de los diferentes trabajos que analicemos.

De acuerdo con estas intenciones, los objetivos que guiarán este TFG serán:

- Identificar y justificar las actividades de enseñanza de las ciencias más importantes, y enumerar los elementos relevantes que guiarán nuestra búsqueda y análisis de información
- Clarificar el contenido conceptual del contenido científico seleccionado y contextualizarlo en el currículo de Primaria
- Buscar y seleccionar artículos y propuestas de interés, analizarlos y resaltar sus aportaciones en cada uno de los elementos relevantes ya enumerados
- Hacer una síntesis, a modo de conclusión, de las aportaciones en cada uno de los elementos relevantes

La estructura del trabajo obedece a esta relación de objetivos, como puede apreciarse en el índice del mismo. El contenido científico que he seleccionado son: las horas de luz



solar en Almería y la explicación de cómo se forman las estaciones según el movimiento de Sol-Tierra.

2. Actividades relevantes para la enseñanza de las ciencias

En este apartado se explicitará brevemente el enfoque de enseñanza de las ciencias en el que nos posicionamos. En primer lugar, se resaltarán las actividades de enseñanza que consideramos relevantes, para después discutir sobre posibles dificultades que se puede esperar en el diseño y desarrollo de esas actividades.

2.1. Identificación y justificación de actividades relevantes

En los últimos años se ha resaltado la importancia de que la enseñanza de las ciencias se organice en actividades a realizar en grupo por los estudiantes, incorporando prácticas científicas, es decir, formas de hacer y pensar que son propias de la ciencia (López-Gay, Jiménez-Liso, Martínez-Chico y Castillo-Hernández, 2020). Se intentará describir aquí, de un modo más operativo y cercano a la práctica profesional, qué actividades de enseñanza resultan relevantes y por qué.

- **Preguntarse sobre cuestiones del mundo en el que se rodean, como puede ser sobre fenómenos cercanos.** En este caso se acotará el amplio campo a intervenir, centrándonos en el tema del movimiento del Sol-Tierra, sus estaciones y el cambio en las horas de luz solar. *¿Por qué este tema y no otro?* Pues bien, partir del tema de las estaciones y las horas de luz solar es uno de los temas más accesibles que podemos abordar puesto que es algo que todos los seres humanos tenemos y convivimos con ello a diario, y aunque en Ciencias (sobre todo en Ciencias Sociales más que en Ciencias Naturales) se abarca este tema del Sol y la Tierra, es cierto que muchos alumnos optan por memorizar conceptos y tecnicismos pero no de una manera lúdica y didáctica con lo que conlleva que finalmente no sea un aprendizaje significativo.

Otro punto para tener en cuenta es que todo el mundo sabe cómo es el Sistema Solar, qué planetas hay e incluso cómo se conforman las estaciones, pero no todos saben qué



es lo que hace que se establezca esas fechas para cada estación ni lo que realmente ocurre en cada estación, así como por qué no hay todo el año el mismo número de horas de luz solar. **Por ejemplo:** toda la sociedad sabe que el año se divide en cuatro estaciones pero no saben justificar por qué el cumpleaños de X (que es en invierno) y el cumpleaños de Y (que es en verano) uno se celebra habiendo luz solar y en otro no, si lo celebran a la misma hora. Otro caso que no saben justificar es por qué en invierno tenemos menos de 12 horas de luz solar y por qué en verano tenemos más de 12 horas de luz solar.

- **Formular y debatir hipótesis.** Este punto es importante, ya que aquí se puede ver las concepciones previas que el alumnado posee y cómo intenta justificar por sí mismo el mundo que le rodea. También es transcendental tener en cuenta, que al principio el alumnado le costará tan solo el ponerlo en duda e intentar argumentar su opinión, y éste será el principal objetivo que desarrollar: que el alumnado sea capaz de argumentar con coherencia y objetividad un problema que se les plantea. En este paso, seguramente habrá varias hipótesis que los alumnos creen que son las correctas, para ello, los docentes deberán de empezar por una e ir siguiendo los pasos siguientes que hemos marcado como docentes hasta ver si es correcta o no dicha hipótesis. En el caso de que no fuera la correcta, se volvería a coger otra de las hipótesis que estaban al principio y se seguiría el mismo procedimiento y modificando si fuese preciso.

Es primordial utilizar este método de enseñanza como es la indagación puesto que están muy acostumbrados que los docentes les brinden las lecciones, así como las respuestas ya dadas, sin hacerles ni siquiera pensar, convirtiendo a los alumnos en “autómatas”, sobre todo esto pasa cuando en ciencias se sigue un método tradicional en el que el libro es el principal guía que existe haciendo que muchos docentes no sepan responder algunas dudas que surgen.

- **Llevar a cabo actividades para corroborar las diferentes hipótesis que se plantean.** Estas actividades serían experimentos que estarían destinados a contrastar y dar veracidad a las hipótesis que se han ido planteando a lo largo del punto anterior para llegar a un “patrón” que justifique la hipótesis. Con estas actividades serían importantes ya que son los alumnos los que a través del ensayo-error se van dando cuenta de si lo que pensaban era cierto o no y tienen que optar por realizar otros experimentos que sí den respuesta a la pregunta planteada, pero sobre todo, son ellos los que a través de estas



reflexiones se cuestionan por qué, cómo y de qué manera pueden llegar a “la respuesta correcta” y dé una explicación a la pregunta planeada inicialmente.

- **Obtener modelos científicos que establezcan una regla que responda a la pregunta inicialmente formulada.** Una vez confirmada la hipótesis correcta, con ella se puede establecer patrones que respondan a la duda inicial con la que empezó este proceso de indagación en las Ciencias. De la forma en que construyan el modelo científico será a través del enfoque IBSE, ya que será con el modelo que hayan trabajado durante todas las sesiones, pero ellos serán los que puedan elaborar dicho informe donde recojan todos los pasos que hemos ido dando, los datos, los experimentos, etc. Esta actividad ayuda a que vean que la Ciencia lo que hace es justificar una serie de patrones que se cumplen para así llegar a dar una serie de respuestas que se plantean.
- **Acercar el conocimiento cotidiano al conocimiento científico.** En definitiva, este punto no es una actividad en sí, sino que se debe trabajar a lo largo de todas las actividades que se realizarán. Con este tipo de método lo que se pretende es potenciar al máximo el aprendizaje significativo a través de los conocimientos previos que tienen e ir reestructurándolos a medidas que adquieren unos nuevos, acercando y explicando el mundo que les rodea, pero de manera científica.

2.2. Posibles dificultades para el diseño y desarrollo de esas actividades

La principal dificultad que se puede encontrar para diseñar esas actividades y desarrollarlas en el aula es que no se tenga en cuenta todas las posibles respuestas que puedan dar y no saber reconducir las sesiones hasta el punto en el que se quiere abordar el tema. Es cierto, que si los alumnos por ellos mismos no llegan a algún tipo de conclusión, se les puede ayudar (que sean ellos los que investiguen no quiere decir que como docente no se tenga ni se pueda intervenir, de hecho, es necesario). Otro detalle importante, es que la pregunta no sea lo suficientemente interesante y no tengan esa necesidad de replantearse el porqué de las preguntas que se están formulando.

2.3. Proceso para el diseño de esas actividades

Para realizar el diseño de la enseñanza se ha de tener claro los pasos a seguir para poder elaborarlo de manera excelente. El primer paso sería mirar el currículum de Primaria, en el área de Ciencias y ver qué objetivos, contenidos, diseño curricular, estándares de aprendizaje, etc. y en qué ciclo se ajusta de manera más adecuada la secuencia que se



quiere elaborar. Una vez se tenga claro en qué parte del BOJA está justificada, se planteará y concretará la estructura de nuestra secuencia. Obviamente se tendrá que estudiar el tema en profundidad, adquiriendo todos los conocimientos necesarios para que podamos resolver de manera correcta todos los tipos de dudas que les surja al alumnado durante la secuencia.

Cuando se tenga claro el tema a tratar, se hará una lista exhaustiva de las posibles respuestas, ideas previas, conjeturas y justificaciones que pueden tener el alumnado que responda a la pregunta que plantearemos inicialmente en las sesiones (aunque en el proceso como docentes, la pregunta será de lo último que hagamos) ya que ellos nos ayudarán a predecir como montar la secuencia y por donde podemos llevarla. También se elaborará una lista de las actividades (primero de manera general) que se irán haciendo en cada paso. Se concretará de manera más específica cada actividad, así como también se elaborará el material para las actividades (experimentos) teniendo en cuenta los distintos recursos, instrumentos y aparatos que deberemos de usar para poder realizarlas.

