



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

Instancias problematizadoras en la comprensión del sistema Sol-Tierra-Luna

KARASEUR, F.; DICOVSKIY, E.; IGLESIAS, M.C.; GANGUI, A.

Instancias problematizadoras en la comprensión del sistema Sol-Tierra-Luna

Fernando Ariel Karaseur¹ (fkaraseur@hotmail.com), Esteban Dicovski²
(esteban_dico@yahoo.com.ar), María Cristina Iglesias¹
(maryiglesias@gmail.com), Alejandro Gangui^{1,3} (relat@iafe.uba.ar)

1 Instituto de Investigaciones CeFIEC (Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias), FCEyN, Ciudad Universitaria, Pabellón 2 (1428), Universidad de Buenos Aires, Argentina.

2 Escuela Normal Superior N° 10, Ministerio de Educación, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

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

RESUMEN

En este trabajo presentamos los resultados de una investigación implementada en contexto de enseñanza para las fases de la Luna. La misma fue desarrollada en diferentes Institutos de Formación Docente de la Ciudad de Buenos Aires, con alumnos que cursan la materia Enseñanza de las Ciencias Naturales 3.

En investigaciones recientes, nuestro grupo evidenció ciertas dificultades que se presentan al momento de resolver situaciones que involucran al sistema Sol-Tierra-Luna. Entre estas, destacamos las que se vinculan con pensar la tridimensionalidad del fenómeno y del lugar del observador. También hemos reconocido que la representación de este fenómeno espacial es un problema en sí mismo y suele difundirse con algunas diferencias respecto al modelo científico.

El recorrido propuesto ofrece sucesivas instancias problematizadoras que invitan a los indagados a cuestionar diferentes aspectos del fenómeno y su explicación en dos o tres dimensiones, y donde se pondera la posición del observador. Asimismo, propicia la reflexión respecto del uso de esquemas bidimensionales, y que son tradicionalmente empleados en la enseñanza de este recorte de contenidos.

Los resultados encontrados muestran que los estudiantes llegan a reconocer la necesaria interpretación tridimensional de un fenómeno espacial y en relación con esto plantean también las limitaciones que presentan los clásicos esquemas bidimensionales.

El estudio del sistema Sol-Tierra-Luna es uno de los temas que más se ha beneficiado por el empleo de TICs, especialmente a través del trabajo en aula con simuladores astronómicos gratuitos y libremente disponibles en Internet. Comentaremos varios elementos útiles para su empleo en la

formación docente.

La producción de conocimiento en Didáctica de la Astronomía en nuestro país es escasa, y su articulación con la educación formal es insuficiente. Consideramos que los resultados de esta investigación constituyen valiosos aportes para continuar reflexionando sobre la enseñanza de la disciplina en la formación docente.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la Programación Científica de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, como Grupo de Didáctica de la Astronomía desarrollamos actualmente una línea de trabajo focalizada en las fases de la Luna y en los futuros docentes de nivel primario. Estas elecciones responden al protagonismo del fenómeno durante la observación directa del cielo y la relevancia cultural que presenta históricamente en diversos órdenes, por lo que su estudio puede propiciar la comprensión de algunos conceptos estructurantes para la Astronomía. Traducido todo en una fuerte presencia en los diseños curriculares de Ciencias Naturales de educación primaria en Argentina, se trata de una posibilidad central para articular las prácticas de la educación formal no universitaria con los resultados de la investigación educativa.

Los Institutos de Formación Docente han incorporado, en la última modificación del Plan de Estudios de 2009, la materia Enseñanza de las Ciencias Naturales 3. La misma desarrolla a nivel conceptual, didáctico y epistemológico algunos temas de mecánica clásica y astronomía. En este marco, resulta esencial caracterizar las concepciones que presentan los futuros docentes para que sea sustento del diseño de secuencias de enseñanza que se traduzcan en aprendizajes significativos. Y luego, idealmente, podría esperarse que una mejora cualitativa en su formación se refleje en la implementación de estrategias superadoras y un salto en la formación de los estudiantes de primaria en temas de astronomía y ciencia en general.

