

EL PROBLEMA DE LA POSICIÓN DEL OBSERVADOR Y EL MOVIMIENTO TRIDIMENSIONAL EN LA EXPLICACIÓN DE LAS FASES DE LA LUNA EN DOCENTES DE PRIMARIA EN FORMACIÓN¹

*DICOVSKIY, ESTEBAN¹; IGLESIAS, MARÍA C²; KARASEUR, FERNANDO²;
GANGUI, ALEJANDRO^{2,3}; CABRERA, JULIO²; GODOY, ELINA².*

¹Escuela Normal Superior N° 10. Ministerio de Educación. Ciudad de Buenos Aires.

²Centro de Formación e Investigación en la Enseñanza de las Ciencias, FCEyN, Universidad de Buenos Aires, Pabellón 2, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

³Instituto de Astronomía y Física del Espacio, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

maryiglesias@gmail.com

RESUMEN

Se analiza un aspecto importante de las dificultades que enfrentan los docentes de primaria en formación en su trabajo de explicación y representación de las fases lunares: la tridimensionalidad y su relación con la posición del observador. A partir de una indagación llevada a cabo en Escuelas Normales de la Ciudad de Buenos Aires, comprobamos la recurrencia de los futuros maestros en brindar explicaciones lineales o bidimensionales en situaciones donde se consideran las fases de la Luna, y donde los aspectos del trabajo en tres dimensiones, la relevancia de tener en cuenta el período de traslación de nuestro satélite y la ubicación del observador sobre la superficie de nuestro planeta no pueden ser obviados. Nuestro trabajo se sustenta en el empleo de una indagación semiestructurada que nos ha permitido analizar las producciones escritas, gráficas y de modelización con esferas de los docentes en formación. Nuestro proyecto aporta conocimiento sobre las representaciones y los modos de conocer con los que los futuros maestros enfrentan estos y otros fenómenos astronómicos. Se trata de una línea de investigación que no puede ser postergada para lograr la adquisición y puesta en juego de conceptos y competencias básicas por parte de los alumnos de primaria.

Palabras clave: modelo STL, fases de la Luna, astronomía, formación docente, obstáculos de trabajo en 3D.

¹ Este trabajo aborda parte de una investigación más amplia sobre la Enseñanza formal de la Astronomía. Nos concentramos aquí en las dificultades que obstaculizan el correcto empleo de la tridimensionalidad. Un aspecto diferente de nuestro estudio (la imposibilidad de relacionar vivencias astronómicas con la explicación científica y el valor que los indagados atribuyen a sus producciones gráficas) fue sometido a evaluación para su presentación en el próximo Simposio de Investigación en Educación en Física.

INTRODUCCIÓN

La astronomía es una de las disciplinas con mayor poder para la integración de los conocimientos que se van adquiriendo durante el proceso de aprendizaje. Da el marco propicio para trabajar un sinnúmero de temas, ya sea de las ciencias naturales propiamente dichas, como la gravitación y las concepciones sobre la Tierra (Nussbaum, 1979; Sneider y Ohadi, 1998; Vosniadou y Skopeliti, 2005; Skopeliti y Vosniadou, 2007), como también de las ciencias sociales (incluyendo la historia y la epistemología). Además, forma parte inseparable del conocimiento que el hombre tiene de su lugar en el cosmos. La astronomía es sin duda una actividad humana con múltiples y atractivas ramificaciones en el área de la construcción significativa y natural de los conocimientos sobre el universo en donde estamos inmersos. Desde el punto de vista de la didáctica de las ciencias, los modelos son considerados una parte integral de la manera de pensar y trabajar de los científicos, por lo que forman parte de los productos de la ciencia y de la metodología científica, y como una de las herramientas más importantes de enseñanza y aprendizaje. No obstante, las investigaciones han puesto en evidencia las dificultades que presentan los alumnos a la hora de utilizar funcionalmente los modelos explicativos (Martínez Sebastià, 2004). Además, como es sabido, las personas poseen una tendencia natural a intervenir sobre el medio en el que viven, lo que conduce a construir explicaciones espontáneas para dar sentido y actuar sobre él (Driver, et al., 1985). Las ideas que construyen los sujetos, se pueden considerar como aquellas concepciones que tienen los estudiantes acerca del cómo y el porqué las cosas son como son. Ellas responden a una lógica de pensamiento, influenciada por las experiencias realizadas en la vida cotidiana (ya sean éstas de origen sensorial –*concepciones espontáneas*–, cultural –*representaciones culturales*– o escolar –*concepciones analógicas*–). Están caracterizadas por principios conceptuales, epistemológicos y ontológicos, constituyendo verdaderos obstáculos para el aprendizaje. Numerosas investigaciones realizadas en varios países, incluyendo el nuestro, ponen de manifiesto las dificultades que presentan los estudiantes del profesorado en relación a algunos fenómenos astronómicos (Callison y Wright, 1993; Camino, 1995; Atwood y Atwood, 1995; Atwood y Atwood, 1996; Parker y Heywood, 1998; Trundle et al., 2002; Trumper, 2003; Frede, 2006; Gangui et al., 2010, 2011). Entre estas podemos mencionar la dificultad que poseen al intentar reconocer los cambios en los aspectos observables del movimiento del Sol. Muy pocos son capaces de identificar los días singulares y las regularidades en torno a ellos, lo cual va asociado a una visión distorsionada de cómo se producen los cambios astronómicos a lo largo del año. Asimismo, presentan dificultades para reconocer la existencia de distintos modelos alternativos que pueden dar cuenta de las mismas observaciones y no hacen uso operativo de las hipótesis del modelo para explicar las observaciones conocidas. Para el caso de las fases de la Luna, investigaciones anteriores muestran que la explicación sobre cómo se origina no resulta del todo adecuada, asignándole por lo general a la sombra de la Tierra la responsabilidad de este fenómeno por no poder observarla (*Teoría del eclipse*). Sin embargo, en este caso, son pocas las investigaciones que den cuenta de las dificultades encontradas a la hora resolver situaciones relacionadas a este fenómeno. En trabajos anteriores, a través de indagaciones escritas llevadas a cabo en

