

Concepciones de maestros de primaria sobre el día y la noche y las estaciones del año

*María Teresa Fernández Nistal
 Sergio Humberto Peña Boone**

I. INTRODUCCIÓN

En el marco de la sociedad global del conocimiento se están definiendo nuevos retos y funciones en la educación del siglo XXI. El reto para la enseñanza de las ciencias es alcanzar una alfabetización científica para todos. Esto significa que todos los ciudadanos posean la capacidad de utilizar el conocimiento científico, identificar preguntas relevantes y extraer conclusiones basadas en evidencias, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios realizados en él a través de la actividad humana (OECD, 2000).

Los maestros de educación básica tienen un papel privilegiado en el logro de este propósito. Desde este nivel de educación se deben adquirir los conocimientos y las herramientas esenciales para el aprendizaje de la ciencia, de tal manera que los alumnos puedan continuar aprendiendo, en forma autónoma, a lo largo de sus vidas.

Para el logro de este reto es evidente que uno de los requisitos es que los maestros estén adecuadamente alfabetizados en ciencias o, como mínimo, que dominen los temas de ciencias que deben enseñar a sus alumnos. Numerosos autores han señalado

* Profesores del Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Psicología, Ciudad Obregón. mfernand@itson.mx

que la formación de los maestros de primaria en ciencias es escasa (Appleton, 2003; Camino, 1999) y con frecuencia presentan concepciones alternativas o no científicas sobre diversos conocimientos de ciencias que deben enseñar a sus alumnos, semejantes a las identificadas en la población infantil (Atwood, 1995; Hope y Townsend, 1983). Existen estudios que han identificado concepciones alternativas del día y la noche y las estaciones del año en maestros de primaria y estudiantes normalistas (Atwood, 1995; Atwood y Atwood, 1996, 1997; Camino, 1995; De Manuel, 1995; Kikas, 2004; Navarrete, 1998; Ojala, 1992, 1997; Parker y Heywood, 1998; Schoon, 1995; Trumper, 2003; Vega, 2001).

En general, los trabajos realizados sobre las nociones de las estaciones del año arrojan peores resultados que aquéllas sobre las del día y la noche, pues la mayoría de los maestros y estudiantes normalistas no ofrece información suficiente sobre el origen de las estaciones del año. La concepción alternativa más frecuente está basada en cambios de la distancia entre la Tierra y el Sol. En el tema del día y la noche, un mayor número de estudiantes normalistas y maestros de primaria presenta la noción científica; sin embargo, existe un porcentaje de estos participantes, que se sitúa entre el 45% (Vega, 2001) y el 12% (Parker y Heywood, 1998), que presentan conceptos alternativos, siendo los más frecuentes la idea de que la Tierra rota sobre sí misma en el centro del Sol y la Luna, situados diametralmente opuestos y la explicación de que el día y la noche ocurren por el movimiento de la Tierra alrededor del Sol.

Las investigaciones realizadas con maestros de primaria en ejercicio son menos frecuentes que las llevadas a cabo con alumnos normalistas. Camino (1995) estudió las concepciones sobre el día y la noche y las estaciones del año en maestros de primaria de Argentina, antes y después de un curso de astronomía. Los resultados sobre el día y la noche muestran que la mayoría presenta la concepción científica, tanto antes como después de recibir el curso, pero el 28% antes del curso y el 35% después del curso sostuvieron concepciones alternativas o no contestaron; las más frecuentes fueron: a) la Tierra rota sobre su eje sin trasladarse, ubicada en el centro de la Luna y el Sol, que se sitúan diametralmente opuestos y b) una concepción geocéntrica en la que la Tierra está en reposo, ubicada en el centro de la Luna y el Sol, que

orbitan en torno a la Tierra. Los resultados obtenidos en el estudio de Camino (1995) sobre las estaciones del año indican que sólo el 7% fue capaz de explicar la concepción científica antes del curso y el 28% después. Las concepciones alternativas más frecuentes estaban basadas en cambios en la distancia entre el Sol y la Tierra. Otros autores (Parker y Heywood, 1998) encontraron resultados semejantes en maestros de primaria del Reino Unido. 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, mientras que en cuanto al día y la noche mostraron mejores resultados, pues la mayoría ofreció la explicación científica. El estudio de Vega (2001), realizado con maestros de primaria de Tenerife, en España, expuso los peores resultados con relación a las nociones del día y la noche; sólo el 55% sostuvo la concepción científica y la concepción alternativa más frecuente, con un 29% de los maestros, fue que la Tierra rota sobre sí misma, y a ambos lados se sitúan el Sol y la Luna, diametralmente opuestos. En otro estudio realizado en España sobre las estaciones del año (Navarrete, 1998), el 81.4% de una muestra formada por maestros de primaria y alumnos normalistas aportó información insuficiente sobre las estaciones del año o presentó concepciones alternativas, siendo la más frecuente el cambio de la distancia entre la Tierra y el Sol.

El instrumento más utilizado para evaluar estas concepciones de astronomía ha sido el cuestionario compuesto por preguntas abiertas, cuya contestación requiere redactar una explicación y realizar dibujos o esquemas sobre las causas del día y la noche y las estaciones del año (De Manuel, 1995; Navarrete, 1998; Ojala, 1992, 1997; Parker y Heywood, 1998; Vega, 2001). Otros estudios han utilizado cuestionarios de selección múltiple (Kikas, 2004; Schoon, 1995; Trumper, 2003). La entrevista individual ha sido menos utilizada; Camino (1995), Atwood (1995) y Atwood y Atwood (1996, 1997) la aplicaron junto con preguntas escritas abiertas.

Los trabajos de Atwood (1995) y Atwood y Atwood (1997) realizados en Estados Unidos con estudiantes normalistas, mostraron que el instrumento utilizado para explicitar las concepciones del día y la noche influye en los resultados. Si es una pregunta escrita abierta, menos estudiantes sostienen la concepción científ-

fica (el 32%), que si es una entrevista individual con presentación de modelos en tres dimensiones de la Tierra y el Sol, en cuyo caso la frecuencia aumenta a un 70%. La concepción alternativa más frecuente, independientemente del procedimiento utilizado, fue que el día y la noche ocurren por el movimiento de la Tierra alrededor del Sol (Atwood, 1995). En una investigación realizada por estos autores sobre el concepto de las estaciones del año (Atwood y Atwood, 1996) encontraron que sólo un estudiante de magisterio elaboró la concepción científica, el resto presentó explicaciones incompletas de este fenómeno y concepciones alternativas, siendo la más frecuente la variación de la distancia entre la Tierra y el Sol. Resultados semejantes obtuvieron tanto Ojala (1992, 1997) con estudiantes normalistas de Finlandia, como De Manuel (1995) en España. En Finlandia, Ojala encontró que la mayoría presentó concepciones alternativas sobre los cambios de temperatura en las estaciones del año y que la más frecuente fue la variación de la distancia entre el Sol y la Tierra, con un 35% de estudiantes. En España, De Manuel estudió la noción de las estaciones del año y encontró que sólo el 22% pudo elaborar la concepción científica. Una vez más, la concepción alternativa más frecuente fue la distancia entre la Tierra y el Sol.