En esta línea, nuestro Grupo ha caracterizado las nociones de los futuros docentes en temas generales de astronomía (Gangui, et al., 2008; Gangui, et al., 2010; Gangui, et al., 2011) para luego ahondar en el problema que representa la comprensión global del fenómeno de las fases de la Luna. El resultado del mismo fue la elaboración y puesta en práctica de una indagación que nos permitió reconocer las dificultades propias de una correcta interpretación: ponderar la posición del observador y tener la noción de que se trata de un fenómeno espacial. Ambas son estructurantes para el fenómeno, y lejos de resultar triviales para los futuros docentes, se muestran en modos alternativos de explicación de las fases bien definidos (Dicovski, et al. 2012; Iglesias, et al. 2012). Asimismo hemos reconocido que estas dificultades no son inherentes de los futuros docentes sino que se reproducen a través de diversas manifestaciones culturales, incluso aquellas con fuerte autoridad epistémica en las escuelas: hemos puesto el foco en las interrelaciones que los textos e imágenes de los libros de texto hacen entre sí y con el fenómeno y reconocimos ciertas correspondencias en sus representaciones (Karaseur, 2012).

A partir los trabajos citados avanzamos hacia el armado e implementación de una secuencia de enseñanza de las fases de la Luna para futuros docentes de nivel primario. La misma no pretende enfatizar todos los aspectos del fenómeno sino que busca lograr una comprensión global del fenómeno que ponga el foco en estas dificultades. Bajo un enfoque constructivista donde quienes la llevan a cabo pueden reconocer gradualmente las limitaciones de sus explicaciones iniciales, entre las sucesivas actividades se intercalan dos instancias problematizadoras que se destacan

dentro del recorrido. El objetivo de este trabajo es presentar ambas instancias y los resultados que se desprenden de su puesta a prueba.

LAS INSTANCIAS PROBLEMATIZADORAS

FUNDAMENTOS

Las fases de la Luna son un fenómeno que depende fuertemente de la posición del observador. La forma en que las conocemos se explica solo en relación a nuestra ubicación sobre la Tierra, pensada en tanto cuerpo cósmico (Nussbaum, 1979) que puede estudiarse como parte del sistema Sol-Tierra-Luna (S-T-L). Ya en la abstracción de situarse por fuera de la Tierra, nuestro objeto de estudio puede comprenderse concibiendo no solo además los tamaños y las distancias relativas, sino fundamentalmente los movimientos relativos de estos cuerpos celestes, con énfasis en sus planos y períodos no coincidentes.

Nuestras indagaciones muestran de qué forma los futuros docentes plasman las dificultades (concebir la espacialidad del fenómeno y valorar la posición del observador como determinante) en representaciones alternativas del fenómeno. En cuanto a la primera, las indagaciones muestran que suelen homologar los planos de traslación de la Tierra y la Luna: salvo excepciones la entienden como un fenómeno bidimensional que no presentaría superposición aparente con los eclipses. Dentro de ese plano, se ofrecen explicaciones alternativas al modelo científico para las fases más representativas del ciclo: para ello, los futuros docentes suelen salirse de la necesaria posición del observador sobre la Tierra sin reconocer la contradicción.

El caso más paradigmático es el que asocia la fase nueva con un eclipse lunar (ubicados en una línea de forma S-T-L). Frente a la dificultad posterior de reconocer la ubicación relativa para lograr la fase llena, la posición de la Luna que la mayoría de los indagados mostró correspondió a una disposición S-L-T o bien trasladando a la Luna de otra forma, siempre dentro de ese plano. Si analizamos ambos tipos de respuestas, reconoceremos que pierden la Tierra como lugar desde el cual situarse para observar a nuestro satélite con ese aspecto particular. No solo eso, sino que el nuevo lugar de observación en el que se sitúan corresponde a un lugar en una dirección radial con centro en el Sol e interior a la Luna. Si bien esto sería posible, deja de lado el carácter topocéntrico del fenómeno.

Estas construcciones bidimensionales suelen encontrarse en los libros de texto, a partir de esquemas en ocasiones incompletos que no distinguen los planos de traslación de la Tierra y de la Luna. Por otra parte, las imágenes que se ofrecen de nuestro satélite pueden no ser reales, y en casos extremos relacionando unívocamente la Luna con la noche para cualquier fase sin considerar el hemisferio del observado (Ver Figura 1).