Institutos de Formación Docente de la Ciudad de Buenos Aires, nuestro grupo pudo poner en evidencia varias ideas espontáneas y otros obstáculos de aprendizaje sobre tópicos básicos de astronomía presentes en futuros docentes de la escuela primaria (Gangui et al., 2008). En particular, entre las dificultades evidenciadas en esta población, las explicaciones astronómicas de la Luna, con sus fases y el movimiento espacial de los tres cuerpos celestes involucrados, fue uno de los tópicos indagados que mayor dificultad presentó. Las fases de la Luna que percibimos desde nuestro lugar en la Tierra son vivencias astronómicas topocéntricas. Sin embargo, para dar una explicación sobre su origen, hay que recurrir a un punto de vista situado en el espacio. En este sentido, uno de los principales obstáculos en el aprendizaje de la astronomía es aquel que está ligado a la visión espacial, es decir, a la capacidad mental de ver y trabajar en tres dimensiones (Camino, 2004).

Como hemos podido comprobar, la didáctica de la astronomía es un área de vacancia en nuestra universidad y, salvo casos particulares, en general no presente en los grupos de investigación de nuestro país, una diferencia importante si la comparamos con otras disciplinas como física, química o biología. Por otro lado, en las escuelas primarias la enseñanza de estos temas, cuando están presentes, suele quedar reducida a la exposición del docente, sin tener en cuenta los conocimientos previos de los alumnos ni su reflexión sobre las dificultades de aprendizaje asociadas, lo cual lleva a que se enseñen temas sin tener en cuenta la situación de los alumnos, los alcances esperados y miradas apropiadas para cada uno de ellos. Para el caso de las fases de la Luna, se reduce a explicar el fenómeno desde una perspectiva externa a la Tierra, recurriendo a esquemas que refuerzan la idea errónea del movimiento en dos dimensiones, con la intención de que los alumnos recuerden la posición relativa de los tres cuerpos intervinientes para configurar las diferentes fases. Esto refleja, de alguna forma, las creencias sobre la naturaleza del conocimiento en general, y del conocimiento científico en particular que circula en las escuelas, entendiéndolo como un producto y no como un proceso, donde la explicación del contenido por parte del docente – o la lectura del libro de texto- se consideran suficiente (Pintó *et al.*, 1996). Hasta el año 2009 los lineamientos curriculares para la formación docente primaria, no incluían una profundización de los tópicos relativos a esta disciplina y hemos podido comprobar que su enseñanza estaba casi ausente. La reciente extensión de la formación a cuatro años estuvo acompañada de la ampliación de la materia Enseñanza de las Ciencias Naturales, en donde uno de los ejes centrales refiere a la astronomía y a su enseñanza. No obstante aquello, hemos detectado una ausencia de investigaciones que ayuden a definir las condiciones en las que se debe desarrollar una enseñanza de los conceptos astronómicos en este nivel, y que facilite que el docente en formación construya y maneje unos modelos acordes con los modelos científicos. En este sentido, nuestro proyecto de investigación “Enseñanza formal de la astronomía: situación actual y perspectivas futuras”, tiene por objetivo principal contribuir al diagnóstico situacional de docentes de primaria en formación en relación con algunos temas de astronomía buscando poner en evidencia los posibles obstáculos que impiden la construcción del conocimiento científico sobre tópicos astronómicos puntuales. En particular nos interesa reconocer que dificultades aparecen al tener que explicar los fenómenos que producen las fases de la Luna. Esperamos que este trabajo aporte elementos teóricos que permitan sustentar una etapa posterior que involucre el diseño de estrategias didácticas que favorezcan un aprendizaje significativo de esta ciencia.