Después, se formulará la pregunta que se planteará al alumnado cuando vayamos a ejecutar la secuencia. Se elaborará distintos tipos de recogida de información y evaluación (esta última, más bien sería para el docente, para saber si ha hecho de manera adecuada la secuencia y si ha pasado por alto cosas para tener en cuenta). Y, por último, se recogerá información sobre desde el primer momento que se empieza la secuencia, para ver qué es lo que se había previsto y lo que sucede en el transcurso de la secuencia, cómo evoluciona y/o aspectos a mejorar.

3. Contenido científico a enseñar

Una vez situados y teniendo en cuenta cómo se ha organizado los pasos para poder enseñar el contenido científico, se procederá a sumergirnos en él, haciendo hincapié en los conceptos.



3.1.Introducción

El movimiento de la Tierra respecto al Sol -o del Sol respecto a la Tierra- no es algo que se pueda percibir directamente, y mucho menos los alumnos. Sin embargo, otros cambios como el número de horas de luz solar que el Sol está sobre el horizonte o la trayectoria diaria del Sol sobre el horizonte sí son fenómenos que percibimos directamente y que se puede estudiar con precisión.

Se puede expresar nuestras ideas y dar respuesta precisa sobre preguntas tan concretas como: ¿cómo cambia el número de horas de luz solar a lo largo del año en nuestra localidad?, ¿cómo cambia la trayectoria del Sol? Incluso podemos plantearnos esas mismas preguntas referidas a otras localidades, aunque en ese caso no será tan sencillo obtener respuestas experimentales.

Pero el conocimiento científico no consiste en acumular respuestas puntuales sobre una gran variedad de preguntas concretas sino en disponer de modelos o explicaciones abstractas sobre el funcionamiento del mundo a partir de los cuales pueda explicarse o predecir la respuesta a preguntas concretas. Cuanto mayor sea la variedad de fenómenos concretos a los que pueda aplicarse un modelo, mayor será su potencia y validez.

La finalidad de la enseñanza es que los estudiantes lleguen a aprender el conocimiento científico expresado en esos modelos, adaptándolos modelos científicos a modelos científicos escolares. Uno de ellos es precisamente el modelo sobre el movimiento del sistema Sol – Tierra. Pero resulta inútil enseñar esos modelos abstractos sin vincularlos con los fenómenos concretos que pretendemos explicar o predecir. Se corre el riesgo de enseñar una ciencia que no ayude a los aprendices a comprender el mundo, perpetuando con ello una visión de la ciencia alejada de la realidad, aumentando la brecha entre las clases de ciencias y el mundo que nos rodea.

Para poder entender el modelo Sol-Tierra y su valor en el conocimiento científico, los estudiantes deben enfrentarse primero a preguntas concretas sobre el mundo que les rodea. Una vez acumulado ese conocimiento descriptivo, tendrá sentido preguntarse por un modelo que explique esos resultados y, un paso más allá, utilizar ese modelo para contestar a nuevas preguntas. Así pues, antes de presentar el modelo sobre el movimiento Sol-Tierra describiremos bien el comportamiento observable del Sol, en particular en lo



que se refiere al número de horas de luz sobre el horizonte y a la trayectoria del Sol, referido a nuestra localidad.

Los cambios en ese comportamiento observable constituyen el criterio más estable para reconocer las regularidades y definir las estaciones. Otras veces se utilizan como criterios para definir las estaciones los cambios de la temperatura o las precipitaciones, los cambios en la vegetación y los animales... criterios que se sabe que son poco nítidos para establecer con precisión desde qué día y hasta qué día dura una estación.

3.2. Clarificación conceptual

Una vez aclarado en el apartado anterior cómo se diseñaría la elaboración del contenido, este punto se centra en presentar el contenido científico. Primero se definirá algunas magnitudes básicas relacionadas con la trayectoria diaria del Sol (1), después describiendo cómo cambian esas magnitudes en Almería a lo largo del año lo que permitirá definir sin ambigüedad las estaciones del año (2), y para terminar se mostrará un modelo sobre la posición relativa que deben tener el Sol y la Tierra para explicar los cambios estacionales descritos en Almería (3).

1. Definición de magnitudes y su medida:

1.1. Horas de luz solar. Es el número de horas y minutos que transcurren desde que aparece el primer borde del disco solar sobre el horizonte (orto) hasta que desaparece el último borde del disco solar sobre el horizonte (ocaso). Para medir el número de horas de luz solar en un día concreto tenemos que situarnos en una zona donde se aprecie el horizonte, libre de obstáculos naturales o artificiales, observar y apuntar la hora exacta (hh:mm) en el que sucede el orto y el ocaso, y después restar la hora del ocaso menos la hora del orto. Otra manera es ir a fuentes fiables donde, una vez indicada nuestra localidad, informan de la hora del orto y el ocaso cada día del año; esas fuentes pueden ser de grupos e instituciones científicas como el Instituto Geográfico Nacional (<http://astronomia.ign.es/web/guest/hora-salidas-y-puestas-de-sol>), páginas web contrastadas (por ejemplo, <http://www.timeadate.eu/pages/es/sunrise-calc-es.html>) o incluso se puede escribir en el buscador de Google la localidad y fecha junto a salida y puesta de sol.



1.2. Coordenadas solares: azimut y elevación angular. Estas coordenadas permiten identificar un punto cualquiera de la bóveda celeste o de cualquier semiesfera colocada sobre el suelo horizontal en el que se encuentra el observador. Si se quiere señalar con un bolígrafo colocado en el suelo o con nuestro brazo un punto de la bóveda celeste se hará en dos pasos consecutivos.

En el primer paso será colocar el bolígrafo en el suelo o el brazo horizontal señalando en dirección norte, y empezamos a girar en el sentido de las agujas del reloj un cierto ángulo. El **azimut** es el valor de ese ángulo que tenemos que girar el bolígrafo o el brazo horizontal que inicialmente señalaba el norte. El azimut es, pues, un ángulo entre 0° y 360° . Si el azimut es 0° (o 360°) se señala en dirección norte, si el azimut es 90° se señala en dirección este, si es 180° se señala en dirección sur, y si es 270° se señala en dirección oeste.

En el segundo paso, una vez que se está señalando en una dirección horizontal indicada por el azimut, se va subiendo un extremo del bolígrafo o del brazo hacia la vertical un cierto ángulo. La **elevación angular** es el valor de ese ángulo que tiene que formar el bolígrafo o el brazo con la horizontal, y su valor puede ser desde 0° (manteniendo el bolígrafo o el brazo horizontal) hasta 90° (se señala en dirección vertical, encima de nuestras cabezas), pasando por todos los valores intermedios.

Conociendo el azimut y la elevación angular, se puede señalar un punto concreto de la bóveda celeste. Por tanto, para indicar la posición del Sol en la bóveda celeste en un determinado instante se necesitará medir su azimut y su elevación angular en ese instante

Para medir el azimut seguimos estos pasos: 1) dibujar en el suelo (horizontal) la línea meridiana (indicada por la brújula) y escribir en cada extremo norte y sur, 2) colocar un palo vertical en la mitad de esa línea y dibujar en el suelo la sombra de ese palo, 3) prolongar esa sombra cruzando la línea meridiana que se había trazado en el primer paso, 4) medir con un transportador el ángulo que forma esa prolongación con la dirección norte, medido siempre en dirección a las agujas del reloj.

Podemos medir la elevación angular aprovechando el palo vertical utilizado para el azimut o cualquier objeto vertical que se encuentra en el suelo, siguiendo estos pasos: 1) medir la longitud del palo y la longitud de la sombra, 2) dibujar en un papel, usando



escuadra y cartabón, un triángulo rectángulo cuyos catetos tengan de longitud valores proporcionales a las longitudes del palo y su sombra, 3) medir con un transportador el ángulo que forma la hipotenusa con el cateto que representa a la sombra.

1.3. Orto, ocaso y mediodía. Se trata de tres posiciones singulares del Sol en su trayectoria de cualquier día: el punto de salida (orto), el punto de llegada (ocaso) y el punto intermedio (mediodía).

Cuando se produce el orto el Sol se encuentra justo en el horizonte: su elevación angular es siempre 0° . Por tanto, para determinar la posición del Sol en el orto sólo se necesita conocer el **azimut del orto** (pues su elevación angular se sobreentiende). Cuando se produce el ocaso del Sol, de nuevo se encuentra en el horizonte y su elevación angular es siempre 0° . Por tanto, para determinar la posición del Sol en el ocaso sólo se necesita conocer el **azimut del ocaso** (pues su elevación angular se sobreentiende).

Desde el orto al mediodía (la mañana) el Sol va subiendo sobre el horizonte, es decir, aumentando su elevación angular. Desde el mediodía hasta el ocaso (la tarde) el Sol va bajando sobre el horizonte, es decir, disminuyendo su elevación angular. Por tanto, la elevación angular del Sol al mediodía es la **elevación angular máxima del Sol** ese día. Por otra parte, el azimut del Sol al mediodía es siempre o bien 180° (dirección Sur) o bien 0° (dirección Norte), según la localidad en la que nos encontremos y el día del año.