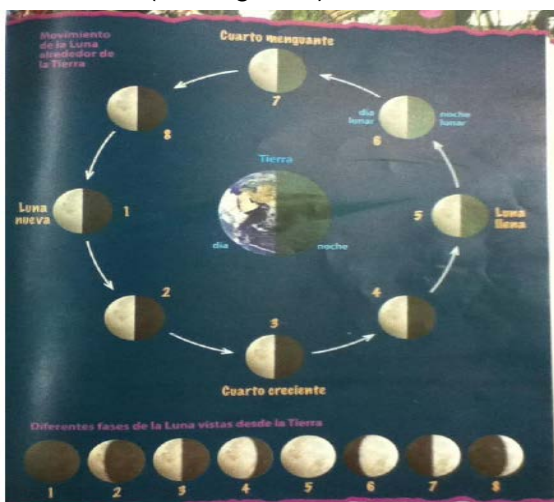


Figura 1. Arriba: un ciclo de fases lunares que corresponde al hemisferio



norte se presenta sin advertencia en libros argentinos, vinculando a la Luna solo con la noche. Izquierda: el carácter

bidimensional del esquema no logra explicar este fenómeno espacial.

Teniendo en cuenta las representaciones de los futuros docentes, el uso que le den a los libros de texto no podría remediar las falencias a menos que modifiquemos sus vínculos con el fenómeno. En este sentido las actividades de nuestra secuencia, y entre ellas las instancias que aquí presentamos, se construyeron de modo que:

-en contexto de investigación debamos homogeneizar todo lo posible las intervenciones docentes. De allí que no se prevean comentarios orales, sino que las propias actividades escritas sean autosuficientes.

-el aprendizaje, como construcción social, resulte de la interpretación conjunta de la información disponible y desplace a los docentes de su posición de autoridad central. De allí que las actividades se resuelvan en parejas.

-las fases de la Luna se conciban como fenómeno topocéntrico que admite una explicación externa a la Tierra con una fuerte componente tridimensional.

-las representaciones que se interpreten o produzcan (imágenes, esquemas o modelos concretos) se identifiquen para un determinado observador y sirvan para apoyar posibles explicaciones verbales.

-permita a los futuros docentes poner en juego los aspectos anteriores partiendo siempre de sus concepciones y siendo reguladores de sus aprendizajes (reconociendo los alcances y limitaciones de sus nuevas interpretaciones). De allí el carácter problematizador de estas instancias.

DESCRIPCIÓN

Las dos instancias problematizadoras que mostraremos tienen como eje las representaciones del fenómeno que los futuros docentes puedan interpretar o elaborar. Éstas se basan en las dificultades que los mismos presentaron en las indagaciones que el Grupo realizó durante la etapa de indagación de ideas.

En la primera de ellas reciben un esquema del sistema Sol-Tierra-Luna desde una posición exterior a la Tierra y diversas imágenes de la Luna en fases llena (A), otras cercanas a la fase nueva (B y C) y creciente (D), en ese orden y sin nombrarlas (Ver Anexos 1 –consigna- y 2 –esquemas e imágenes-). En un sentido estricto, no podríamos mostrar una imagen topocéntrica de la Luna en su fase nueva. Sin embargo, las imágenes fueron seleccionadas de modo que se reconozca que la Luna efectivamente se encuentra allí, esperando que se abra una discusión que supere la teoría del eclipse.

El propósito de esta instancia es comenzar a explicitar que se trata de un fenómeno dinámico que tiene la observación directa como medio privilegiado para su reconocimiento, pero que asimismo admite representaciones desde diversos puntos de observación. Por otra parte, muestra que existen esquemas ampliamente difundidos en el contexto escolar que merecen (re)interpretarse, ya que si bien muestran algunas de sus características, en general su carácter bidimensional anula cualquier correspondencia con el modelo científico de fases y lo confunde con eclipses. En este sentido, se formulan una serie de interrogantes que apuntan a que asocien una determinada imagen con la disposición relativa de los cuerpos celestes del sistema. Así se espera que comiencen a poner en práctica la posibilidad de

estudiar el fenómeno desde varios puntos de observación y que entonces surjan dudas sobre la viabilidad del esquema propuesto.