DESARROLLO

En trabajos recientes, a través de indagaciones escritas llevadas a cabo en Institutos de Formación Docente de la Ciudad de Buenos Aires (Iglesias *et al.* 2011), nuestro grupo pudo poner en evidencia que los alumnos que siguen estudios de formación docente primaria carecen de conocimientos significativos que les permita hacer un uso funcional del modelo Sol-Tierra-Luna (STL). Los resultados nos han permitido conocer cómo piensan acerca de este modelo y el modo en que relacionan el fenómeno con sus explicaciones. Asimismo, pudimos acercarnos al modo en que representan de manera gráfica dicho sistema complementándolo con el texto escrito, tratando de encontrar los puntos que dificultan la correspondencia entre el modelo científico y sus modelos explicativos. En esta oportunidad, empleamos un instrumento que consistió en una indagación de tipo semiestructurada (Troncoso y Daniele, 2003) en la que se conjugan la respuesta verbal, la representación gráfica y la expresión en tres dimensiones, mediante el modelado con esferas. La indagación se implementó en diferentes Institutos de Formación Docente, completando un total de cuarenta y ocho indagados, alumnos que aun no han cursado la Enseñanza de las Ciencias Naturales 3. La misma estaba compuesta por preguntas que nucleaban dos bloques temáticos indagados: **1.** posición del observador y explicaciones sobre el fenómeno, abordadas en especial en las primeras dos preguntas; **2.** Sistema STL - representación del fenómeno, abordados en el conjunto de la indagación, especialmente en las últimas cuatro preguntas. El recorrido propuesto en la indagación es progresivo, e invita al participante a “entrar en tema”, relacionando sus respuestas anteriores con las nuevas situaciones que van resolviendo.

Las dos primeras preguntas, de carácter individual, refieren al fenómeno observado desde la Tierra pero requieren de una explicación externa. En la primera, el indagado debe explicar el hecho de que en fase nueva la Luna no sea observable. En la segunda pregunta, se presenta una imagen de la Luna en fase menguante, y en función de esto se invita al encuestado a revisar su respuesta a la pregunta anterior. Tanto en un caso como en el otro, además de la explicación mediante texto se les pide que incluyan dibujos. Esto nos permitiría establecer relaciones entre aquello que escriben y lo que representan gráficamente, y a su vez inferir posibles obstáculos como ser los tamaños de los cuerpos en cuestión o la alineación de los mismos, entre otros. Asimismo, pretendíamos caracterizar la importancia otorgada al uso de dibujos para apoyar sus explicaciones y en qué medida sus representaciones gráficas reproducen las conocidas desde la escuela, cuya principal fuente son los libros de texto. En la tercera parte se les pide que resuelvan nuevamente el caso de la Luna nueva pero esta vez utilizando los elementos disponibles (esferas de telgopor de diferentes tamaños; palillos, planchas de telgopor, fuentes de luz) para proponer una representación posible de los cuerpos intervinientes. Esta instancia de trabajo con material concreto pretende poner en cuestión el obstáculo de la representación en diferentes planos. Dependiendo de las respuestas ofrecidas, el investigador ofrecía nuevas situaciones para que resolvieran. Las mismas fueron elaboradas atendiendo a posibles respuestas esperadas o dificultades encontradas. En particular, nos interesa una de las opciones, que incluye una situación de Luna llena y conflictiva, puesto que para resolverla, se deben colocar a los tres cuerpos en el mismo lugar en que ellos los suelen ubicar para configurar una luna nueva, bajo la explicación de la *Teoría del eclipse*. Las últimas tres preguntas ponen el foco en la representación del fenómeno, que si bien es indagado en las preguntas anteriores, aquí aparece de manera explícita y luego de haber atravesado la etapa de representación en tres dimensiones. Entonces, se pretende encontrar evidencias que den cuenta de sus intentos por mejorar sus dibujos acercándolos a la vista

tridimensional. Se busca que incluyan algún tipo de perspectiva o indicios de su importancia, como ser anotaciones que dejen entrever que el dibujo no está representando fielmente el fenómeno. La quinta pregunta, en particular, hace referencia a típicos dibujos que aparecen en los libros de texto pero que presentan alguna variable, y la sexta pide realizar explícitamente, y ya luego de atravesar toda la indagación, un esquema explicativo del fenómeno de las fases lunares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobre la posición del observador y explicaciones sobre el fenómeno.