Los estudios que han utilizado como instrumento los cuestionarios de selección múltiple también han identificado concepciones alternativas sobre estos temas de astronomía. En Estados Unidos, Schoon (1995) encontró que el 18% de su muestra eligió la concepción alternativa de que el día y la noche se producen por la rotación de la Tierra alrededor del Sol y el 80%, la alternativa de respuesta sobre el cambio de distancia entre la Tierra y el Sol en las estaciones del año. En la investigación de Trumper (2003), realizada con estudiantes normalistas de Israel, el 51% contestó incorrectamente la pregunta sobre la causa del día y la noche, y la alternativa de respuesta que escogieron con más frecuencia fue que la Tierra da vueltas alrededor del Sol. En las estaciones del año, este autor encontró que la mayoría de los participantes optaron por concepciones alternativas para explicar este fenómeno y la más frecuente, con un 37%, fue la variación de la distancia entre el Sol y la Tierra. Kikas (2004) estudió en alumnos normalistas y maestros de primaria de Estonia las concepciones sobre diversos temas de ciencias, entre los

que se encontraban las estaciones del año. El 56% de los docentes de primaria y el 72% de los estudiantes consideraron científicamente correcta la concepción alternativa de las estaciones del año, basada en los cambios de la distancia entre el Sol y la Tierra.

Los resultados de estos trabajos son una muestra de la falta de preparación que presentan los profesores de primaria en los temas de ciencias que deben enseñar a sus alumnos. Estas deficiencias disciplinares presentan importantes restricciones para el logro de una enseñanza de las ciencias de calidad, que contribuya a alcanzar la alfabetización científica para todos los ciudadanos. Por un lado, diversas investigaciones (Kikas, 2004; Schoon, 1995; Trundle, Atwood y Christopher, 2002) han señalado que las propias concepciones alternativas de los maestros pueden ser uno de los orígenes de las nociones previas de los alumnos sobre los temas de ciencias, que forman parte del currículo escolar. Por otro lado, las deficiencias disciplinares tienen consecuencias en sus prácticas educativas; si estos maestros presentan concepciones alternativas sobre los temas de ciencias que deben enseñar a sus alumnos, difícilmente podrán guiarlos para lograr el cambio conceptual, cuando ellos no han pasado por esta experiencia. Para que los docentes tengan en cuenta las concepciones alternativas de sus alumnos, primero deben ser conscientes de sus propias concepciones sobre los temas que van a enseñar. En este sentido, Appleton (2003) ha señalado que la falta de confianza que presentan muchos maestros de primaria a la hora de enseñar ciencias, los lleva a utilizar actividades educativas y estrategias de enseñanza dirigidas a mantener el control de la clase, pero que no corresponden a las actividades idóneas para enseñar y atraer la atención de los estudiantes hacia la ciencia. La consecuencia de todo esto es un currículo de ciencias fragmentado, formado por una serie de actividades poco relacionadas entre sí, que contribuyen escasamente al desarrollo conceptual de los estudiantes y pueden conducir a perspectivas erróneas en los alumnos sobre la ciencia.

Los resultados de estos trabajos muestran importantes implicaciones en el diseño y la planificación de los programas de formación para maestros. Éstos tienen que contemplar que los estudiantes normalistas y los maestros tienen sus propias ideas previas sobre los temas de ciencias y que esto tiene consecuen-

cias en la validez de los conocimientos de ciencias que comunican a sus alumnos y en la calidad de las prácticas educativas que aplican en sus clases.

II. OBJETIVO

La importancia de estudiar las concepciones de los maestros sobre los temas de ciencias y la escasez de trabajos realizados en México justifica esta investigación. El objetivo es identificar las concepciones sobre el día y la noche y las estaciones del año en maestros de primaria. Estos conocimientos forman parte del currículo de ciencias en primaria, y constituyen temas básicos para la comprensión de los contenidos de astronomía que se tratarán en los siguientes ciclos escolares. Teniendo en cuenta los resultados de los estudios anteriores, conjeturamos que la mayoría de los maestros presentará concepciones alternativas o no aportará información suficiente de las estaciones del año. En relación con las concepciones del día y la noche, esperamos encontrar un mayor número de profesores que tenga una concepción científica. Los resultados de este estudio aportarán información relevante para el diseño de cursos de formación para maestros desde una perspectiva constructivista.

III. MÉTODO

A. Participantes

Participaron 80 maestros de sexto de primaria, 56 son hombres y 24 mujeres, con edades comprendidas entre los 25 y los 60 años de edad ($M = 40.54$; $SD = 7.59$). Diez maestros son yaquis y trabajan en sus comunidades. La distribución de la edad de los maestros según el sexo y los estudios realizados se puede consultar en el cuadro 1. Los años de docencia oscilan entre los tres y los 30 ($M = 17.06$; $SD = 7.96$).

CUADRO 1. Distribución de los maestros según sexo, edad y estudios realizados

<i>Estudios realizados</i>	<i>Mujeres</i>				<i>Hombres</i>				
	<i>25 a 35 años</i>	<i>36 a 45 años</i>	<i>46 a 50 años</i>	<i>51 a 60 años</i>	<i>25 a 35 años</i>	<i>36 a 45 años</i>	<i>46 a 50 años</i>	<i>51 a 60 años</i>	<i>Total maestros</i>
Maestría	0	0	0	0	1	1	1	0	3
Normal superior	1	1	1	0	1	4	3	2	13
Normal básica	3	8	3	0	6	24	5	1	50
Licenciatura	3	0	0	0	2	0	0	0	5
Pasante maestría	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Pasante licenciatura	0	1	1	0	0	3	1	0	6
Preparatoria	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Total maestros	8	10	5	1	10	33	10	3	80



Estos maestros trabajan en 54 escuelas de primaria de distintas localidades del sur de Sonora; 48 son públicas y seis privadas. Las escuelas pertenecen a distintos niveles socioeconómicos; el número de maestros es proporcional a la distribución socioeconómica del sur del estado de Sonora (cuatro trabajan en escuelas de nivel socioeconómico alto, seis de nivel medio alto, 16 de nivel medio bajo, 32 de nivel bajo y 22 de nivel socioeconómico muy bajo).

El procedimiento de selección consistió en solicitar a los jefes de sector y supervisores escolares de las distintas localidades que proporcionaran una lista de 70 maestros de sexto de primaria, que trabajaran en escuelas situadas en zonas de diferentes niveles socioeconómicos y diez maestros yaquis; el nivel socioeconómico de las escuelas yaquis se clasificó como muy bajo.

B. Instrumento

El instrumento utilizado para estudiar las concepciones del día y la noche y las estaciones del año es una entrevista semiestructurada de administración individual, que plantea las siguientes cuestiones:

Pregunta 1. Explique cómo se hace de día y de noche. ¿Cómo vamos pasando del día a la noche? Dibuje esto y explique lo que ha dibujado (si menciona el movimiento de rotación u otro movimiento, le pedimos que dibuje este movimiento, de tal manera que lo entendamos).

Pregunta 2. Cuando en Sonora es de noche, ¿es de noche en toda la Tierra o sólo en algunos lugares? ¿En qué lugares? ¿Por qué ocurre esto?

Pregunta 3. ¿En qué se caracterizan las distintas estaciones del año? ¿Por qué hace frío en invierno? ¿Por qué hace más calor en verano?

Pregunta 4. ¿Cuál es la causa que provoca el verano y el invierno? Dibuje esto.

Pregunta 5. ¿Cuando en Sonora es verano, es verano en toda la Tierra? (Si contesta "no"): ¿En otros lugares de la Tierra qué estación es?

Pregunta 6. Dibuje la Tierra cuando en Sonora es verano y en (respuesta del participante en la pregunta 5) es invierno. Explique lo que ha dibujado.