La imagen A corresponde a una fase donde la Luna se encuentra en el cielo nocturno, por lo que se esperaría que la ubiquen en posición del espacio que corresponda al cielo nocturno terrestre. En particular, si se ubicase en la línea S-T-L, implicaría una primera contradicción con la posibilidad de que la linealidad o la bidimensionalidad determinen el fenómeno. Si fuese ubicada en otra parte de esa zona del espacio, cabría preguntarse desde dónde se situaron para poder verla de esa forma. Entonces para avanzar sobre la caracterización global del fenómeno se presentan las imágenes B y C. En este caso se busca que piensen sobre la fase nueva: esto invita a pensarla en función del momento del día donde podría encontrarse la Luna en el cielo y por lo tanto a situarse sobre la superficie de la Tierra. El análisis no busca, como con la imagen A, que los alumnos reconozcan las limitaciones de los esquemas bidimensionales, cuestión que se retomará en la secuencia más adelante, sino que se presenta de modo que profundice la discusión sobre la bidimensionalidad iniciada con la imagen anterior. Finalmente, proponemos la imagen D para ahondar en la lectura del esquema y las imágenes y poder anticipar el estudio necesario para las actividades siguientes. El análisis sobre la topografía de la Luna o el hemisferio en el que se encuentra el observador escapa a los alcances de esta instancia, de allí que se admitan dos posibilidades de respuesta correcta (momentos 2 o 6).

La siguiente instancia problematizadora (Anexo 3) enfatiza fuertemente el carácter espacial del fenómeno. La misma se aborda mediante el uso de materiales concretos y la provisión de datos sobre los tamaños, distancias relativas del sistema S-T-L y los períodos de traslación y rotación relevantes. En la Primera Parte se espera que puedan representar, en orden, las fases correspondientes a las imágenes D (creciente), nueva (B o C según hayan seleccionado) y llena (A), al mismo tiempo que elaboren un esquema acompañado de su explicación que explicita la posición del observador. En la Segunda Parte llegamos a una instancia en que pueden modelizar el fenómeno, con su carácter dinámico y tridimensional, interpretando un esquema que explicita la diferencia entre los planos de traslación de la Tierra y la Luna (Anexo 4).

La elección de la primera situación (imagen D) responde a que previmos que no presentaría mayores dificultades y ayudaría a los futuros docentes a familiarizarse con el dispositivo y las características relevantes de cada uno de los cuerpos representados. En el segundo y tercer momento de esta Primera Parte, se espera que pongan en juego el análisis realizado en la instancia anterior para dar cuenta de las contradicciones que se podrían haber generado al pensar este fenómeno en forma lineal o bidimensional. Y por otro lado que deban ubicarse en posiciones del observador ya establecidas en los momentos anteriores. Es decir que, al trabajar con cuerpos que efectivamente producen los efectos analizados – sombras, superposiciones, iluminaciones, etc.-, se verán obligados a modificar la disposición de los cuerpos y en todo caso el plano de traslación de la Luna. La entrega del esquema tridimensional en la Segunda Parte tiene como finalidad que reafirmen, completen o corrijan los modelos que hayan planteado en la Primer Parte, de acuerdo al grado de certeza que hayan alcanzado. Este último análisis tiene además la intención de que se reconozcan las ventajas y validez de un esquema tridimensional ante un fenómeno espacial.

RESULTADOS DE PUESTA EN PRÁCTICA

El análisis de los diversos recorridos de los futuros docentes en la secuencia muestra que las instancias problematizadoras favorecen la comprensión significativa del fenómeno. En general esto ocurre de modo que los interrogantes que los propios participantes se formulan frente a determinado conflicto se resuelven a medida que avanzan, a partir de los nuevos problemas o información que la secuencia prevé. La entrega del esquema tridimensional del fenómeno culmina esta progresión, cuyos resultados muestran cómo los futuros docentes cambian sus concepciones alternativas por otras más acordes con el modelo científico con una continuidad gradual.

Los resultados de la primera instancia muestran que los participantes pudieron apoyar cómodamente sus respuestas en la lectura conjunta del esquema y las imágenes. Por un lado, la falta de dificultades explícitas para entender el esquema bidimensional demuestra con cuánta frecuencia suelen encontrarlo. Y las imágenes se corresponden a observaciones que podría hacer un observador terrestre, por lo cual pudieron apelar a su experiencia para reconocerlas.