En relación con las dos preguntas que refieren al fenómeno de las fases de la Luna observado desde la Tierra, encontramos que de los 48 indagados solo 16 ofrecen una explicación desde una perspectiva externa. De este total, 6 presentan un modelo de explicación correcto, 8 presentan un modelo de explicación alternativo y 2 de ellos, una explicación alternativa que es incompleta o vaga. Sin embargo la mayoría restante, - 32 indagados -no presentan explicación al fenómeno sino que ofrecen respuestas de tipo descriptivas y situados en lo vivencial. Resulta interesante que el 50% de los que no presentan explicación ofrecen una descripción sobre qué es una Luna nueva o qué se ve en el cielo cuando la luna está en esa fase. Por ejemplo, enuncian explícitamente que ese día la Luna no tiene iluminada la cara que vemos desde la Tierra o que no se distingue en el cielo, pero no especifican a qué se debe que ocurra ese fenómeno. Por otro lado, 9 de ellos hacen referencia a la noche, ya sea en su escrito o complementándolo con un dibujo en el que incluyen estrellas. Entre el 50% restante de los indagados que no ofrecen explicación externa, encontramos respuestas de lo más variadas. Seis de ellos argumentan su explicación en cuestiones “climáticas” (lluvias, nubes) y que por eso no puede obtenerse una fotografía de la Luna. Algunos ofrecen respuestas tautológicas que giran en torno al mismo enunciado. El grupo restante, hace referencia a todo el ciclo lunar, evitando justificaciones específicas o bien, proponen un error de fecha, es decir, que en realidad la fotografía “se confundió” y no era una fase nueva, sino otra. A partir de estas respuestas, podemos inferir que, frente a la presentación de una Luna en particular, al 66% de los indagados parecería resultarles difícil vincular esa observación con el fenómeno de las fases de la Luna o hacer uso de una explicación de las fases de la Luna para dar respuesta a un caso concreto y percibido desde la Tierra. Inclusive, para más de la mitad de ellos, encontramos que ofrecen dibujos que ilustran lo escrito o a lo sumo incluyen elementos que llamamos “infantiles”.

De los 16 indagados que sí ofrecen una explicación externa, 8 de ellos utilizan la *Teoría del eclipse* para dar cuenta de por qué se produce una Luna nueva y así justificar que ese día no pueda fotografiarse. Para estos casos, encontramos que en general, los esquemas proporcionados suman elementos a las explicaciones escritas. Por ejemplo, un indagado explica que “la luna queda tapada” pero no agrega detalles. Sin embargo, su esquema involucra a los tres cuerpos alineados. En relación con los 6 indagados que fueron clasificados como aquellos que se acercan a una explicación científica para el caso de la Luna nueva, todos ellos refieren a que la Luna se sitúa entre la Tierra y el Sol entonces, se ilumina la cara de la Luna que no vemos y eso hace que “sea difícil de observar” en el cielo. Solo 2 de ellos complementan sus textos con esquemas que intentan “romper” con la linealidad, desplazando a la Luna y dando valor a la tridimensionalidad o necesidad de perspectiva. El resto de los indagados dibuja a los tres cuerpos alineados no dando cuenta de las dimensiones de los

cuerpos, ni hacen ningún tipo de aclaración sobre sus dibujos respecto de la linealidad ni del color del cielo para esa fase.

Sobre el Sistema STL y la representación del fenómeno. Las explicaciones Lineales o Bidimensionales

Como anticipamos, las mayores dificultades se encontraron en las explicaciones y los primeros dibujos solicitados, que refieren a dos de las fases de la Luna en particular. En cambio, en la segunda parte del trabajo – a partir de la preguntas 3 y su continuación en la 3A o 3B - la posibilidad de trabajar con materiales concretos los obligó a dejar las respuestas vivenciales o con elementos infantiles, a salirse de la ubicación del personaje y a avanzar hacia un tipo de respuesta que relacionara espacialmente los tres cuerpos y con algún grado de coherencia dentro de la respuesta, aunque no fuera correcta. Esta nueva situación planteó la posibilidad de pensar nuevos criterios de análisis de acuerdo a estas nuevas respuestas que de alguna forma quedan vinculadas a las anteriores. Vemos entonces que la gran mayoría – un 75% - planteó cuestiones que tienen que ver con la distancia entre los tres cuerpos (6 de los 48) , con la ubicación lineal y opuesta entre la Luna y la Tierra (11 de los 48) y con cuestiones que tienen que ver con el plano de la órbita de la Tierra en que se mueven estos cuerpos (19 de los 48), reconociendo que además solo 7 indagados plantean respuestas en las que se reconoce que les genera conflicto que el fenómeno solo ocurra en el plano de la órbita de la Tierra o directamente plantean la necesidad de pensar un movimiento del sistema S-T-L en tres dimensiones, lo que los acerca a respuestas más científicas. Estos resultados determinan la posibilidad de pensar la linealidad y la bidimensionalidad como ideas en los que se apoya el grupo más importante de los indagados -75% - para explicar el problema de las fases de la Luna. Al plantearles que representen el caso de la Luna nueva y luego la Luna llena, un grupo sensible de los indagados -23%- plantean posiciones linealmente opuestas. A partir de la posición de la Luna a la sombra de la Tierra (teoría del Eclipse), que refuerza las respuestas de las preguntas iniciales, pasan luego a colocarla del otro lado de la Tierra, frente al Sol, así pasa a estar iluminada. Se reconoce que no les produce conflicto el hecho de que para estas posiciones haya que cambiar de ubicación al que observa (para ver iluminada a la Luna llena habrá que ubicarse del lado del Sol) ni que en esas ubicaciones se producen eclipse quincenales. Esta idea se asienta con las respuestas finales de la indagación en la que solo valoran las tres dimensiones para facilitar la visión de estos fenómenos o al presentar imágenes similares al tener que representar ellos el esquema de las fases (Figura 1).