2. Cambios en Almería, a lo largo del año, de la trayectoria del Sol

La trayectoria del Sol en un día cualquiera queda determinada conociendo: el número de horas de luz solar, el azimut del orto, el azimut del ocaso, y la posición del Sol al mediodía (azimut 0° o 180° , elevación angular máxima). Se va a describir cómo cambia cada una de esas magnitudes a lo largo del año en Almería:



2.1. Cambios en el número de horas de luz solar en Almería

La figura 1 representa la gráfica de las horas de luz solar en Almería a lo largo del año. A continuación se describirá verbalmente algunas de las características de esa gráfica:

- Durante el primer semestre (INVIERNO Y PRIMAVERA) **aumenta** el número de horas de luz solar y durante el segundo semestre (VERANO Y OTOÑO) **disminuye**.
- Hay días singulares en horas de luz solar que utilizamos para fijar el final de una estación y comienzo de otra: los días que tienen 12 h de luz solar (justo la mitad de las horas del día), se llaman equinoccios. El día con más horas de luz solar y con menos horas de luz solar se llaman solsticios. En concreto: el solsticio de invierno (21 de diciembre en Almería) es el día con menos horas de luz solar y determina el fin del otoño y comienzo del invierno: el equinoccio de primavera (21 de marzo en Almería), con 12 h de luz solar, determina el fin del invierno y comienzo de la primavera; el solsticio de verano (21 de junio en Almería) es el día con más horas de luz solar y determina el fin de la primavera y comienzo del verano; y el equinoccio de otoño (21 de septiembre en Almería), con 12 h de luz solar, determina el fin del verano y comienzo del otoño.
- El cambio se produce a mayor ritmo cerca de los días de equinoccio y apenas cambia cerca de los días de solsticio.
- En invierno y otoño hay menos de 12 horas de luz solar mientras que en primavera y verano hay más de 12 horas de luz solar.
- Existe una simetría en número de horas respecto al 21 de junio y 21 de diciembre:
 - Cada día de invierno tiene otro igual en otoño, cada día de verano tiene otro igual en primavera, pero va aumentando VS disminuyendo.
- Esto se repite anualmente.

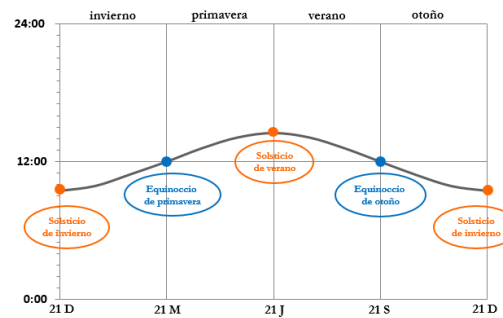


Figura 1. Cambios en el número de horas de luz solar en Almería a lo largo del año

2.2. Cambios en el azimut del orto y el azimut del ocaso en Almería

La figura 2 muestra, mediante un dibujo realizado sobre un suelo horizontal, el azimut del orto y el azimut del ocaso en Almería los días singulares del año.

Como puede apreciarse, sólo los días de equinoccio (21 de marzo y 21 de septiembre) el azimut del orto es 90° y el del ocaso 180° , es decir, sólo esos dos días el Sol sale por el este y se pone por el oeste.



Figura 2. Valores del azimut del orto y el azimut del ocaso en Almería los días singulares del año

Durante el otoño y el invierno el orto se produce entre el este y el sur (valor extremo 120°) y el ocaso entre el oeste y el sur (valor extremo 240°). Por el contrario, durante la primavera y el verano el orto se produce entre el este y el norte (valor extremo 60°) y el ocaso entre el oeste y el norte (valor extremo 300°). Una característica especial es que la suma del azimut del orto y el azimut del ocaso es 360° todos los días del año.

2.3. Cambios en la posición del Sol al mediodía en Almería

El azimut del Sol al mediodía, en Almería, es 180° todos los días del año. Es decir, el Sol al mediodía, en Almería, está siempre en dirección Sur. Sin embargo, la elevación del Sol al mediodía (elevación angular máxima) si va cambiando a lo largo del año. En la figura 3 se muestra, mediante un dibujo, los valores de la elevación angular máxima en Almería los días singulares del año.

El azimut del Sol al mediodía, en Almería, es 180° todos los días del año. Es decir, el Sol al mediodía, en Almería, está siempre en dirección Sur. Sin embargo, la elevación del Sol al mediodía (elevación angular máxima) si va cambiando a lo largo del año. En la figura 3 se muestra, mediante un dibujo, los valores de la elevación angular máxima en Almería los días singulares del año.

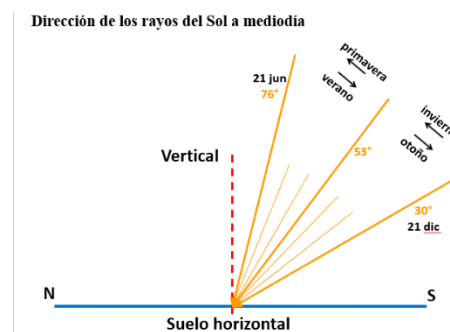


Figura 3. Valores de la elevación angular máxima del Sol en Almería los días singulares del año



2.4. Síntesis: cambios en la trayectoria diaria del Sol en Almería a lo largo del año

De acuerdo con lo expresado sobre el número de horas de luz solar, el azimut del orto, el azimut del ocaso y la posición del Sol al mediodía en Almería, en la figura 4 se muestra mediante un dibujo la trayectoria del Sol en Almería los días singulares del año.

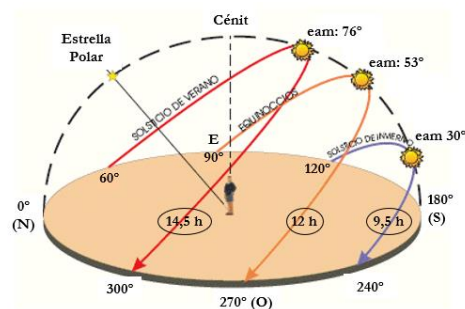


Figura 4. Representación y características de la trayectoria del Sol en Almería durante los días singulares del año

Los cambios en la trayectoria diaria del Sol nos permiten definir con precisión el comienzo y fin de las estaciones del año, y lo que sucede a lo largo de cada una de ellas. Estos cambios son mucho más precisos y regulares que los cambios de otras magnitudes que habitualmente se utilizan para definir las estaciones: cambios en el clima, en la vegetación, en la temperatura, etc.¹

3.3. Contextualización curricular

Basándose en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (BOE 01/03/2014), los contenidos referentes a los movimientos Sol-Tierra y las estaciones aparecen en el **Bloque 2** “*El mundo en el que vivimos*” de la asignatura de Ciencias Sociales (de aquí en adelante C.S.). No se especifica qué ítem forma parte de cada ciclo, se limita a mencionarlo de manera general, de tal forma:

Como **Contenidos**:

- C.S. El Universo y el Sistema Solar: el Sol. Los Planetas.

¹ En la figura 1 se presenta un resumen de lo que sucede en cada estación en Almería.



- C.S. El planeta tierra y la luna, su satélite. Características. Movimientos y sus consecuencias.
- C.S. La representación de la Tierra. Orientación en el espacio.
- C.S. Globos terráneos Identificación de los polos, el eje y los hemisferios.

Como **Criterios de evaluación:**

- C.S. Explicar cómo es y de qué forma se originó el Universo y sus principales componentes.
- C.S. Describir las características principales del Sistema solar identificando diferentes tipos de astros y sus características.
- C.S. Localizar al planeta Tierra y a la Luna en el Sistema Solar explicando sus características, movimientos y consecuencias.

En la Orden de 17 de marzo de 2015, por la que se forma el currículo de educación Primaria en Andalucía (BOJA 26/12/2007). En esta orden, aparecen los contenidos referentes a los movimientos Sol-Tierra y las estaciones dentro del Bloque 2 “*El mundo en el que vivimos*” en los tres ciclos de las asignaturas de Ciencias Sociales en los siguientes contenidos y criterios de evaluación:

Contenidos: El punto **2.2.** El Sistema Solar: Sol, planetas, satélites, asteroides, meteoritos, cometas y estrellas fugaces, y el punto **2.3.** La Tierra: forma, aspecto y composición. Movimientos y sus consecuencias: La rotación terrestre. Eje y polos geográficos. El día y la noche. El movimiento de traslación de la Tierra. Las estaciones. Las capas de la Tierra.

Criterios de evaluación:

C.E. 3.4. Explicar cómo es y de qué forma se originó el Universo y sus principales componentes, describiendo las características principales del Sistema Solar e identificando diferentes tipos de astros y sus características ubicando y localizando al planeta Tierra, a la Luna en el Sistema Solar y describiendo sus características, movimientos y consecuencias.