La mayoría de los participantes asegura que la Imagen A se corresponde con el momento 4 del ciclo lunar. El argumento principal del que se valen es que esa imagen de la Luna se encuentra de noche y situados desde la superficie terrestre esa opción es viable. Este análisis, resultado del intercambio de opiniones dentro de la pareja, demora en surgir y se acompaña generalmente de primeras dudas sobre la viabilidad del esquema, en general respecto a la posibilidad de que esa configuración represente en realidad un eclipse.

Sobre la dicotomía entre las imágenes B o C, todos los participantes eligen la opción B apoyados primordialmente en el cielo diurno del observador terrestre. Es conocido que la Luna suele asociarse culturalmente con el cielo nocturno, aunque esto no siempre sea así. Por otro lado, nuestras indagaciones anteriores mostraron que la teoría del eclipse es frecuente para explicar la fase nueva. En esta instancia se nota la presencia de ambas ideas tan arraigadas (Ver Figura 2) cuando algunos grupos plantean sus dudas acerca de la elección o bien se preguntan cómo encontrar una "Luna nueva de noche". En sentido hacia la comprensión del fenómeno, continua presente la discusión explícita sobre el plano de la órbita lunar.

a. ¿Están de acuerdo con la siguiente afirmación?: "La imagen A se corresponde con el momento 4 del ciclo lunar".

Imagen	Explicación propuesta (Tachar lo que no corresponda y explicar)	Otros comentarios que consideren importantes
A	<p>Esta imagen SI <input checked="" type="checkbox"/> corresponde al momento 4 del ciclo.</p> <p>Expliquen qué tuvieron en cuenta, de la imagen y del esquema, para la elección.</p> <ul style="list-style-type: none"> Desde la Tierra se observa la cara de la Luna totalmente iluminada (Luna Llena). El esquema nos generó dudas para la explicación, ya que al ser un plano en el momento 4 la Luna no podría estar iluminada por que la tierra taparía los rayos solares. 	<p>• En el esquema no pudimos visualizar cuando se ve una nueva de noche</p>

Figura 2: Los primeros análisis del esquema ya critican su bidimensionalidad y ponen en juego la teoría del eclipse.

Durante el análisis de la Imagen D los futuros docentes optan por una posición que implique un cielo nocturno para el observador. Habiendo optado por el momento 4 para la Imagen A, en este caso se inclinaron por los momentos 3 o 5 (Ver Figura 3). Cabría preguntarse entonces por qué no reconocen los momentos 2 o 6 como correctos. La respuesta podría encontrarse primeramente en la dificultad de imaginar la observación posible desde la superficie terrestre. Con peso aún mayor, es posible que para elaborar sus respuestas no haya sido significativo considerar los períodos de los movimientos de traslación lunar ni rotación terrestre. Caso contrario, podrían reconocer la posibilidad de encontrar la Luna en fase creciente tanto en el cielo diurno como nocturno para configuraciones S-T-L formando un ángulo prácticamente recto.

Imagen seleccionada	Explicación propuesta
D	<p>El momento del ciclo <u>305</u> corresponde a la imagen D.</p> <p>Expliquen qué tuvieron en cuenta, de la imagen y del esquema, para la elección.</p> <p>Tuvimos en cuenta que la vista es nocturna, y en las fases de la luna los momentos en que la Tierra se encuentra de noche en y la luna está iluminada con 3, 4, y 5. El momento 4 es luna llena, por eso se descartó.</p>

Figura 3: La respuesta usual para determinar la fase creciente según la Imagen D destaca el cielo nocturno como argumento.

La instancia de trabajo con materiales concretos se mostró como superadora en tanto que permitió ahondar el análisis anterior y reformular sus interrogantes y respuestas.

La modelización de la Luna en fase creciente no presentó mayores dificultades y entusiasmó a los participantes en el trabajo con materiales. A diferencia del trabajo con la imagen D y el esquema, pudieron llegar a una disposición correcta de los cuerpos celestes. Ya desde esta instancia colocaron palillos que representaron observadores, lo que muestra cómo incorporan este aspecto como elemento central del fenómeno.