El procedimiento mediante el cual se desarrolló la entrevista fue el interrogatorio clínico piagetiano. A partir de las respuestas de los participantes a cada una de las preguntas se realizaba un interrogatorio clínico libre, adaptado a cada maestro, con el propósito de comprender su concepción sobre este tema. Esta entrevista se elaboró a partir de una revisión de las preguntas y situaciones utilizadas en los trabajos anteriores (Atwood, 1995; Atwood y Atwood, 1996, 1997; Camino, 1995; De Manuel, 1995; Navarrete, 1998; Ojala, 1992, 1997; Parker y Heywood, 1998; Vega, 2001) y de los resultados de un estudio piloto, cuya muestra estaba formada por diez maestros de primaria que trabajaban en escuelas de Ciudad Obregón (Sonora).

C. Procedimiento

Los jefes de sector y supervisores escolares nos proporcionaron una lista de los centros escolares que participaron en esta investigación y señalaron el nivel socioeconómico de las escuelas. Una vez localizadas, establecimos citas con la dirección y los maestros de cada una para explicarles el objetivo de esta investigación y el procedimiento que se iba a seguir. Las entrevistas se administraron individualmente en una sala de reuniones, dentro del horario escolar y durante el ciclo 2005-2006. La duración de cada una fue aproximadamente de 40 minutos. Contando con la conformidad de todos los docentes, las respuestas verbales se grabaron en casete, y después se realizaron transcripciones literales. Las entrevistas fueron conducidas por dos licenciados en psicología, quienes fueron retribuidos económicamente por su trabajo.

D. Resultados

Para identificar las concepciones del día y la noche y las estaciones del año de los participantes, se realizó un análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en la entrevista. Este análisis consistió, básicamente, en un proceso inductivo, en el cual se organizaron los datos a partir de las coincidencias entre las respuestas de los participantes, lo que reveló distintos patrones de respuesta. La integración de estos patrones de respuesta permitió identificar seis

concepciones del día y la noche y cinco de las estaciones del año. Los criterios que determinaron la integración estuvieron basados en los resultados de los estudios anteriores realizados sobre este tema (Atwood, 1995; Atwood y Atwood, 1996, 1997; De Manuel, 1995; Camino, 1995; Navarrete, 1998; Ojala, 1992, 1997; Parker y Heywood, 1998; Vega, 2001) y la explicación científica sobre estos temas de astronomía. El proceso para obtener las distintas concepciones y la clasificación de los participantes se realizó por consenso entre dos personas, la autora de este estudio y un licenciado en psicología.

1. *Concepciones del día y la noche*

A continuación se presentan las seis concepciones del día y la noche con ejemplos.

Concepción 1. El movimiento del Sol alrededor de la Tierra provoca el día y la noche. Los maestros clasificados aquí presentan una concepción del día y la noche geocéntrica: el Sol se mueve alrededor de la Tierra. Esto lo pueden explicar en la entrevista y/o representar gráficamente en sus dibujos. Algunos de ellos pueden mencionar determinados movimientos de la Tierra, como el de rotación y traslación; sin embargo, estos movimientos no son clave en la explicación de este fenómeno y su comprensión no corresponde a la científica. La Luna se puede mencionar o no como elemento necesario para que sea de noche. Un ejemplo de esta concepción se presenta a continuación:

E: ¿Cómo se hace de día y de noche?

M: La vuelta que da el Sol sobre la Tierra... Cuando es de noche en Sonora es de día en China, en Japón, por los mismos movimientos... en el mismo estándar de rotación. Cuando el Sol desaparece porque ya se siente cubierto totalmente por la Tierra, da origen a la noche que es donde empieza a aparecer el otro planeta celeste que es la Luna (figura 1).

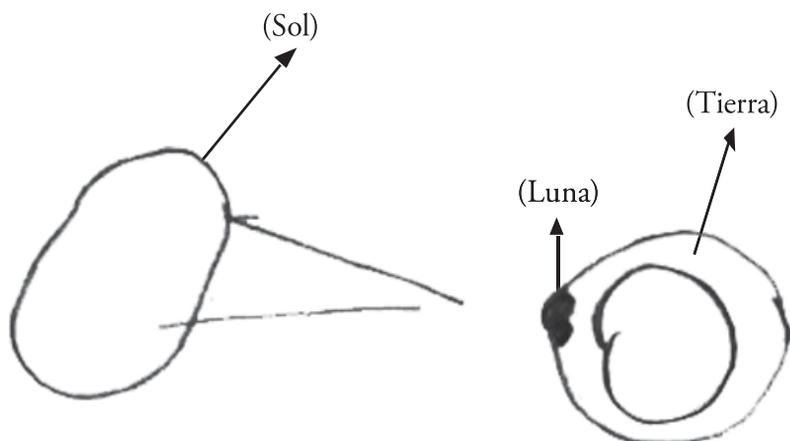
FIGURA 1. Dibujo del día y la noche en la concepción 1 (maestro de 41 años de edad)



Concepción 2. La Luna es un elemento indispensable para que sea de noche, por el día está el Sol en el cielo. Los maestros aquí incluidos mencionan en su explicación a la Luna, atribuyéndole una importancia clave en el día y la noche. En sus dibujos aparece este astro irradiando luz o moviéndose alrededor de la Tierra. Algunos pueden mencionar determinados movimientos de la Tierra, como el de rotación y traslación; sin embargo, estos movimientos no son clave en la explicación de este fenómeno y su comprensión no corresponde a la científica. Un ejemplo de esta concepción es la siguiente explicación y dibujo (figura 2).

Como va cambiando la Luna, se va haciendo de día y, obviamente, cuando la Luna vuelve de regreso a un punto, vamos a suponer aquí en México, se va oscureciendo porque va tapando los rayos de Sol, hasta que se vuelve a poner la Luna.

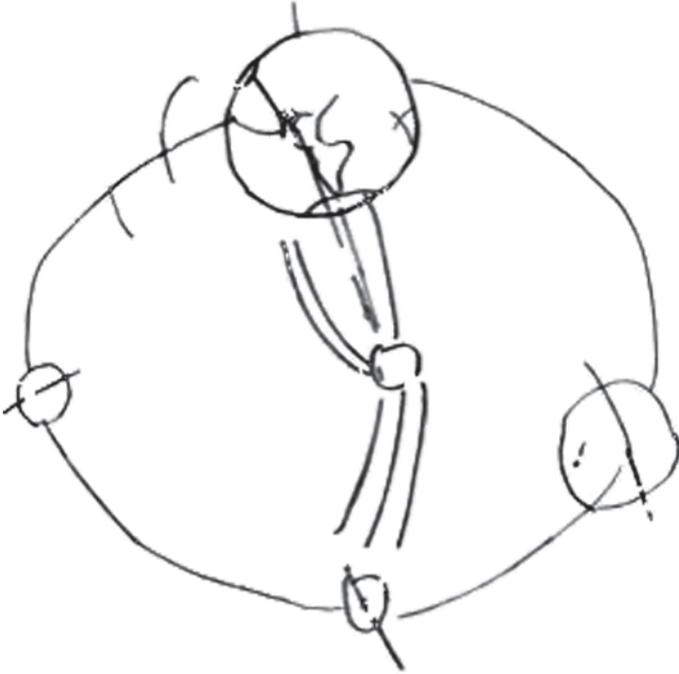
FIGURA 2. Dibujo del día y la noche en la concepción 2 (maestro de 28 años de edad)