C.E. 3.5. Identificar y describir las capas de la Tierra según su estructura, explicando sus características básicas, explorando y conociendo las diferentes formas de representar la Tierra, usando y manejando planos, mapas, planisferios y globos terráqueos, situando correctamente los elementos geográficos y manejando los conceptos de paralelos, meridianos y coordenadas.

C.E. 12. Describir las características principales del Sistema Solar e identificar diferentes tipos de astros y sus características ubicando al planeta Tierra en el Sistema Solar.

4. Búsqueda y análisis de información

4.1. Criterios y resultados de búsqueda

Para la búsqueda de los artículos que mencionaré próximamente, los principales motores de búsqueda que se ha utilizado son las siguientes las páginas webs: <https://scholar.google.es/>, <https://revistes.uab.cat/ciencies> <https://revistas.uca.es/index.php/eureka> y <https://ensciencias.uab.es/>. Éstas son las más destacables en cuanto a número de resultados que han ofrecido y dentro de esas, se ha obtenido la mayoría de los artículos seleccionados para este apartado. Respecto a las palabras clave, para acotar la búsqueda se ha utilizado: “horas solares”, “sistema solar”, “luz solar”, “estaciones” y “movimiento Sol-Tierra” ya que resumen muy bien el contenido que se pretende extraer de los artículos que se vaya a utilizar.

En general, no ha costado mucho dar con bastantes artículos que corroboren los primeros puntos de este TFG. Estos artículos mencionan las ideas preconcebidas que tiene el alumnado de Primaria (veremos alguno que mencionan esas ideas tanto en Secundaria como en maestros de Primaria), así como la manera que tienen para expresar dichas ideas ya sean mediante explicaciones o dibujos. También hacen referencia a las posibles pruebas a realizar para corroborar las hipótesis que plantean. Del mismo modo, otros artículos sugieren adoptar algunas metodologías de enseñanza para que el alumnado reconstruya sus esquemas mentales y se aproximen a un conocimiento científico que sí dé verdaderamente la respuesta a sus preguntas.



4.2. Análisis de las aportaciones seleccionadas

En este apartado se resumirá, para un total de nueve artículos seleccionados, las principales aportaciones en relación con los tipos de actividades que se ha ido señalando en el primer apartado de este TFG y que se considera relevantes para la enseñanza de las ciencias.

Jiménez Liso, Martínez Chico, López-Gay, R. y Castillo Hernández (2018) en su artículo *“¡Aún no es otoño porque no se han caído todas-todas las hojas! Propuesta de cambio de contenidos sobre las estaciones.”*, plantean dos conflictos que surge entre los alumnos para dar respuesta a las estaciones: una de ellas intenta expresar y debatir sus ideas de una manera útil y explicativa, cercana al mundo que les rodea; otra de ellas es plantearse y dar respuesta a preguntas relacionadas con los cumpleaños de éstos y utilizando diversas justificaciones para responder ambas cuestiones. También sugiere la manera óptima de enseñanza-aprendizaje para dar respuestas a las preguntas sobre las horas de luz solar enfocado en un ámbito más científico.

En relación en este documento se habla de las posibles ideas previas del alumnado como puede ser las concepciones del cambio de las estaciones con un único acontecimiento: caída de hojas, nieve, flores y playa; y fijarse únicamente en el clima y las temperaturas, ya que quedan las concepciones de manera muy ambigua.

Para promover que el alumnado exprese sus ideas, nos indica las siguientes tres recomendaciones: una pregunta que <<enganche>> al alumnado como puede ser *“¿Cómo es posible que el cumple de Ana² lo celebremos de noche y el de Lourdes de día?”*; de manera representativa, especificar lo que hacen durante 24 horas y apuntar si lo realizan de día o de noche; y por último, ordenar los cumpleaños del alumnado, apuntando si lo celebran de día o de noche.

En relación a la búsqueda de pruebas, este artículo nos ofrece las siguientes opciones: buscar en internet en una base de datos fiable para representar en una tabla la salida y la puesta del Sol en los días de cumpleaños de cada alumnado; recolectar fotos de cada

² Ana cumple años en noviembre y su hermana Lourdes, en julio.



cumpleaños para ver si sucede de día o de noche o, un cuadro explicativo con los resultados de las anteriores pruebas donde se explica de manera muy resumida, la diferencia de las horas de luz solar como “más de 12 horas de luz solar” y “menos de 12h de luz solar”.

Rada y Altisent (2017) en su artículo “*Per què a l’estiu fa calor?*”, plantean mediante el enigma de la pregunta y habrá que desmontar las creencias que tiene la sociedad como correctas y que en las ciencias no tiene cabida. Mediante hipótesis van desmitificando con experimentos cada una de esas creencias.

En relación con todas las ideas previas del alumnado, en este artículo llegaron a estas tres hipótesis para justificar el movimiento de Sol-Tierra: porque estamos más cerca del Sol, porque el día es más largo (y hay más horas de luz solar) y por último, porque los rayos solares son más verticales (el Sol está más encima).

Para promover la expresión de sus ideas, en este artículo propone entre otros una serie de experimentos como: la representación del binomio Sol-Tierra en el entorno del colegio así como de una elipse, realizar estudios de casos particulares en Andorra y en otras ciudades si se pudiese, y por último, calcular el ángulo de incidencia de los rayos solares, y luz y sombras.

Para ello, tuvieron que aportar las diferentes pruebas mediante: la búsqueda de información en Internet de fuentes fiables, representar la información recolectada de todas las hipótesis, la comparación de datos entre la ciudad de Andorra y otras ciudades, y por último, calcular el tamaño de las diferentes sombras los días de cambio de estación.

Catalán (2014) en su artículo “*A vueltas con el gnomon. Buscando soluciones a problemas*”, plantea que las ideas que tiene el alumnado entrevistado sobre el movimiento de Sol-Tierra son: que las nubes son las encargadas de detener el calor, la importancia de la participación de la vegetación en la temporada fría (otoño y sobre todo, invierno) y por último, la cercanía o lejanía del Sol respecto a la Tierra.



En relación con la expresión de sus ideas, parte principalmente desde observar la sombra que proyectan los objetos y hacer un seguimiento de ésta.

Para ello, el autor destaca las siguientes actividades para aportar como pruebas: la sombra del árbol y su movimiento a lo largo del día, el manejo del gnomon y dibujo de la trayectoria del Sol la comparación de la trayectoria en numerosos días, el paso de la visión geocéntrica a la heliocéntrica, y por último, la aplicación del modelo a diferentes contextos.

De Manuel (1995) en su artículo “*¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra.*”, plantea una investigación con los resultados de 900 alumnos, sobre los contenidos relacionados con el movimiento Sol-Tierra.

En relación con las ideas alternativas en común que las obtuvieron a través de cuestionarios y entrevistas, pero podemos deducir que se debe a: la distancia entre Sol-Tierra, debido al movimiento de rotación de la Tierra, la representación bidimensional, la cercanía del Sol por inclinación del eje y por último, que es debido a que hace calor en el Sur, y frío en el Norte.

Para la expresión de sus ideas, el alumnado optó por las siguientes maneras como pueden ser: realizar cuestionarios y entrevistas individuales con situaciones y problemas planteados anteriormente, la representación porcentajes edades en cada respuesta dada, y por último, dibujos que ilustran las concepciones detectadas.

Bach y Franch (2004) en su artículo “*La enseñanza del sistema Sol-Tierra desde la perspectiva de las ideas previas*”, plantean primeramente los resultados obtenidos de la exploración de sus ideas alternativas y propone algunas actividades para poder reestructurar sus esquemas mentales y como consecuencia, producir un cambio conceptual.



En relación con las ideas alternativas, podemos extraer las siguientes ideas previas de este documento como son: que la Tierra tiene una órbita elíptica de manera muy excéntrica, las estaciones varían según la distancia que separa entre Sol-Tierra, mezclan el concepto de distancia con inclinación del eje Tierra, la variación de distancia Sol-Tierra, la rotación del eje Tierra, y por último, los rayos solares más intensos según el hemisferio

Para poder expresar sus ideas, ofrece abordarlas a través de análisis de respuestas del cuestionario y presentar situaciones que evidencien la concepción dominante.

Y por último expone como pruebas, sugiere unas ciertas actividades para que se aborden con elementos teóricos para realizar modelizaciones, como puede ser con un modelo sistema Sol-Tierra a escala reducida, con observaciones de la trayectoria aparente del Sol y relacionar con previsiones, con reproducciones de la trayectoria del Sol en el globo terráqueo y para terminar resolviendo problemas a escala reducida con resultados obtenidos.