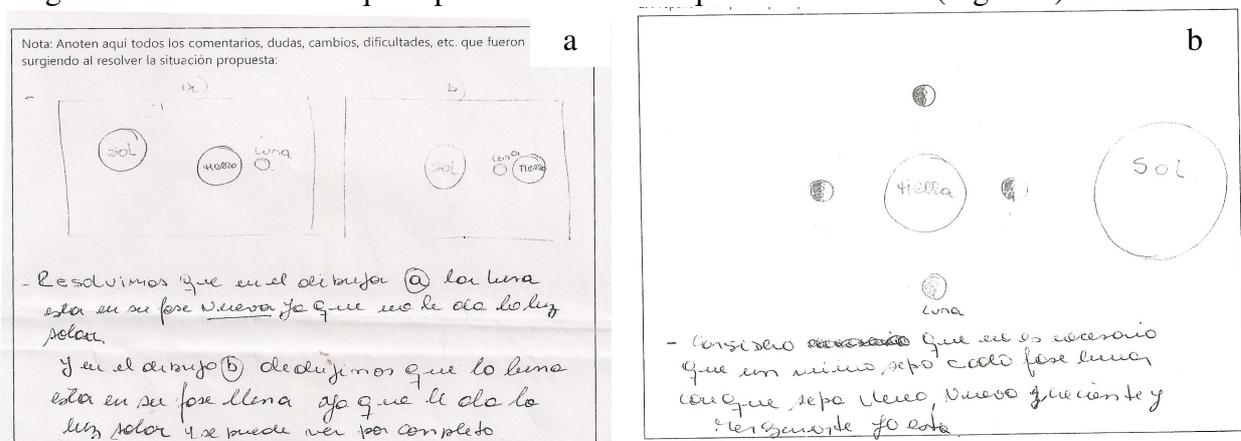


Figura 1: ejemplo de respuesta de un indagado para la etapa de modelización con esferas: Aquí se nota claramente que ante la situación de Luna nueva responde bajo la Teoría del

eclipse, que se mantiene para el caso de la Luna llena (ubicada ésta entre la Tierra y el Sol), resolviendo que la Luna deba estar totalmente iluminada, pero perdiendo de lugar la referencia al observador terrestre. b: esquema propuesto para la pregunta donde se le pide que explique todo el fenómeno de las fases lunares, apelando al dibujo clásico y presente en numerosos libros de texto.

El grupo más numeroso de indagados (el 40% del total), que indican, como el grupo anterior, que la Luna nueva se produce por quedar dentro de la sombra que produce la Tierra, frente al problema de la fase llena colocan a la Luna corrida de esa zona oscura, pero ya no del lado opuesto, sino “corridas un poco”. De esta forma, éstas superan la situación de las respuestas anteriores ya que por lo visto intentan cuidar el hecho de que así se verá desde la Tierra (Figura 2). Y para hacerlo, respetan su movimiento en el plano de la órbita de la Tierra bajo la idea de la bidimensionalidad del movimiento de estos cuerpos. Sin embargo, no se puede plantear que están en transición hacia el modelo correcto ya que a los indagados no les resulta contradictoria que esta situación se de en una posición tan cercana a la Luna nueva y no en una posición opuesta, desconociéndose también los tiempos de la aparición de cada fase. Por otra parte y también como signo destacable, al tener que criticar los esquemas habituales de las fases del sistema STL o al tener que hacer los estudiantes un esquema que lo supere, no hacen referencia a las diferencias con su explicación de la Luna “corrida un poco”, y repiten representaciones bidimensionales.