200

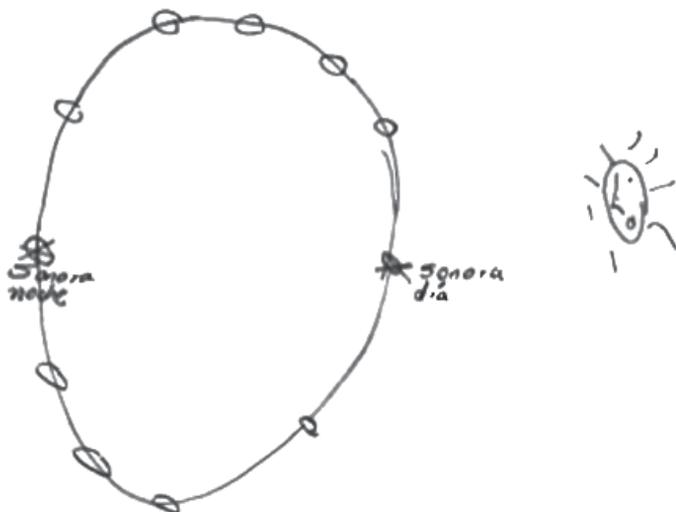
Concepción 3. Los movimientos orbitarios de la Tierra provocan el día y la noche. Estos movimientos no corresponden a los considerados por la explicación científica para explicar este fenómeno. Se han distinguido dos subcategorías en función de los movimientos orbitarios que mencionan los maestros: la 3.1 y la 3.2. En la subcategoría 3.1, consideran que es el movimiento de la Tierra en su órbita alrededor del Sol lo que provoca el día y la noche. Algunos de ellos pueden mencionar el movimiento de rotación de la Tierra, pero la comprensión que tienen de este movimiento corresponde a que gira alrededor del Sol. En la representación gráfica de este movimiento dibujan la órbita de la Tierra en torno al Sol. Un ejemplo corresponde a la siguiente explicación y dibujo: “Pues el Sol está en el centro del sistema solar, con el movimiento de rotación, la Tierra va girando... Está girando” (figura 3).

FIGURA 3. Dibujo del día y la noche en la concepción 3 –subcategoría 3.1–
(maestro de 37 años de edad)



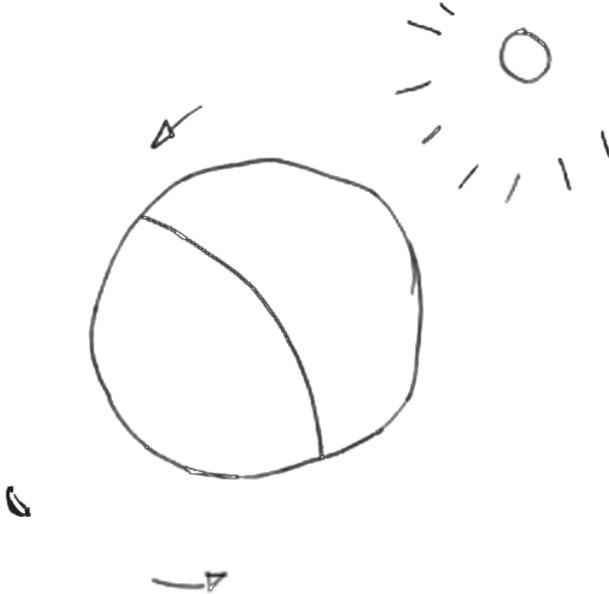
La subcategoría 3.2 incluye a los maestros que consideran que el día y la noche ocurren por movimientos orbitarios de la Tierra en torno a ningún punto gravitacional. Estos participantes pueden mencionar el movimiento de rotación y traslación de la Tierra, pero la representación gráfica de estos movimientos no corresponde a la científica. Un maestro lo explica y dibuja de la siguiente manera: “Por el movimiento de rotación y traslación de la Tierra... La Tierra va dando vuelta respecto al Sol” (figura 4).

FIGURA 4. Dibujo del día y la noche en la concepción 3 –subcategoría 3.2–
(maestro de 55 años de edad)



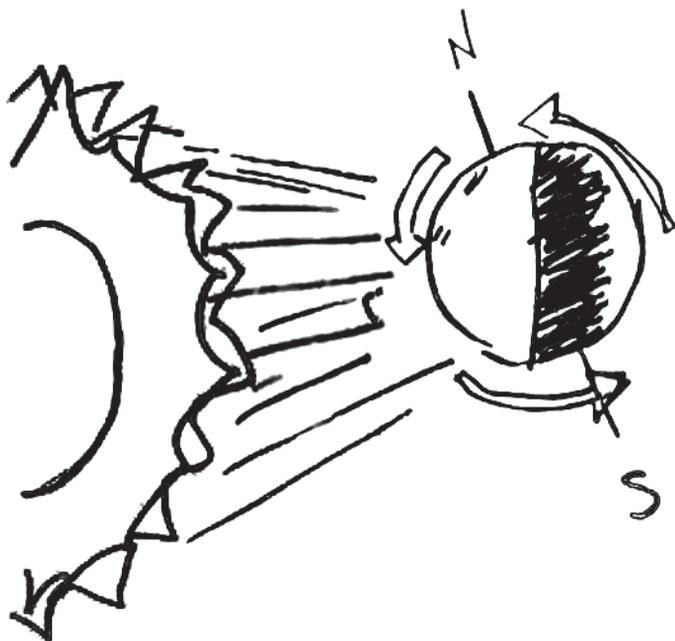
Concepción 4. La Tierra rota sobre sí misma, el Sol y la Luna están en posiciones opuestas. Esta concepción incluye a los maestros que consideran la Luna en sus dibujos y/o explicaciones. Para ellos la Tierra da vueltas sobre sí misma en medio del Sol y la Luna, que se sitúan en posiciones opuestas. Al girar o rotar la Tierra es de día en la cara que está frente al Sol y de noche en la cara opuesta, donde está la Luna. A pesar de que estos maestros dibujan la Luna, ninguno argumenta que sea clave para que sea de noche. El dibujo del movimiento de rotación de la Tierra es circular. Un ejemplo de esta concepción es la siguiente explicación y dibujo: “En el día y la noche interviene el movimiento de rotación de la Tierra, la Tierra gira hacia el lado izquierdo” (figura 5).

FIGURA 5. Dibujo del día y la noche en la concepción 4 (maestro de 45 años de edad)



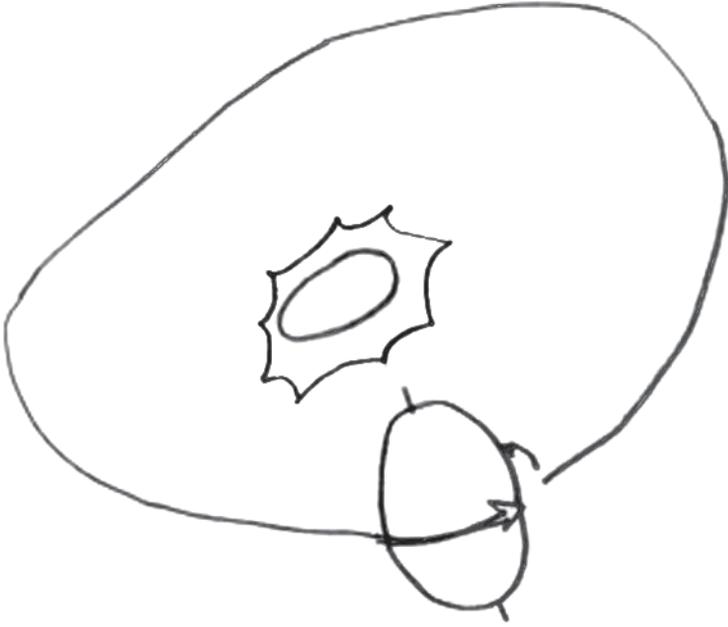
Concepción 5. El movimiento de rotación de la Tierra provoca el día y la noche. La representación gráfica de este movimiento no corresponde a la científica, sino a un movimiento circular. Para los maestros clasificados en esta concepción, la Tierra da vueltas sobre sí misma, es de día en la cara de la Tierra iluminada por el Sol y es de noche en la cara opuesta. Algunos pueden representar de manera gráfica el eje inclinado de la Tierra y/o mencionarlo verbalmente, pero la representación gráfica del movimiento de rotación no es en torno al eje de la Tierra, sino que corresponde a un movimiento circular (figura 6). A diferencia de la concepción 4, estos maestros no representan la Luna en sus dibujos. Un ejemplo corresponde a la siguiente explicación y dibujo: “Por el movimiento de rotación, también tiene un movimiento de traslación, el movimiento de rotación es el que realiza la Tierra sobre su propio eje, la Tierra al dar la vuelta sobre su propio eje imaginario, va rotando sobre su propio eje” (figura 6).