Ezquerria et. al., (2013) en su artículo *“Las ideas de los alumnos y alumnas de Primaria: tareas, dibujos y textos.”*, plantean un estudio realizado a través de los años, sobre las concepciones de los alumnos (desde 1º hasta 6º de Primaria) en las Ciencias y orientaciones metodológicas, centrándonos en el apartado de “El sistema Sol-Tierra-Luna”.

En relación con las ideas que tienen sobre el movimiento de Sol-Tierra son:

- La evolución en la perspectiva espacial y tamaños en relación con Sol-Tierra
- Rasgos identificativos para las representaciones del Sol-Tierra.
- Distintos tipos de movimiento y rotación de Sol-Tierra
- Razones por las que primero es de día y luego de noche:
 - El Sol tiene sueño, duerme, descansa, se levanta, despierta.
 - Es de día porque hay que ir al colegio, jugar, de noche para dormir.
 - Es de día porque hay Sol, y de noche no hay.
 - 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.
- 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.
- Sobre las ideas previas de por qué hay verano e invierno, podemos ver:
 - Dibujan un Sol que ilumina a la Tierra. Señalan: parte iluminada, verano, y parte no iluminada, invierno.
 - Tierra en el centro, situada entre un sol y: nubes, oscuridad, nieve.
 - Dibujan un paisaje con sol y otro con lluvia, nubes, nieve. Es verano porque hace calor, e invierno porque hace frío.
 - Porque el Sol gira alrededor de la Tierra (geocentrismo).
 - 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, alternativamente».
 - 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».
 - Por la traslación y la rotación terrestre.

Navarrete, Azcárate y Oliva (2004) en su artículo “*Algunas interpretaciones sobre el fenómeno de las estaciones en niños, estudiantes y adultos: Revisión de la Literatura.*”, plantean centrarnos en el planeamiento de un análisis sobre las interpretaciones del alumnado sobre los fenómenos de las estaciones mediante ir describiendo e interpretando los modelos que se exponen frecuentemente.

En relación con las formas de expresar las ideas del alumnado mediante la explicación de un modelo son:

- **Alegoría de la estufa:** percibe una comparabilidad entre variedades térmicas estacionales y la variedad de temperatura que se observa cuando nos acercamos y nos alejamos de una fuente de calor, por ejemplo, un horno o estufa.
- **Modelo de distancia absoluta debido a la excentricidad de la órbita:** la órbita de la Tierra alrededor del Sol se imagina exageradamente excéntrica, con el objetivo de expresar que cuando la Tierra esté más cerca de ella esté en verano y cuando esté más lejos en invierno.



- **Modelo de distancia relativa debido a la inclinación del eje:** a pesar del hecho de que pasa por alto la separación entre los dos cuerpos implicados (Tierra y Sol), se considera como la razón de las estaciones la separación más pequeña o grande en la que se queda el Sol de un hemisferio a otro por el impacto de la inclinación del eje terrestre.
- **Modelo linterna:** se centra en un supuesto impacto como el que se produce cuando un foco se acerca o se aleja de un elemento, por ejemplo, una pared. Además, se considera que la fuente de la luz solar, cuando se coloca más cerca de la Tierra en invierno, calentaría menos a toda la Tierra; mientras que cuando se aleja, es decir, en verano, el impacto de calentamiento que crearía sería mayor.
- **Modelo de encaramiento solar:** se espera que la región que confronta al Sol es la que reciba la luz del día más inmediata y, posteriormente, debe coincidir con el verano. El invierno, por el contrario, se reserva para la zona contraria a la anterior, la situada en el lado opuesto de la Tierra, mientras que los territorios donde se muestran los rayos de forma oblicua se compararían con los períodos de transición de primavera y otoño.
- **Modelo de tendencia a los rayos:** se atribuye a las diferentes inclinaciones con la que los rayos solares llegan a la Tierra: opuesto en verano con incremento progresivo en la oblicuidad durante el resto de las estaciones, hasta llegar al invierno con el grado más extremo o máximo.

Nistal y Boone (2007) en su artículo *“Concepciones de maestros de primaria sobre el día y la noche y las estaciones del año.”*, plantean una serie de estudios que hablan sobre las nociones de las estaciones del año del alumnado investigado, enseñando que instrumentos, procedimientos y resultados entre otros nos ofrece dicha investigación.

En relación con las siguientes concepciones del alumnado que hacen referencia a: la variación de la separación entre el Sol y las distintas zonas terrestres de la Tierra, causa las estaciones del año. En invierno, los rayos se retiran progresivamente y en verano se acercan. También habla sobre los cambios entre en la Tierra y el Sol causan las estaciones del año. En verano, esta separación es más corta y los rayos del sol acompañan con más potencia y en invierno la separación es más prominente y los rayos del sol se vuelven más frágiles así como los cambios que se producen entre la Tierra y el Sol en la órbita de la Tierra alrededor del Sol provocan las estaciones. Por otro lado, menciona la inclinación del eje de la Tierra en su órbita alrededor del Sol provoca los períodos del año y la sincronización de distintas estaciones en los hemisferios norte y sur del ecuador del



planeta Tierra. Para acabar hace referencia a que en verano estamos más cerca del Sol, de esta manera que es más caluroso y en invierno estamos más lejos y, posteriormente, hace más frío.

Lelliot y Rollnick (2010) en su artículo *“Big Ideas: A review of astronomy education research 1974–2008”*, plantean una investigación de revisión bibliográfica exhaustiva sobre los conceptos e ideas previas que tienen los estudiantes sobre temas básicos de astronomía. En ella, también muestra los resultados que tienen para una futura enseñanza mediante enfoques de tipo constructivista.

En relación con los 27 estudios que hicieron llegaron a la conclusión de que:

- Casi todos los estudios identificaron la concepción alternativa de la "teoría de la distancia", que explica que las estaciones de la Tierra estén más alejadas del Sol durante el invierno y más cerca durante el verano.
- Encuentran muy difícil la explicación no intuitiva de la inclinación y la energía del Sol que cae sobre una superficie curva.
- Pueden referirse a la inclinación de la Tierra como parte de la razón de las estaciones, pero no de forma muy clara y detallada.
- Tienden a volver a la teoría de la distancia después de haber olvidado la explicación científica, lo que demuestra que su comprensión científica es débil.
- Pocos estudiantes podían explicar adecuadamente las estaciones en sus respuestas de elección múltiple, y que la teoría de la distancia era a menudo el elemento más común elegido.
- Incluso en el ámbito de los maestros, había muchas similitudes a la hora de explicar la existencia de las estaciones y refuerzan la “teoría de la distancia”.
- Algunos maestros consideraban que la inclinación hacía que partes de la Tierra estuvieran físicamente más cerca o más lejos del Sol.

4.3. Otros

Este apartado está dedicado a algunos artículos que son de relevancia y pueden ayudar al objetivo de este TFG pero, como veremos a continuación, no son ideas de alumnos de Primaria.



El **primer** artículo que destacar en este apartado de Gil y Martínez (2005), cuyo título es “*El modelo Sol-Tierra-Luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de magisterio.*”, plantean mediante gráficos y tablas, las ideas que tienen los estudiantes de Magisterio sobre las consecuencias del movimiento Sol-Tierra.

En relación a las ideas alternativas que tiene el alumnado, podemos resumirlas en que la Tierra gira sobre sí misma pero hacia un lado; cuando el hemisferio Sur es verano, el hemisferio Norte es invierno (B); cuando el hemisferio Sur es de día, el hemisferio Norte es de noche(B); las estaciones se deben a la inclinación del eje (C); la importancia del ángulo de incidencia de los rayos solares (E); el movimiento de traslación de la Tierra (F); y por último, debido a los movimientos terrestres (G).

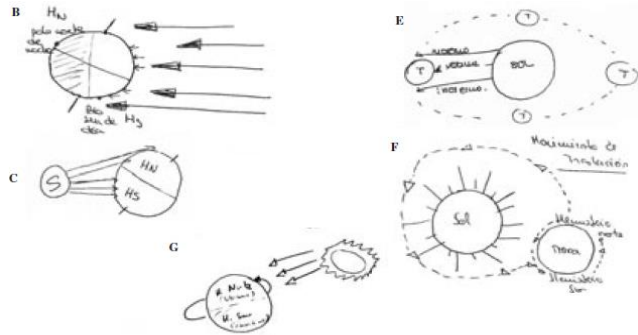


Figura 5. Dibujos realizados por estudiantes de Magisterio para explica las diferentes estaciones en el hemisferio Norte y Sur³

Para expresar sus ideas, se diseña dos preguntas que podrían ayudar a este objetivo como son preguntar sobre por qué cuando el hemisferio norte es invierno, y por el contrario el hemisferio sur, es verano o cómo a lo largo del año varían las sombras que reflejan los objetos.