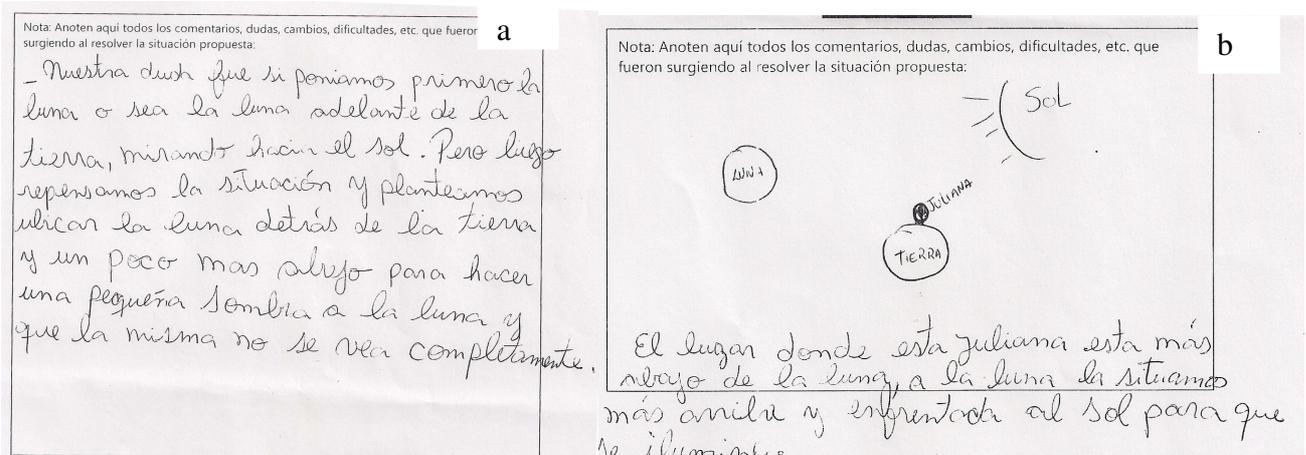


Figura 2: ejemplo de respuesta ofrecida por un indagado para la situación de modelización con esferas. a: caso de la Luna nueva, donde se plantea la duda sobre la ubicación que debe tener la Luna, si del lado del Sol o tapada por la Tierra y algo desplazada. b: respuesta ofrecida para la situación conflictiva de Luna llena donde propone desplazar un poco al observador ubicado en la Tierra

Nos resta analizar aquellos indagados (14 %) que se podrían incluir en la categoría de respuestas que se encuentran dentro de la transición hacia el modelo científico. De este total, un solo indagado ofrece una respuesta que responde claramente al modelo correcto ya que ubica correctamente a la Luna en sus distintas fases y hace referencia directa al movimiento de la Luna en un plano distinto al de la Tierra. Esta cuestión aparece en sus críticas al esquema 2D que se le presenta en la indagación. Los otros estudiantes de este grupo incluidos

en esta etapa de transición, no utilizan la teoría del eclipse y ubican correctamente a la Luna para dar cuenta de la fase nueva y menguante, a pesar de lo cual no se hace ninguna indicación respecto de los planos de las orbitas, ni se crítica el esquema presentados en 2D. Los esquemas que ellos mismos realizan, vuelven a reproducir esquemas planos, lo cual hace pensar que la imagen que tienen, es que estos movimientos se dan solo en dos dimensiones sin generarles conflictos en sus argumentos (Figura 3).

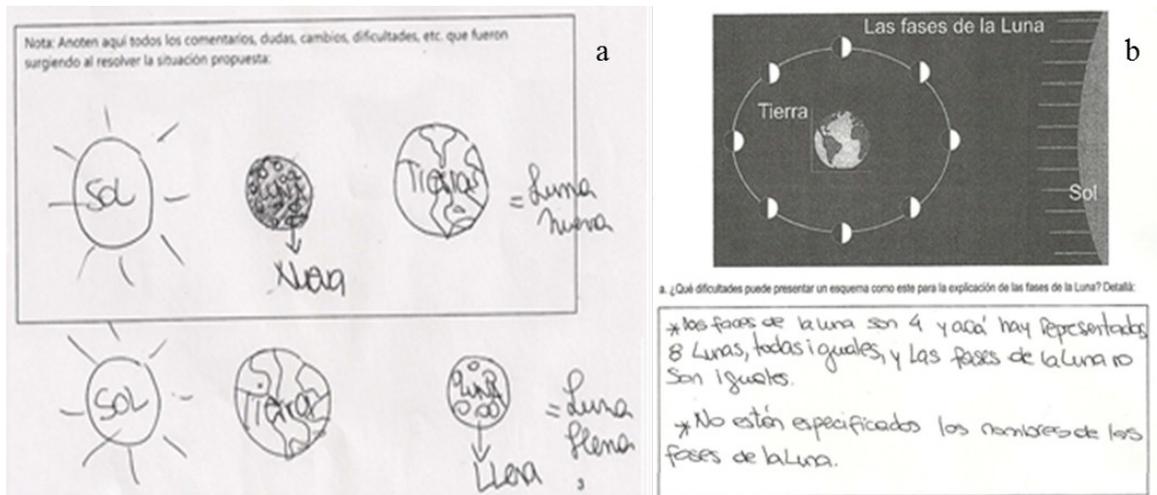


Figura 3: ejemplo de respuesta de un indagado categorizado en etapa de transición. a: el indagado ubica correctamente a la Luna para configurar una fase nueva y otra llena, pero en sus dibujos no da cuenta de los planos de las órbitas. b: respuesta para la pregunta en donde se le pide que elabore críticas a un esquema que se usa para explicar las fases de la Luna.