Las discusiones siguientes sobre la modelización de las fases nueva y llena se vieron determinadas por los interrogantes sobre el plano de traslación de la Luna. Las configuraciones lineales les producían eclipses, lo que profundizó las críticas hacia el esquema bidimensional (Ver Figura 4). Dada esta situación, los participantes buscaron respuestas alternativas a las lineales, generalmente con la disposición relativa S-T-L ya resuelta para cada caso. Entonces encontraron respuestas que subían o bajaban a la Luna de la línea S-T, ya sea estáticas (sin pensar en el movimiento de traslación – Figura 5-) o bien dinámicas (recién en la última consigna, ya sea reconociendo la inclinación del plano de la Luna o disponiéndolo paralelo a la eclíptica –Figura 6-).

En el esquema se representa lo que experimentamos con los materiales que nos proporcionaron, pero el esquema no coincide con el modelo de los fases de la luna que nos suministraron, si representáramos tal cual el modelo, no existiría luna llena, estaríamos en presencia de un eclipse porque los tres están alineados, por ende la luna estaría oscura.

Figura 4: En la etapa de modelización las críticas hacia el esquema bidimensional se profundizan.

Fase nueva

Aclaren si quedaron dudas respecto a la ubicación de la Luna y el momento del día.

Si la luna en la fase nueva se encuentra alineada con la tierra y el sol produce sombra sobre la tierra. Por lo cual, debería ubicarse en otra posición.

Figura 5: El uso de materiales concretos lleva a los participantes a descartar configuraciones lineales.

Fase llena

Aclaren si quedaron dudas o aparecieron conflictos respecto a la ubicación de la Luna.

Generó dudas el modelo sobre la inclinación del plano de la órbita: si la luna gira paralelamente al hemisferio norte, al sur o se encuentra inclinado.

Figura 6: Las dudas sobre el plano de traslación lunar se explicitan de formas variadas.

En esta instancia, el esquema tridimensional provisto en la Segunda Parte logró aclarar la disposición del plano definida anteriormente y abre la discusión en algunos casos sobre su inclinación absoluta en el espacio a medida que T-L se trasladan (lo que de alguna forma muestra que se empiezan a pensar los eclipses como casos particulares dentro de la dinámica S-T-L) (Ver Figura 7).

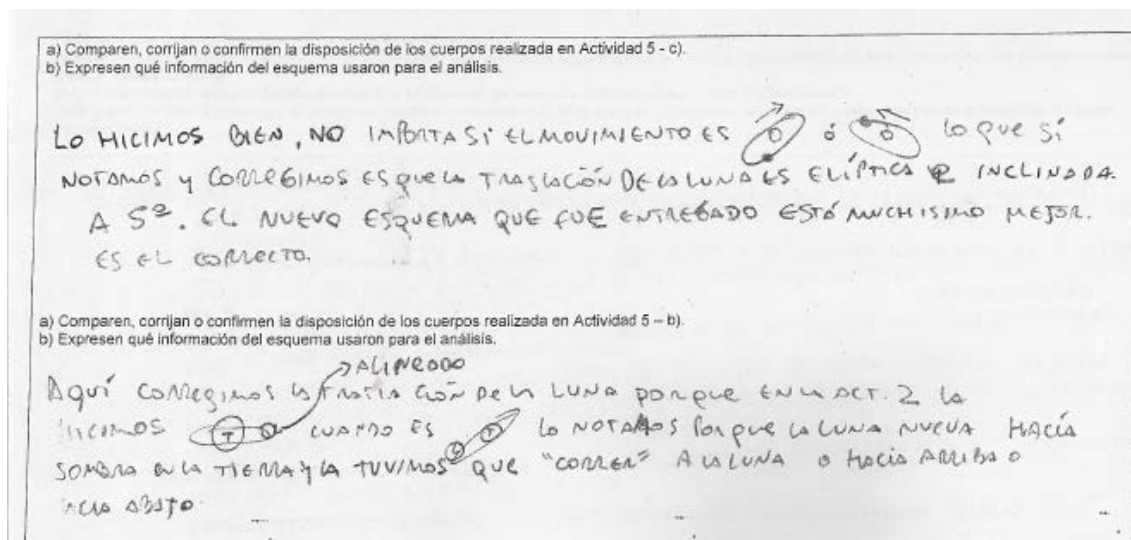


Figura 7: Ideas expresadas luego de la provisión de un esquema tridimensional.