Por ello para poder extraer las pruebas, los autores recomiendan utilizar tanto actividades de observación, como libros de texto (aunque requiere de mucha atención constante por parte del profesor) además de gráficos como soportes para comprender las representaciones mentales.

El **segundo** a destacar en este apartado es de Navarro (2007), cuyo título es “*Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado*

³ Dibujo extraído del artículo.



actual de las investigaciones.”, plantea el resultado de numerosas recopilaciones de resúmenes e investigaciones sobre las ideas tanto de alumnos como de adultos y profesores sobre la asignatura de Ciencias. A través de ellos, este artículo se centra en la revisión de éstos y añadiendo más datos ya que da una orientación para la formación e información del profesorado. Además nos da una visión general de cómo mantienen esas ideas alternativas a lo largo de la enseñanza.

En relación con las ideas preconcebidas que posee los sujetos de la investigación son:

- Cuando oscurece el Sol está en la otra parte del mundo.
- Por la noche el Sol está en el otro lado de la Tierra.
- El movimiento terrestre causa los días y noches.
- El movimiento vertical del Sol hacia arriba y hacia abajo es la causa de los días y las noches.
- El movimiento del Sol alrededor de la Tierra causa el día y la noche.
- De día está el Sol, pero no está por la noche y viceversa. Día y noche se deben a la rotación de la Tierra.
- Por la noche el Sol está en otro país o en otro planeta. El día y la noche se deben a la rotación de la Tierra.
- No sabe dónde está el Sol por la noche. Se va hacia abajo y sube por el día
- La Tierra rota sobre su eje.
- El Sol se mueve alrededor de la Tierra.
- El Sol se va a otro lugar por la noche.
- Las nubes tapan al Sol por la noche.
- El Sol es más pequeño o del mismo tamaño que la Tierra.
- El Sol se oculta detrás de las montañas.
- El Sol se mueve en torno a la Tierra cada día.
- La Tierra se mueve en torno al Sol cada día.
- La Tierra rota sobre su eje cada día.

Para expresar sus ideas, el autor recomienda utilizar diferentes actividades como actividades de simulación en el ordenador y actividades de observación directa, con la ayuda de la participación familiar.



Más que pruebas, el artículo habla de unas medidas metodológicas para que el aprendizaje fuese más significativo y acercado al conocimiento científico como puede ser la unidad didáctica llamada “*Earth, Moon, Stars*” en el que descubrieron que después de impartir clases con esta metodología quedaron sorprendidos de que las respuestas que daba el alumnado de cuarto y quinto superaban el porcentaje de séptimo y octavo, por ejemplo, ya que está en un período evolutivo más apropiado para desarrollar y cambiar sus ideas alternativas que el alumnado de más edad, debido seguramente a que esas ideas llevan más tiempo incorporadas en sus esquemas mentales. Otra posibilidad apuntada es que el profesorado de los niños más jóvenes pudiera estar mejor capacitado para llevar a cabo la unidad didáctica diseñada y que favorecieran una mayor flexibilidad mental en el alumnado.

5. Conclusiones

Después de leer y resumir las aportaciones de cada uno de los once artículos en relación con las actividades relevantes para la enseñanza de las ciencias, en este apartado se presentará una síntesis de todos ellos en torno a cada uno de esos tipos de actividades.

5.1. Síntesis de aportaciones sobre las concepciones y dificultades de los estudiantes

Las ideas de estos artículos que se observan en este apartado, se ha comprobado de manera más presente en los alumnos a la hora de entender el movimiento Sol-Tierra aunque también se puede prestar especial atención a la opinión que tienen tanto los alumnos de Secundaria como los adultos para poder explicar cómo suceden estos los hechos conocidos.

El modelo que más se repite a lo largo de todos los artículos y que generalmente se establece como primera concepción del movimiento Sol-Tierra, suele ser el modelo de variación de la distancia entre Sol-Tierra (Rada y Altisent, 2017; Catalán, 2014; De Manuel, 1995; Gil y Martínez, 2005; Bach y Franch, 2004; Navarrete, 2004; Nistal, 2007



y Lelliot y Rollnick, 2010) Se puede advertir cuando comentan *“La mayoría presentó concepciones alternativas de las estaciones del año o no contestó (76.5%); la más frecuente estuvo basada en los cambios en la distancia entre la Tierra y el Sol”* (Nistal, 2007) o *“casi todos los estudios identificaron la concepción alternativa de la <<teoría de la distancia>>, que explica que las estaciones de la Tierra estén más alejadas del Sol durante el invierno y más cerca durante el verano”* (Lelliot y Rollnick, 2010). De hecho está tan arraigada esta idea que en Secundaria en el 75% de alumnos entre 15-16 años, se sigue viendo que apoyan la idea alternativa conjunta en la que explican que el calor o el frío se debe únicamente por la distancia al Sol (De Manuel, 1995).

Este modelo anteriormente mencionado se complementa en gran medida con la idea de que las estaciones se caracterizan generalmente por cambios en el clima, la temperatura o cambios significativos en el entorno (Jiménez Liso, Martínez Chico, López-Gay y Castillo Hernández, 2018; De Manuel, 1995; Gil y Martínez, 2005; Bach y Franch, 2004 y Ezquerro, 2013). Como podemos observar esta idea se repite mucho en casi todos los artículos, como por ejemplo cuando dicen:

“La caída de las hojas, con el comienzo del otoño; la nieve, con el comienzo del invierno; las flores, con la primavera y la playa, con el verano.” o *“no puede ser otoño porque no se han caído todas-todas las hojas de los árboles»* (frase que titula este artículo) o *porque no hace frío (en Almería en octubre suele hacer bastante calor y disfrutamos de baños en la playa).*” (Jiménez Liso, Martínez Chico, López-Gay y Castillo Hernández, 2018). Otra versión que muchos proponen resaltar es el comportamiento inverso entre el hemisferio norte y hemisferio sur *“cuando en el hemisferio sur es verano en el hemisferio norte es invierno, en el polo norte es de noche y en el polo sur es de día”* (Gil y Martínez, 2005).

La segunda de las ideas más repetidas es que las estaciones se establecen debido a los movimientos terrestres de traslación o rotación de la Tierra así como fenómenos pasados en el hemisferio Norte versus hemisferio Sur (De Manuel, 1995; Gil y Martínez, 2005; Bach y Franch, 2004; Ezquerro, 2013 y Navarrete, 2004). *“La causa que explica las estaciones es el movimiento de traslación de la Tierra en torno al Sol. Si los rayos caen directamente sobre el hemisferio norte es verano. Como el hemisferio sur está en el lado opuesto al hemisferio norte no recibirá los rayos del Sol directamente, por lo que ahí será invierno.”* (Gil y Martínez, 2005).



Como se ha observado, también es de especial interés prestar atención a las ideas que sugieren que las estaciones se deben a la inclinación del eje de la Tierra (Bach y Franch, 2004; Navarrete, 2004; Nistal, 2007; Lelliot y Rollnick, 2010). Esta es otra de las ideas mayoritarias de las que se ha ido repitiendo a lo largo de la mayoría de los artículos y que muchos de los alumnos opina que la formación de las estaciones se debe a la inclinación del eje de rotación de la Tierra respecto al Sol, aunque la idea no terminan de saber cómo justificar muy bien dicha idea entre los alumnos, haciéndola una idea débil. (De Manuel, 1995). *“Entre los estudiantes, el hallazgo principal fue que, aunque el concepto solo involucra dos cuerpos, la Tierra y el Sol, la explicación no intuitiva de la inclinación y la energía del Sol que cae sobre una superficie curva significa que los estudiantes encuentran un fenómeno muy difícil de explicar científicamente.”* (Lelliot y Rollnick, 2010).

Por otro lado y aunque es menos frecuente, la importancia del ángulo de incidencia de los rayos solares (Rada y Altisent, 2017; Gil y Martínez, 2005 y Navarrete, 2004) tiene relación con la idea anterior y que de alguna forma, se complementan. Estos artículos se apoyan en ideas como: *“Las estaciones son debidas a la inclinación del eje de la Tierra que hace que mientras en el hemisferio norte los rayos solares inciden inclinados, en el hemisferio sur lo hacen perpendicularmente.»* (Gil y Martínez, 2005).

No hay que dejar de lado otra de las ideas más sonadas en los artículos seleccionados, como puede ser la que menciona que la órbita elíptica de la Tierra es de manera muy excéntrica (Bach y Franch, 2004 y Navarrete, 2004). *“(...) Según una de ellas, la órbita terrestre alrededor del Sol se concibe exageradamente excéntrica, de manera que cuando la Tierra está más cerca de aquél es verano mientras que cuando está más lejos es invierno. (...)”* (Navarrete, 2004) he aquí un claro ejemplo, de las ideas alternativas de muchos del alumnado que ha aportado su opinión en dicha investigación.