Por último, podemos analizar el valor que les dan los indagados al observador de estos fenómenos, que en el instrumento de indagación aparece representado con Juliana que es quien quiere fotografiar a la Luna en varias de sus fases. Por el recorrido en las respuestas a las diferentes preguntas, se reconoce que el lugar de Juliana no adquiere relevancia al momento de ubicar los cuerpos para que se formen las fases, especialmente para los casos de las fases nuevas y llenas. En algunos casos, se refieren a Juliana en relación a si pudo o no sacar la fotografía pero no hacen referencia a su ubicación. En varias de esas respuestas, sí se indica la ubicación de Juliana para respetar que se encuentre en el lugar de la Tierra en que es de día o de noche de acuerdo con lo que quieran representar. Pero, como se comentó en un punto anterior, a muchos de estos indagados no los apremió la ubicación del observador al disponer a la Luna entre el Sol y la Tierra para que quede iluminada. Es decir, pareciera que piensan en la ubicación de los tres cuerpos que explica el fenómeno en cuestión independientemente de quien observa, sin reconocer que es necesario considerar que esto ocurre desde la Tierra.

CONCLUSIONES

A través del análisis de las indagaciones, nos hemos aproximado a caracterizar el estado situacional del general de los alumnos de los Institutos de Formación Docente en cuanto a los modelos que manejan del modelo Sol-Tierra-Luna y a la forma en que intervienen en estos las explicaciones y las representaciones gráficas y tridimensionales, además de la

correspondencia que establecen. En general, hemos detectado una dificultad para ofrecer explicaciones científicas del fenómeno de las fases de la Luna que permitan hacer un uso funcional del mismo y que logre ser enseñado correctamente en su futura profesión. Al avanzar en estos análisis podemos reconocer lo dificultoso que resulta pensar los movimientos espaciales en tres dimensiones y más todavía poder hacer representaciones de estos fenómenos. Solo un indagado lo indica directamente y ningún grupo de los que hacen referencias indirectas, realiza algún esquema que intente mostrarlo. Pareciera por los resultados, que todo el tiempo los cuerpos se mueven en un solo plano y que las posiciones dentro de esos movimientos alcanzan para generar respuestas válidas para los problemas que se les pide explicar. En algunos casos, los indagados se mantienen en la línea que vincula al Sol, la Luna y la Tierra (que son las que reconocemos como la ubicación de los eclipses) y esto no les produce conflictos ya que ni siquiera hacen referencia a esos fenómenos particulares. De igual forma, no les condiciona sus respuestas la posición del observador para determinar la ubicación de los tres cuerpos. Podemos arriesgar como hipótesis, que lo importante para los estudiantes es resolver los problemas de alguna forma más o menos coherente en el tipo de respuesta que se da, aunque se deje de lado cuestiones que deberían ser condiciones, como aquellas que tienen que ver con los conocimientos que deberían contar (tipos de movimientos, tiempos de traslación), como razones que tienen que ver con cuestiones espaciales como el lugar desde donde se mira. Es decir que pareciera que les alcanzara analizar estos fenómenos desde la linealidad o la bidimensionalidad y que estas formas de representación espacial no entran en contradicción ni con las condiciones previas ni con aquellas que pueden aparecer entre las respuestas dadas y los esquemas propuestos.

El recorrido propuesto en la indagación ofrece oportunidades para que los indagados se replanteen algunas cuestiones sobre sus propias explicaciones, pero que no consiguen resolver totalmente, recurriendo a esquemas tradicionales sin dar cuenta de las limitaciones asociadas. Consideramos necesario desarrollar una propuesta integral para la enseñanza del modelo científico del fenómeno de fases de la Luna, inmerso en la comprensión global del modelo Sol-Tierra-Luna, que aborde especialmente las dificultades encontradas y los diversos modos posibles de expresión.

PERSPECTIVAS

Comprender las fases de la Luna supone un alto nivel de abstracción, además de requerir una cierta habilidad para el trabajo empleando las tres dimensiones espaciales. También requiere de una serie de conocimientos anteriores, que se tornan fundamentales a la hora de resolver las situaciones que involucran al sistema STL. Como pudimos establecer a partir de un análisis minucioso de las producciones escritas, gráficas y de modelización con esferas, en general dichos elementos están ausentes en los docentes en formación, o bien no logran ponerlos en juego en oportunidad de la indagación. Puesto que los temas indagados se incluyen en los contenidos básicos de la Educación Primaria, los resultados no se muestran alentadores. En este contexto, decidimos ampliar nuestra investigación, esta vez avanzando sobre las representaciones de los alumnos del profesorado en contexto de enseñanza. Nuestra hipótesis de trabajo es que la enseñanza de las fases de la luna desde un enfoque epistemológico-didáctico actual y coherente con los resultados de la investigación, ofrece oportunidades para la construcción de significados, impacta favorablemente en la formación, generando actitudes positivas hacia la astronomía y su enseñanza. Para llevar adelante esta etapa de investigación, podremos poner a prueba el uso de secuencias de trabajo que permitan

poner en evidencia las contradicciones antes expuestas (los eclipses reiterados, lunas llenas y nuevas muy cercanas, observar la Luna llena fuera de la Tierra) para generar en el trabajo de los alumnos la necesidad de plantear respuestas diferentes, respuestas que puedan avanzar hacia explicaciones que incluyan la tridimensionalidad como forma de pensar el sistema STL que requieran de “informaciones científicas” que permitan avanzar en las ideas que dan respuesta a estos fenómenos.