FIGURA 6. Dibujo del día y la noche en la concepción 5 (maestro de 44 años de edad)



Concepción 6. El movimiento de rotación de la Tierra sobre su eje provoca la alternancia del día y la noche. Corresponde a la concepción científica del día y la noche. Los maestros incluidos en esta concepción mencionan que la Tierra rota sobre su eje, lo que provoca que una cara quede iluminada por el Sol y la otra cara en la oscuridad. La representación gráfica del movimiento de rotación de la Tierra corresponde a la científica, es decir, sobre su eje. Un ejemplo se presenta a continuación: “En el día y la noche tiene que ver el movimiento de rotación de la Tierra; la Tierra va girando sobre su eje, al caer aquí los rayos es de día y la parte posterior, pues es de noche” (figura 7).

FIGURA 7. Dibujo del día y la noche en la concepción 6 (maestro de 30 años de edad)



En el cuadro 2 se presenta la frecuencia obtenida en las distintas concepciones del día y la noche. Existen diferencias significativas según el sexo en la distribución de las concepciones, $\chi^2(1, N = 80) = 5.897, p < .05$. El 50% de los maestros presenta la concepción científica, mientras que de las maestras es el 20.8%. No se han encontrado diferencias significativas en la distribución de las concepciones del día y la noche en función de la edad de los maestros, $\chi^2(1, N = 80) = .098, p > .05$, de los años de docencia, $\chi^2(1, N = 80) = .040, p > .05$, y de los estudios realizados, $\chi^2(1, N = 80) = .060, p > .05$.

CUADRO 2. Frecuencias de maestros en las concepciones del día y la noche según el sexo

<i>Concepciones del día y la noche</i>	<i>Maestras</i>	<i>Maestros</i>	<i>Total</i>	
Concepción 1. El movimiento del Sol alrededor de la Tierra provoca el día y la noche.	6 (25%)	4 (7%)	10 (12.5%)	
Concepción 2. La Luna es un elemento indispensable para que sea de noche, por el día está el Sol en el cielo.	2 (8.3%)	2 (3.5%)	4 (5%)	
Concepción 3. Movimientos orbitarios de la Tierra, que no corresponden a la explicación científica, provocan el día y la noche.	Subcategoría 3.1. El movimiento de la Tierra alrededor del Sol.	1 (4.1%)	3 (5.3%)	4 (5%)
	Subcategoría 3.2. Movimiento orbitario de la Tierra alrededor de ningún punto gravitacional.	0	2 (3.5%)	2 (2.5%)
Concepción 4. La Tierra rota sobre sí misma, el Sol y la Luna están en posiciones opuestas.	3 (12.5%)	1 (2%)	4 (5%)	
Concepción 5. El movimiento de rotación de la Tierra provoca el día y la noche. La representación gráfica de este movimiento corresponde a un movimiento circular.	7 (29.1%)	16 (28.5%)	23 (28.7%)	
Concepción 6. El movimiento de rotación de la Tierra sobre su eje provoca la alternancia del día y la noche.	5 (20.8%)	28 (50%)	33 (41.2%)	
Total	24	56	80	

2. *Concepciones de las estaciones del año*

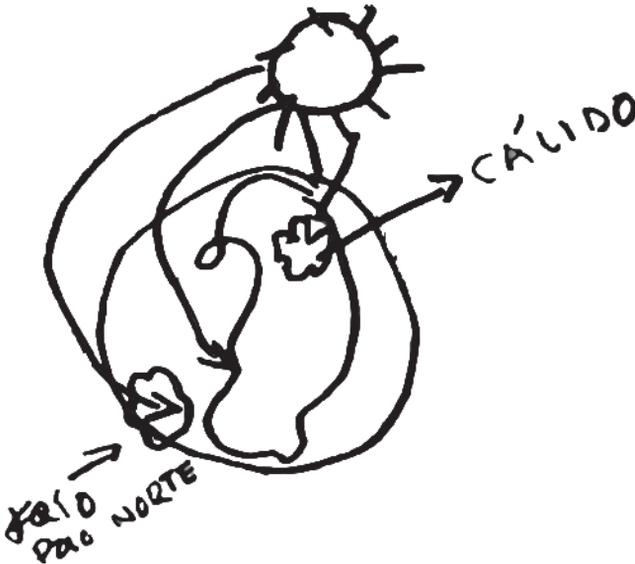
A continuación se presentan las cinco concepciones de las estaciones del año con ejemplos.

Categoría 1. Insuficiente información. En esta categoría se incluyen los participantes que mencionan datos aislados sobre las estaciones del año, que no articulan en una explicación causal de este fenómeno. Aquí también se incluyen los sujetos que no saben y no contestan.

Concepción 1. La variación de la distancia entre el Sol y distintas zonas geográficas de la Tierra provoca las estaciones del año. En invierno los rayos están más retirados y en verano pegan más cerca. Los maestros representan gráficamente el verano en la cara que está frente al Sol y el invierno en la cara opuesta, como en un dibujo del día y la noche. A continuación se presenta un ejemplo

de esta respuesta: “En verano, el Sol, estamos más cerca del Sol... es invierno por el hecho de que los rayos del sol casi no llegan a ese lugar, o sea depende de cómo lleguen los rayos del sol, a pesar de que se nota de que es de día o de noche, los rayos de sol no alcanzan a llegar lo suficientemente cerca. Estamos cerca del Sol, ahorita es de día y estamos cerca del Sol. Ahí ves dibujado que aquí está el mapa, y entonces nosotros estamos como que más a la orilla, entonces, los rayos del sol llegan más directamente y acá es más indirectamente” (figura 8).

FIGURA 8. Dibujo de las estaciones del año en la concepción 1 (maestra de 26 años de edad)



Como se puede apreciar en el dibujo de esta maestra, es la distancia entre el Sol y las dos caras de la Tierra lo que provoca que los rayos solares lleguen de manera diferente, es verano en la cara que está frente del Sol porque está más cerca, y es invierno en la cara opuesta porque está más lejos del Sol.

Algunos de los profesores aquí incluidos pueden mencionar los cambios en la posición o inclinación de la Tierra, pero la compren-

sión de lo que significa este elemento en las estaciones del año no es la científica, simplemente mencionan este dato para explicar la manera diferente como caen los rayos solares, pero el dibujo que realizan es semejante a una representación del día y la noche. Otros maestros pueden mencionar el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol, pero este movimiento no lo articulan en una explicación causal de las estaciones del año. Un ejemplo de esta respuesta se presenta a continuación: “Por el movimiento de traslación... En verano llegan de manera directa los rayos del Sol y a esta parte le llegan más de manera oblicua, calientan menos, a unos les llegan más directos, a los otros más distantes” (figura 9).