Los rasgos identificativos para las representaciones del Sol-Tierra (Ezquerria, 2013 y Navarro, 2007) pueden ser de gran relevancia en cuanto a las ideas alternativas de los alumnos ya que demuestra la variedad de opiniones en cuanto al tamaño de los cuerpos celestes del sistema solar y que ello repercute como consiguiente, en la forma de justificar su idea de cómo se establecen las estaciones, por ejemplo. *“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»” o “En la mayoría de los casos, los tamaños de los tres⁴ 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.” (Ezquerro, 2013).

5.2. Síntesis de aportaciones sobre posibles actividades para que los estudiantes expresen y discutan hipótesis

A la hora de expresar las concepciones anteriormente citadas pudiendo justificar así cómo suceden los hechos conocidos en su entorno, se ha ido comprobando que la forma de expresar que está más presente en los alumnos a la hora de entender el movimiento Sol-Tierra son:

Principalmente con dibujos que ilustran las concepciones detectadas (De Manuel, 1995; Gil y Martínez, 2005; Ezquerro, 2013; Navarrete, 2004 y Nistal, 2007) ya que es el recurso más práctico y útil que el alumnado posee para plasmar sus conocimientos de una manera eficaz y rápida. Se puede observar dicha muestra de esos dibujos (ver ANEXO 1) para ir obteniendo una serie de información sobre las ideas alternativas que tienen.

Otra manera para que el alumnado exprese las concepciones que poseen, es realizar preguntas que “enganche” al alumnado “¿Cómo es posible que el cumpleaños de Ana lo celebremos de noche y el de Lourdes de día?” o “¿A qué es debido que el 21 de marzo sea el inicio de la primavera y no el 15 de abril?” (Jiménez Liso, Martínez Chico, López-Gay y Castillo Hernández, 2018 y Gil y Martínez, 2005). Con estas preguntas lo que se pretende es que partiendo de preguntas sobre el entorno o situaciones en su vida cotidiana, sean capaces de justificar el mundo que les rodea. Este punto es importante y primordial si se quiere impartir una enseñanza mediante enfoques de tipo constructivista en el cual parte de los esquemas mentales que tiene el alumnado y que se vaya acercando a un contenido científico y su aprendizaje sea significativo.

Por otro lado, realizar cuestionarios y entrevistas individuales con situaciones y problemas planteados anteriormente y analizarlos (De Manuel, 1995 y Bach y Franch,

⁴ Este artículo se basa en el movimiento de Sol-Tierra-Luna.



2004) es una alternativa para recoger ideas alternativas de los alumnos de forma rápida y cuantitativa ya que se propone directamente la pregunta específica de la que se quiere obtener información (ver ANEXO 2).

También un recurso muy utilizado es hacer pruebas de seguimiento de manera representativa (Jiménez Liso, Martínez Chico, López-Gay y Castillo Hernández, 2018) para la expresión de las ideas del alumnado (ver ANEXO 3).

5.3. Síntesis de aportaciones sobre posibles actividades para que los estudiantes busquen pruebas

Teniendo en cuenta los dos puntos anteriores, tanto las ideas alternativas como la manera de expresarlas, se ha podido comprobar los diferentes recursos que se puede utilizar en la búsqueda de pruebas para corroborar las diferentes hipótesis planteadas. Para ello, pueden utilizar las siguientes estrategias:

Buscar en internet en una base de datos fiable (Jiménez Liso, Martínez Chico, López-Gay y Castillo Hernández, 2018 y Rada y Altisent, 2017) es una de las mejores y más sencilla de las maneras para contrastar las ideas que tienen con la información verídica y real. Es de los primeros pasos que se dan para que las estructuras mentales de los alumnos vayan reconfigurándose ya que eso permitirá que se acerquen a un contenido científico de calidad. “¿Cómo podemos comprobar estos resultados? Buscamos en internet a qué hora sale el sol y a qué hora se pone³ los días de nuestros cumpleaños y lo representamos de nuevo. (...) ³. Por ejemplo, mediante búsqueda directa: «22 de mayo hora de salida y puesta de sol en Almería» o bien con una tabla completa: <http://astronomia.ign.es/web/guest/hora-salidas-y-puestas-de-sol>” (Jiménez Liso, Martínez Chico, López-Gay y Castillo Hernández, 2018).

En este caso, medir datos también puede ser un recurso fiable para la búsqueda de pruebas como puede ser medir la sombra “Mesurar. Van mesurar les diferents ombres els dies de canvi d'estació a les 12 hores solars (12 h del Sol, les 13h oficials en horari d'hivern i les 14h en horari d'estiu) els dies 21 de desembre, 21 de març 21 de juny i 21 de setembre. Amb una brúixola indicaven la direcció de l'ombra al mig-dia.” (Rada y Altisent, 2005).



La comparación de datos y aplicación del modelo en diferentes contextos para corroborar hipótesis (Rada y Altisent, 2005 y Catalán, 2014) es otra forma de confirmar los datos que se han ido obteniendo y ver si dicha hipótesis puede aplicarse en varios contextos diferentes “*L’experiment 2.1 (estudi del cas particular d’Andorra la Vella)*” y “*L’experiment 2.2 (estudi d’altres ciutats)*” (Rada y Altisent, 2005). Este punto es de vital importancia ya que para que una hipótesis sea válida (en este caso se pondrá de ejemplo de ver las horas de luz solar que hay en Almería durante todo el año) tiene que poder aplicarse en otro contexto diferente (como por ejemplo, en cualquier otra ciudad). Será válida esta hipótesis cuando aunque cambien las cifras, se aplique de la misma forma y no haya discordancia entre ambos casos y solo cuando se demuestre que la hipótesis planteada es válida, se puede empezar a predecir casos (como por ejemplo, en cualquier otro punto del planeta).

5.4. Otras aportaciones

Es interesante tener en cuenta las aportaciones que se han encontrado como “*Las ideas alternativas en relación con todos los conceptos aquí reseñados no son patrimonio exclusivo de los niños y de las niñas: también están presentes en las mentes de las personas adultas, (...). En relación con el ciclo día-noche, algunas ideas alternativas son muy parecidas a las que sostienen los alumnos de menor edad.*” (Navarro, 2007). Esto indica que si la metodología para impartir las Ciencias no se enfoca desde las primeras etapas en la educación Primaria de una manera que acerque al entorno más próximo del alumnado hacia el contenido científico como lo hace por ejemplo el enfoque IBSE, estos conceptos aunque en la etapa educativa se reestructuren, se volverán débiles y no será un aprendizaje significativo pues regresarán a sus ideas alternativas anteriormente (y erróneas). De hecho, en algunos artículos se ha podido observar como alumnos de Secundaria e incluso profesores de Magisterio en activos, siguen teniendo casi las mismas ideas alternativas que poseen el alumnado de Primaria en la actualidad.

También cabe destacar que a lo largo de todo este TFG se ha llegado a la conclusión de que la gran mayoría de las investigaciones sobre el aprendizaje y conocimiento científico que posee el alumnado de Primaria se centra en las ideas alternativas que poseen, en cómo intentan expresar dichas ideas y en decir qué es o no es erróneo de todo lo que interpretan; pero muy pocos de ellos, se centran en cambiar y reestructurar dichas concepciones



inexactas. Solo algunos de ellos, se han centrado vagamente en sugerir posibles cambios para la reestructuración de dichos esquemas mentales.

6. Reflexión y valoración de la experiencia

La realización de este TFG ha sido muy grata ya que en gran medida ha sido fácil porque ya estaba familiarizada en el contenido científico del mismo, dado que durante la carrera he podido pasar por todo el proceso de aprendizaje planteado aquí siguiendo el enfoque IBSE en la asignatura de Ciencias Experimentales. También es cierto, que he tenido constante apoyo y contacto con mi director, con lo cual eso me ha servido de gran ayuda, no solo a nivel académico ya que han ido orientándome sino también a nivel personal, puesto que en muchos momentos he sentido agobio y presión a la hora de cómo y de qué manera realizar y plasmar todo el contenido científico que se ha ido elaborando y recolectando a lo largo de todo este tiempo.

El modo de trabajo de mi director también ha servido de mucho a la hora de organizarme y saber qué pasos a seguir en un TFG ya que es mi primera vez elaborando un documento de tal calibre, y creo que si me hubieran dejado a mi libre albedrío, no hubiera sabido concretar de la forma en qué lo he hecho.