Consideramos que esta línea de investigación es necesaria, en tanto es un punto de partida que permitirá diseñar propuestas de enseñanza para la formación docente sustentadas en investigación, con el objetivo de mejorar a futuro la formación inicial de docentes de primaria en cuestiones de astronomía y de su didáctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atwood, V. y Atwood, R. (1995). Preservice elementary teachers' conceptions of what causes night and day. *School Science and Mathematics*, 95 (6), pp. 290-294.

Atwood, R. y Atwood, V. (1996). Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (5), pp. 553-563.

Callison, P.L. y Wright, E.L. (1993). The effect of teaching strategies using models on preservice elementary teachers' conceptions about earth-sun-moon relationships. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Atlanta, GA.

Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las ciencias*, 13 (1), pp. 81-96.

Camino, N. (2004). Aprender a imaginar para comenzar a comprender. Los “modelos concretos” como herramientas para el aprendizaje de la astronomía. *Revista Alambique* 42, pp. 81-89.

Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1985). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, Madrid: Morata, trad. de 1999.

Frede, V., (2006). Pre-service elementary teacher's conceptions about astronomy, *Advances in Space Research* 38, Issue 10, pp. 2237-2246.

Gangui, A., Iglesias, M. y Quinteros, C. (2008). Diagnóstico situacional de los docentes de primaria en formación sobre algunos fenómenos astronómicos, en *Memorias del I Congreso Internacional de Didácticas Específicas*. Edición en CD-ROM, G. Fioriti (comp). UnSAM Edita. ISBN 878-987-23259-6-1. <http://arxiv.org/abs/0809.0013>

Gangui, A., Iglesias, M. y Quinteros, C. (2010). Indagación llevada a cabo con docentes de primaria en formación sobre temas básicos de Astronomía. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 9, N° 2, pp. 467-486 http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART10_Vol9_N2.pdf

- Gangui, A., Iglesias, M. y Quinteros, C. (2011). Some remarks on a current study involving preservice elementary teachers and some basic astronomical phenomena, *in Proceedings of the International Astronomical Union*, Vol. 5, Symposium S260, D. Valls-Gabaud and A. Boksenberg (eds), Cambridge: Cambridge University Press, pp. 767-770.
- Gil Quíles, M. y Martínez Peña, M. (2005). El modelo de Sol-Tierra-Luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (2), 153-166.
- Iglesias, M., Godoy, E; Dicovski, E., Cabrera, J., Gangui, A. (2011). La dimensión espacial de las fases de la luna: una investigación en el área de didáctica de la astronomía, aprobado para su presentación en *Congreso Metas Educativas 2021: Aportes desde la Universidad*. Ciudad de Buenos Aires. Postergado a 2012.
- Leite, Cristina, Hosoume, Yassuko. (2007). Los profesores de ciencias y sus formas de pensar la astronomía. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia RELEA*, n. 4, pp. 47–68.
- Martínez Sebastià, B. (2004). La enseñanza/aprendizaje del modelo Sol-Tierra: Análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria, *Revista Latino-Americana Educação em Astronomia RELEA* n. 1, p. pp.7-32.
- Nussbaum, J. (1979). Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross-age study, *Science Education*, 65 (2), pp.187-196.
- Parker, J. y Heywood, D. (1998). The earth and beyond: Developing primary teachers' understanding of basic astronomical events. *International Journal of Science Education*, 20 (5), 503-520.
- Porlán, R. (1999). Hacia un modelo de enseñanza – aprendizaje de las ciencias por investigación. *Enseñar ciencias naturales*. Capítulo 1. Buenos aires: Paidós.
- Skopeliti, I. & Vosniadou, S., (2007). Reasoning with External Representations in Elementary Astronomy. In S. Vosniadou, D. Kayser, & A. Protopapas (Eds.) *Proceedings of EuroCogSci07, the European Cognitive Science Conference*, pp. 244-249, Delphi, Greece.
- Sneider, C. y Ohadi, M. (1998). Unraveling students' misconceptions about the Earth's shape and gravity. *Science Education*, 82, pp.265-284.
- Troncoso, C. y Daniele, E. (2003). Las entrevistas semiestructuradas como instrumentos de recolección de datos: una aplicación en el campo de las ciencias naturales. *Ponencia en el XIV encuentro Estado de la Investigación Educativa*, Reduc 2003.
- Trundle, K.C., Atwood, R. y Christopher, J.E. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (7), 633-657.
- Trumper, R. (2003). The need for change in elementary school teacher training - a cross college age. A study of future teachers' conceptions of basic astronomy concepts, *Teaching and Teacher Education*, 19, pp.309-323.

Vosniadou, E.; Skopeliti, I. (2005). Developmental Shifts in Children's Categorizations of the Earth. In B. G. Bara, L. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.), *Proceedings of the XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Italy. pp. 2325-2330.