FIGURA 9. Dibujo de las estaciones del año en la concepción 1
(maestro de 42 años de edad)



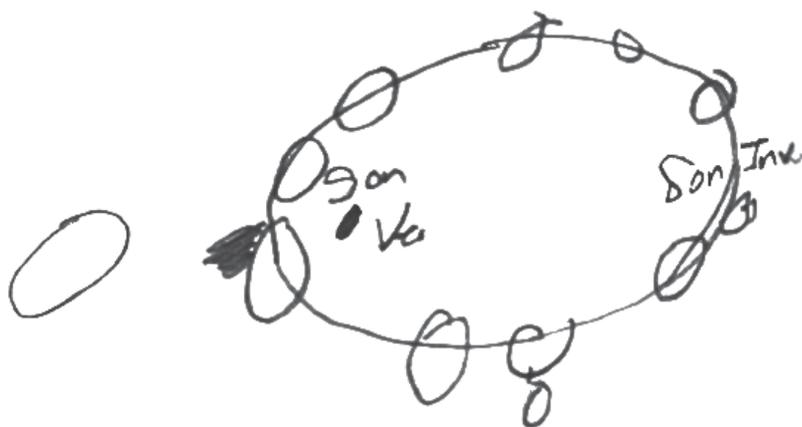
Concepción 2. Los cambios en la distancia entre la Tierra y el Sol provocan las estaciones del año. En verano esta distancia es menor y los rayos solares llegan con más fuerza y en invierno la distancia es mayor y los rayos solares llegan más débiles. Se han distinguido dos subcategorías según la causa que mencionan los maestros para explicar los cambios en la distancia entre la Tierra y el Sol, la 2.1 y la 2.2. En la subcategoría 2.1 mencionan que el Sol es el que se acerca y aleja de la Tierra. Corresponde a una concepción geocéntrica. Un ejemplo de esta subcategoría es la siguiente explicación y dibujo: “Por el acercamiento del Sol, en verano lo pondría más cerca el Sol... En invierno el Sol se aparta más de la Tierra, en verano es cuando se acerca más a la Tierra” (figura 10).

FIGURA 10. Dibujo de las estaciones del año en la concepción 2 –subcategoría 2.1–
(maestro de 42 años de edad)



En la subcategoría 2.2, los maestros explican que es la Tierra la que se acerca y aleja del Sol, pero no mencionan ni representan en su dibujo el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol. Algunos pueden mencionar este movimiento, pero la comprensión no es la científica. Un ejemplo corresponde al siguiente profesor, que explica las estaciones del año a partir de los cambios en la distancia Tierra-Sol provocados por el movimiento de rotación de la Tierra: “Por el movimiento de la Tierra en su onda elíptica, la Tierra va mediándose alrededor del Sol... Diferentes etapas del movimiento de rotación. En invierno estaría en el lado opuesto, más alejado del Sol” (figura 11).

FIGURA 11. Dibujo de las estaciones del año en la concepción 2 –subcategoría 2.2– (maestro de 37 años de edad).



Como se puede observar en el dibujo, la comprensión del movimiento de la Tierra “alrededor del Sol”, tal como lo menciona en su explicación, no corresponde a una explicación científica, sino a un movimiento elíptico de la Tierra alrededor de ningún punto gravitacional.

Concepción 3. Los cambios en la distancia entre la Tierra y el Sol en la órbita de la Tierra alrededor del Sol provocan las estaciones del año. Los maestros clasificados aquí explican que en el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol se producen cambios en la distancia entre la Tierra y el Sol, que dan lugar a las estaciones del año. La mayoría de los participantes (26 maestros) dicen que cuando es verano la Tierra está más cerca del Sol y los rayos llegan con más intensidad, y que cuando es invierno estamos más lejos y los rayos llegan más débiles. Sin embargo, dos profesores dice lo contrario, es decir, que es invierno cuando estamos más cerca del Sol y verano cuando estamos más lejos. Seguramente ellos han leído o escuchado que es invierno en las zonas templadas del hemisferio norte cuando la Tierra se encuentra más

cerca del Sol y han incorporado este dato a una explicación de las estaciones basada en los cambios de distancia entre la Tierra y el Sol. A continuación se presenta un ejemplo: “Porque la Tierra gira alrededor de una línea que tiene la posición elíptica, debido a que la Tierra se aleja más, se va alejando más del Sol. Cuando se va acercando más hacia el Sol... La Tierra va quedando en diferentes posiciones con respecto a su propio eje de donde gira, en unas partes le va pegando más el Sol y en otras no... Acá es invierno porque está más alejado de los rayos del Sol y acá (verano) porque está más cerca” (figura 12).

FIGURA 12. Dibujo de las estaciones del año en la concepción 3 (maestro de 45 años de edad)

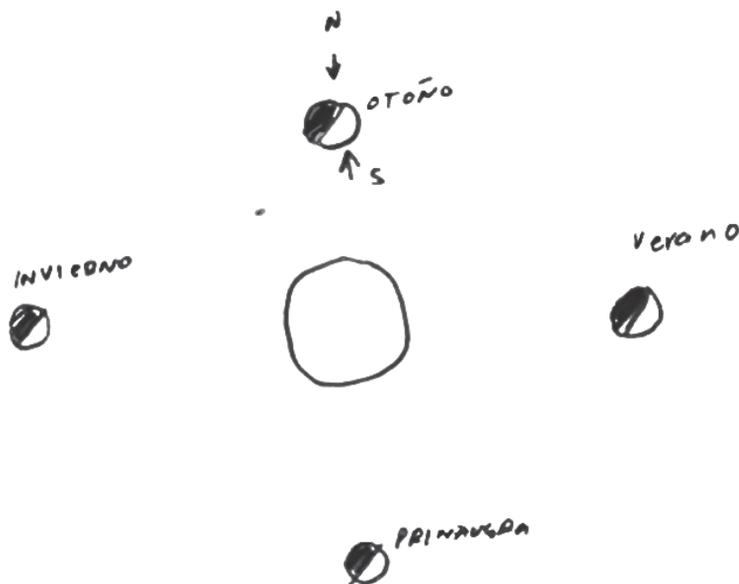


Algunos maestros pueden mencionar, además de la distancia entre la Tierra y el Sol, la latitud geográfica y/o el eje inclinado de la Tierra. Sin embargo, la comprensión que tienen de lo que significan estos elementos en las estaciones del año no corresponde a la científica. Simplemente mencionan estos datos para justificar la manera diferente como caen los rayos solares en las estaciones del año, pero no articulan estos elementos para explicar la alternancia de las estaciones del año durante el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol, ni para explicar la simultaneidad del verano e invierno en el hemisferio norte y sur del planeta.



Concepción 4. La inclinación del eje de la Tierra en su órbita alrededor del Sol provoca las estaciones del año. A diferencia de los maestros de la concepción 3, en ésta no explican las estaciones del año a partir de los cambios en la distancia entre la Tierra y el Sol. Para ellos, la alternancia de las estaciones del año, durante el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol, ocurre por el eje inclinado de la Tierra. En verano los rayos caen rectos, perpendiculares y en invierno inclinados. Un ejemplo de esta concepción se presenta a continuación: “En que los rayos del sol, en verano llegan perpendicularmente a la Tierra, a esa parte de la Tierra, y en tiempo de frío llegan inclinados... A la inclinación que tiene la Tierra... Es la forma en que está girando la Tierra, esa inclinación se mantiene durante todo el año, pero como está en el movimiento de traslación, va cambiando de lugar, el lugar donde van pegando los rayos de sol más fuertes el Sol, es lo que provoca el cambio de estaciones” (figura 13).