7. Referencias bibliográficas

- Bach, J., & Franch, J. (2004). Enseñanza del sistema Sol-Tierra desde la perspectiva de las ideas previas. *La Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12(3), 302-312.
- Catalán, V. G. (2014). A vueltas con el gnomon. Buscando soluciones a problemas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 631-647
- De Manuel, J. (1995). ¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-



- Tierra. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(2), 227-236.
- Español, E. (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, 19349-19420.
- Ezquerro, Á., Fernández, P., Galán, P., García, E., González, M., de Juanas, Á., ... & San Martín, C. (2013). LAS IDEAS «CIENTÍFICAS» DE LOS ALUMNOS Y ALUMNAS DE PRIMARIA: TAREAS, DIBUJOS Y TEXTOS. *Universidad Complutense de Madrid. Recuperado febrero, 13, 2014*. pp. 49-81.
- Gil, M. J., & Martínez, M. B. (2005). El modelo Sol-Tierra-Luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 23(2), 153-166.
- Jiménez Liso, M. & Martínez Chico, M. & López-Gay, R. & Castillo Hernández, F.J. (2018). ¡Aún no es otoño porque no se han caído todas-todas las hojas! Propuesta de cambio de contenidos sobre las estaciones. *Aula de Innovación Educativa*.
- Junta, D. A. (2015). Decreto 97/2015, de 3 de marzo, sobre la ordenación del currículo de Primaria en Andalucía.
- Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771-1799.
- Navarrete, A., Azcárate, P., & Oliva, J. M. (2004). Algunas interpretaciones sobre el fenómeno de las estaciones en niños, estudiantes y adultos: revisión de la literatura. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(3), 151-160.
- Navarro, A. V. (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado actual de las investigaciones. *Revista de Educación*, 342, 475-500.
- Nistal, M. T. F., & Boone, S. H. P. (2007). Concepciones de maestros de primaria sobre el día y la noche y las estaciones del año. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 37(3-4), 189-220.



Rada, V. L., Altisent, F. P. (2017). Per què a l'estiu fa calor? *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, (34), 2-8.

8. Anexos

ANEXO 1

Figura 6
Dibujos seleccionados (procedentes de cuestionarios y entrevistas) que ilustran algunas de las concepciones detectadas.

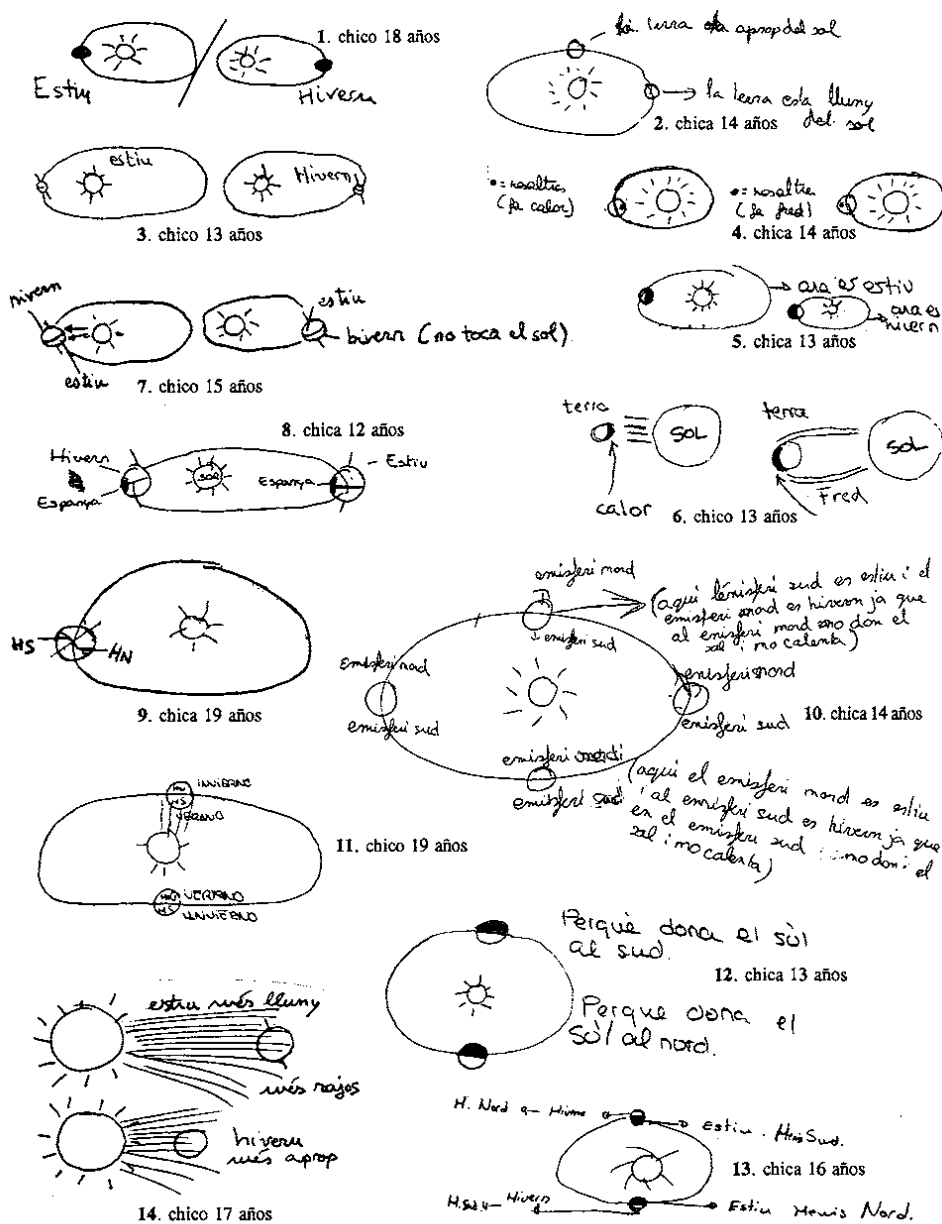


Ilustración 1. De Manuel, 1995.

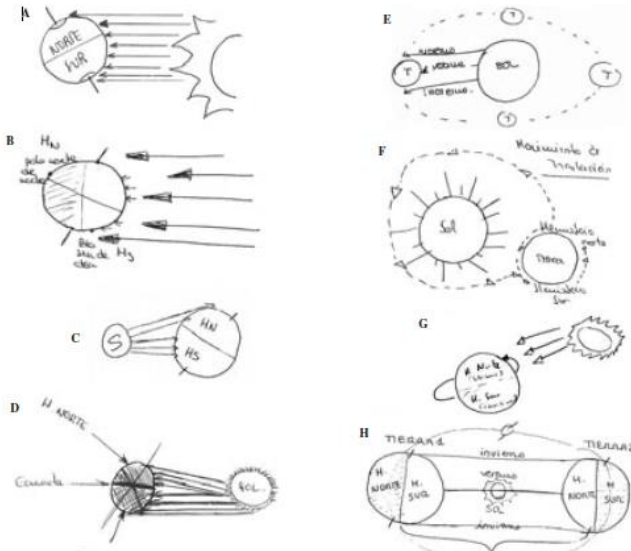


Ilustración 2. Gil y Martínez, 2005.



2. - ¿Por qué ahora es de día y luego será de noche ?

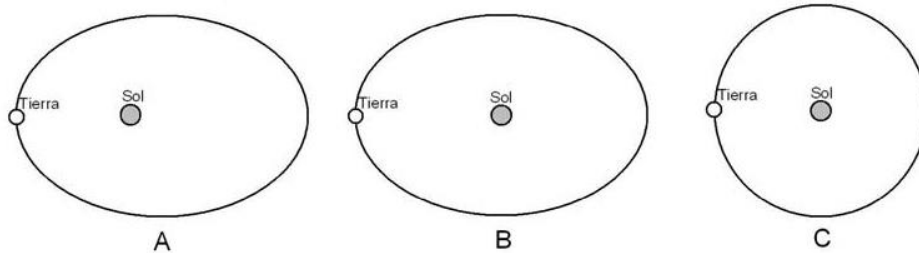
Porque ahora esta dando el sol por la parte donde vivimos y luego da la luna tambien por la parte donde vivimos.

Ilustración 3. Ezquerria, 2013.

ANEXO 2

Cuestionario utilizado

1. Como ya sabes, la Tierra gira alrededor del Sol mediante un movimiento denominado traslación. ¿Cuál de estos tres dibujos se aproxima más a la trayectoria que sigue la Tierra alrededor del Sol? (Pon un círculo en la letra).



2. Da una explicación de por qué en verano hace calor y en invierno hace frío.

3. En Australia (hemisferio sur) mucha gente celebra las Navidades bañándose en la playa. Explica por qué en el hemisferio sur es verano cuando en el hemisferio norte (nosotros) es invierno.

Ilustración 4. Bach y Franch, 2004.



ANEXO 3

8-9 mañana		Luz solar – noche.
9-10		Luz solar – noche.
10-11		Luz solar – noche.
11-12		Luz solar – noche.
12-1		Luz solar – noche.
...	(Hasta 24 filas)	Luz solar – noche.

Ilustración 5. Jiménez Liso, Martínez Chico, López-Gay y Castillo Hernández, 2018.