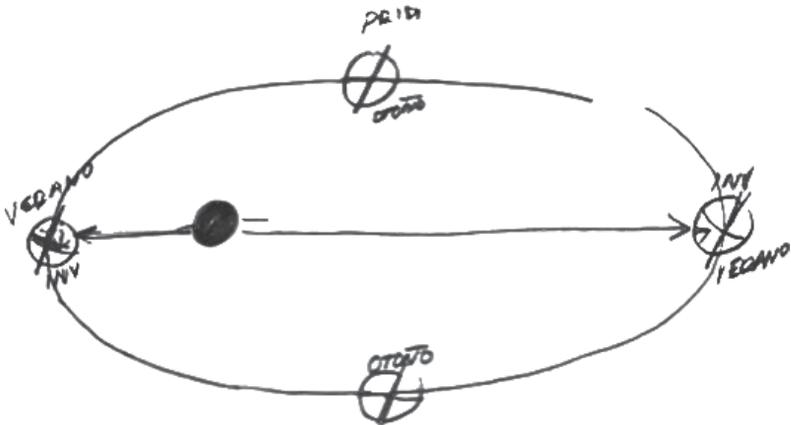
FIGURA 13. Dibujo de las estaciones del año en la concepción 4 (maestro de 39 años de edad)



Concepción 5. La inclinación del eje de la Tierra en su órbita alrededor del Sol provoca las estaciones del año y la simultaneidad de distintas estaciones en el hemisferio norte y sur del planeta Tierra. A diferencia de los maestros de la concepción 4, los que se clasifican en ésta explican, a partir del eje inclinado de la Tierra, la alternancia de las estaciones del año durante el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol, y la simultaneidad de distintas estaciones del año en el hemisferio norte y sur del planeta Tierra. Estos maestros explican y representan en su dibujo que es verano e invierno simultáneamente en el hemisferio norte y sur, y que esto se invierte en la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Un ejemplo se presenta a continuación: “Movimiento de traslación, la Tierra gira alrededor del Sol cada 365 días con seis horas más o menos, entonces durante esa época, durante ese traslado que lleva a cabo la Tierra,... la inclinación de los rayos, de la Tierra... Por su inclinación, el hemisferio sur se encuentra así, entonces aquí no alcanza a llegar el Sol perfectamente bien... los rayos solares, que llegan más fuertes, más directamente. Aquí tenemos una pequeña inclinación, aquí vemos que los rayos solares llegan más fuertes en el hemisferio norte y llegan más inclinados en el hemisferio sur, por eso aquí es verano y aquí invierno” (figura 14).



FIGURA 14. Dibujo de las estaciones del año en la concepción 5 (maestro de 44 años de edad)



En el cuadro 3 se presenta la frecuencia de maestros obtenida en las distintas concepciones de las estaciones del año. No se han encontrado diferencias significativas según el sexo en la distribución de las concepciones de las estaciones del año, $\chi^2 (1, N = 80) = .604, p > .05$; ni en función de la edad de los maestros, $\chi^2 (1, N = 80) = .297, p > .05$, ni de los años de docencia, $\chi^2 (1, N = 80) = .718, p > .05$, y los estudios realizados, $\chi^2 (1, N = 80) = .000, p > .05$ (para cumplir las condiciones de aplicación de la prueba Chi-Cuadrado, se han agrupado en una misma categoría las concepciones 4 y 5 y se ha aplicado la prueba de Fisher).

CUADRO 3. Frecuencia de maestros en las concepciones de las estaciones del año según el sexo

<i>Concepciones de las estaciones del año</i>		<i>Maestras</i>	<i>Maestros</i>	<i>Total</i>
Categoría 1. Insuficiente información.		4 (16.6%)	4 (7.14%)	8 (10%)
Concepción 1. Diferente distancia entre el Sol y distintas zonas geográficas de la Tierra.		10 (41.6%)	16 (28.57)	26 (32.5%)
Concepción 2. Cambios en la distancia entre la Tierra y el Sol.	Subcategoría 2.1. El Sol se acerca y aleja de la Tierra.	0	4 (7.14%)	4 (5%)
	Subcategoría 2.2. La Tierra se acerca y aleja del Sol.	4 (16.6%)	3 (5.35%)	7 (8.75%)
Concepción 3. Cambios en la distancia entre la Tierra y el Sol en la órbita de la Tierra alrededor del Sol.		3 (12.5%)	25 (44.64%)	28 (35%)
Concepción 4. La inclinación del eje de la Tierra en su órbita alrededor del Sol provoca las estaciones del año.		3 (12.5%)	1 (1.78%)	4 (5%)
Concepción 5. La inclinación del eje de la Tierra en su órbita alrededor del Sol provoca las estaciones del año y la simultaneidad de distintas estaciones en el hemisferio norte y sur del planeta Tierra.		0	3 (5.35%)	3 (3.75%)
Total		24	56	80

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que la mayoría de los maestros de primaria presenta concepciones alternativas del día y la noche y las estaciones del año. Al igual que en los estudios anteriores, un mayor número de profesores presentan concepciones alternativas

en el tema de las estaciones del año que en el del día y la noche. Sólo tres maestros elaboraron la concepción científica sobre las estaciones del año (concepción 5), el resto presentó nociones alternativas (el 86%) o no aportó suficiente información (el 10%). Con relación al tema del día y la noche, menos de la mitad, el 41%, responde según la concepción científica. Si comparamos este porcentaje con los obtenidos en los estudios anteriores, observamos que los maestros aquí entrevistados presentan los peores resultados, situándose por debajo del estudio de Vega (2001), en el que sólo el 55% de una muestra de maestros de primaria de Tenerife sostuvo la concepción científica sobre el día y la noche.

Las concepciones alternativas más frecuentes identificadas en el tema de las estaciones del año se basan en la variación de la distancia entre la Tierra y el Sol, la denominada “teoría de la distancia”, según la cual la temperatura en verano y en invierno difiere porque la distancia entre la Tierra (o un lugar concreto de la Tierra) y el Sol es diferente. En verano estamos más cerca del Sol y, por lo tanto, hace más calor y en invierno estamos más lejos y por eso hace más frío. Esta explicación corresponde a una analogía basada en la experiencia cotidiana con fuentes de calor (Kikas, 2004). Las concepciones 1, 2 y 3 se basan en esta idea de la distancia; el 81% de los maestros se sitúa en alguna de estas tres. Los resultados obtenidos en los estudios anteriores también encontraron que la concepción alternativa más frecuente sobre las estaciones del año en maestros de primaria y estudiantes normalistas estaba basada en los cambios de la distancia entre la Tierra y el Sol (Atwood y Atwood, 1996; Camino, 1995; De Manuel, 1995; Kikas, 2004; Navarrete, 1998; Ojala, 1992, 1997; Parker y Heywood, 1998; Schoon, 1995; Trumper, 2003).

En el tema del día y la noche, la concepción alternativa más frecuente es la 5, con un 28.7% de los maestros. Ésta no ha sido identificada en los estudios anteriores (Atwood, 1995; Camino, 1995; Schoon, 1995; Trumper, 2003; Vega, 2001) porque ninguno de ellos tuvo en cuenta la representación gráfica del movimiento de rotación de la Tierra sobre su eje. Después de esta concepción se sitúa, en orden de frecuencia, la 1 con el 12.5% de los maestros. Ésta corresponde a una explicación geocéntrica del día y la noche (el movimiento del Sol alrededor de la Tierra provoca el día y la



noche) y ha sido identificada también en algunos de los estudios anteriores sobre este tema (Awood, 1995; Camino, 1995; Vega, 2001) aunque con menos frecuencia. La concepción alternativa del día y la noche que más mencionan, identificada en los estudios de Camino (1995) y Vega (2001), corresponde a la idea de que la Tierra rota sobre sí misma en el centro del Sol y la Luna, situados diametralmente opuestos. Esta explicación corresponde a la concepción 4 de este estudio y la presenta el 5% de los maestros. Por otro lado, la noción alternativa de que el día y la noche ocurren por el movimiento de la Tierra alrededor del Sol, identificada con una cierta frecuencia en los estudios de Atwood (1995), Schoon (1995) y Trumper (2003), corresponde a la subcategoría 3.1 de este estudio y fue expresada por el 5% de los participantes.

Estos resultados son una muestra de la falta de preparación de los docentes en temas básicos de ciencias. Estas deficiencias disciplinares constituyen importantes restricciones para alcanzar una enseñanza de calidad. Diversos autores han señalado que las concepciones alternativas de los maestros pueden ser uno de los orígenes de las concepciones previas que presentan sus alumnos sobre estos temas ciencias (Kikas, 2004; Schoon, 1995; Trundle *et al.*, 2002). Además, la escasa preparación disciplinar tiene repercusiones en la calidad de las prácticas educativas, en la medida en que estos maestros no son conscientes de que poseen concepciones alternativas sobre los temas de ciencias que deben enseñar a sus alumnos, y no han experimentado la experiencia educativa del cambio conceptual, difícilmente podrán aplicar, en sus lecciones, prácticas educativas constructivistas y centradas en el alumno, que partan de las ideas y experiencias previas de los alumnos y utilicen el error como un elemento clave de la construcción del conocimiento.

Una de las causas de esta falta de preparación disciplinar es que tradicionalmente habían sido considerados como docentes “generalistas”, más enfocados a la alfabetización de la escritura y el sistema numérico decimal, por lo que no recibían una formación específica en ciencias. En la sociedad del conocimiento en la que estamos inmersos, estas funciones se han ampliado; a las alfabetizaciones tradicionales se añaden nuevas demandas de alfabetización. En la enseñanza de la ciencia el objetivo es alcanzar una alfabetización científica para todos. Como el éxito de cualquier

intento para desarrollar acciones innovadoras en educación depende, en gran medida, de los docentes, nos encontramos con un problema serio si los propios maestros presentan concepciones alternativas sobre los temas de ciencias.

Diversos estudios sobre evaluación de las reformas en la enseñanza de la ciencia, realizadas en la educación básica de Estados Unidos, han sugerido que para que estas reformas tengan éxito es necesario que los maestros presenten formación no sólo en las herramientas pedagógicas, sino también en los contenidos de ciencia que deben enseñar a sus alumnos (Trumper, 2006). Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que hay que tomar las medidas más adecuadas para que los maestros de primaria logren una alfabetización científica en ciencias, que les permita ser unos profesionales de la educación informados, críticos y responsables, capaces de tomar decisiones individuales y colectivas sobre los problemas científicos y tecnológicos. Estas medidas deben estar dirigidas a una reforma de los cursos de formación de los maestros de primaria. La bibliografía indica que los cursos elaborados desde una perspectiva constructivista son exitosos, pues un gran porcentaje de maestros y alumnos normalistas que han recibido cursos basados en esta perspectiva consiguen modificar en científicas sus concepciones alternativas o incompletas sobre temas de ciencias (Atwood y Atwood, 1997; Camino, 1995; Navarrete, 1998; Trumper, 2006; Trundle *et al.*, 2002). En general, estos cursos parten de un primer momento en el que se explicitan las concepciones sobre un determinado tema de ciencias. El objetivo es que los maestros o estudiantes normalistas tomen conciencia de lo que saben y de la validez de este conocimiento desde una perspectiva científica. A través de este proceso, se espera que se genere un desequilibrio entre lo que saben y la necesidad de buscar nuevos modelos explicativos. En este punto es necesaria la intencionalidad, es decir que las personas se den cuenta de la necesidad de cambiar sus concepciones y que hagan los intentos para lograrlo. En el diseño de estos cursos hay que tomar en cuenta que en el proceso de cambio conceptual, además de aspectos cognitivos, intervienen aspectos emocionales y afectivos. La bibliografía sobre este tema indica que la motivación, los afectos, el logro de metas, la resistencia al cambio, las actitudes de



aprendizaje y las concepciones que presentan las personas sobre el conocimiento y aprendizaje intervienen en el proceso de cambio conceptual (Limón y Mason, 2002).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Appleton, K. “How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice”, en *Research in Science Education*, 33, 2003, pp. 1-25.

Atwood, R. K. “Preservice elementary teachers’ conceptions of what causes night and day”, en *School Science and Mathematics*, 95, 1995, pp. 290-294.

Atwood, R. K. y V. A. Atwood. “Preservice elementary teachers’ conceptions of the causes of seasons”, en *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 1996, pp. 553-563.

———. “Effects of instruction on preservice elementary teachers’ conceptions of the causes of night and day and the seasons”, en *Journal of Science Teacher Education*, 8, 1997, pp. 1-13.

Camino, N. “Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna”, en *Enseñanza de las Ciencias*, 13, 1995, pp. 81-96.

———. “Sobre la didáctica de la astronomía y su inserción en la EGB”, en M. Kaufman y L. Fumagalli (comps.). *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*, Buenos Aires, Paidós, 1999, pp. 143-173.

De Manuel, J. “¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra”, en *Enseñanza de las Ciencias*, 13, 1995, pp. 227-236.

Hope, J. y M. Townsend. “Student teachers’ understanding of science concepts”, en *Research in Science Education*, 13, 1983, pp. 177-184.



- Kikas, E. "Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena", en *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 2004, pp. 432-448.
- Limón, M. y L. Mason. "Introduction", en M. Limón y L. Mason (eds.). *Reconsidering Conceptual Change*, Netherlands, Kluwer, 2002, pp. xv-xx.
- Navarrete, A. "Una experiencia de aprendizaje sobre los movimientos del sistema Sol/Tierra/Luna en el contexto de la formación de maestros", en *Investigación en la Escuela: Revista de Investigación e Innovación escolar*, 35, 1998, pp. 5-20.
- OECD. *Measuring student knowledge and skills: The PISA assessment of reading, mathematical and scientific literacy*, París, OECD, 2000.
- Ojala, J. "The third planet", en *International Journal of Science Education*, 14, 1992, pp. 191-2002.
- . "Lost in space? The concepts of planetary phenomena held by trainee primary school teachers", en *International Research in Geographical and Environmental Education*, 6, 1997, pp. 183-203.
- Parker, J. y D. Heywood. "The earth and beyond: Developing primary teachers' understanding of basic astronomical events", en *International Journal of Science Education*, 20, 1998, pp. 503-520.
- Schoon, K. J. "The origin and extent of alternative conceptions in the earth and space sciences: A survey of pre-service elementary teachers", en *Journal of Elementary Science Education*, 7, 1995, pp. 27-46.
- Trundle, K. C., R. K. Atwood y J. E. Christopher. "Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction", en *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 2002, pp. 633-658.
- Trumper, R. "The need for change in elementary school teacher training –A cross-college age study of future teachers' conceptions of basic astronomy concepts", en *Teaching & Teacher Education*, 19, 2003, pp. 309-323.

- _____. "Teaching future teachers basic astronomy concepts –seasonal changes– at a time of reform in science education", en *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 2006, pp. 879-906.
- Vega, A. "Tenerife tiene seguro de Sol (y de Luna): Representaciones del profesorado de primaria acerca del día y la noche", en *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 2001, pp. 31-44.