A MODO DE SINTESIS

En el presente trabajo hemos avanzado en la descripción de algunos resultados devenidos de la implementación de dos instancias problematizadoras para la comprensión del fenómeno de las fases de la Luna. A partir de los mismos se observa que las instancias resultan efectivas para que los futuros docentes avancen en la comprensión del fenómeno en un marco constructivista que tenga en cuenta las dificultades subyacentes detectadas durante la etapa de indagación. En este sentido, el trabajo conjunto entre imágenes y esquemas propicia primeros intercambios que luego son reelaborados en la etapa de modelización. Consideramos central no solo la posibilidad de la observación directa del cielo sino que ponderamos el grado con que la información gráfica o el uso de material concreto pueden complementar cualquier expresión verbal, aportando a la comprensión de fenómenos espaciales como éste.

Instancias como éstas, inscriptas dentro de una secuencia de enseñanza completa que considere los conceptos estructurantes relevantes, podrían ofrecer aportes significativos a la formación en temas de astronomía en un sentido amplio y particularmente en el conocimiento de las fases de la Luna.

BIBLIOGRAFIA

M. Iglesias, E. Dicovski, F. Karaseur, J. Cabrera, E. Godoy y A. Gangui, *La explicación de las fases de la Luna en docentes de primaria en formación: aportes para la reflexión* en Actas del SIEF-11, Simposio de Investigación en Educación en Física, selección de trabajos publicada en E-book, J. M. Martínez et al. (comp). Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco", 2012. Pp. 273-286, 14 mayo 2013. ISBN 978-987-1937-12-7 <http://www.apfa.org.ar/pgm/d/?q=node/35>

- S. García Barros. y I. Martínez Losada. (2014). La importancia de las habilidades cognitivo-lingüísticas asociadas al estudio de la Astronomía desde la perspectiva del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), pp. 179-197. <http://ddd.uab.cat/record/116592?ln=es>

F. Karaseur, Los obstáculos en la comprensión de fenómenos astronómicos en el uso de libros de texto, en Actas de las III Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Investigadores/as en Formación en Educación, Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires, 2012. <http://iice.institutos.filo.uba.ar/actas>

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. [Versión electrónica]. *Revista Alambique* 42.

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, Nº 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.

Dicovski Esteban, Iglesias María C, Karaseur Fernando, Cabrera Julio, Godoy Elina, Gangui Alejandro. La explicación de las fases de la luna en docentes de primaria en formación: aportes para la reflexión1. Simposio de Investigación en Educación en Física – SIEF XI –APFA. Esquel 2012

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

Iglesias María C, Dicovski Esteban, Karaseur Fernando, Cabrera Julio, Godoy Elina, Gangui Alejandro. La explicación de las fases de la luna en docentes de primaria en formación: aportes para la reflexión. "III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales". UNLP. 2012

Nussbaum, J. (1989). 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.

Pozo, J.I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), pp. 513-520.

Sneider, C. y Ohadi, M. (1998). Unraveling students' misconceptions about the Earth's shape and gravity. *Science Education*, 82, pp.265-284.

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.

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.

ANEXOS

Cada parte de cada instancia (a, b, c) se entregó en hojas distintas junto con los recursos que menciona, una vez finalizada la inmediatamente anterior. Los participantes reciben los recuadros de modo que ocupan todo el espacio disponible de la página.

Anexo 1

Primera instancia – en grupo.

Ustedes recibirán imágenes de diferentes fases de la Luna. Estas imágenes fueron tomadas desde la superficie de la Tierra. Les pedimos que las observen atentamente. También recibirán un esquema que representa el ciclo de las fases de la Luna para un observador ubicado en el espacio exterior. En este esquema, de los ocho momentos representados, se destacan los cuatro más representativos del ciclo.

Luego de observar las imágenes y el esquema, les pedimos que resuelvan algunas consignas.

a. ¿Están de acuerdo con la siguiente afirmación?: “La imagen A se corresponde con el momento 4 del ciclo lunar”.

Imagen	Explicación propuesta (Tachar lo que no corresponda y explicar)	Otros comentarios que consideren importantes
--------	--	--

A	<p>Esta imagen SI / NO corresponde al momento 4 del ciclo.</p> <p>Expliquen qué tuvieron en cuenta, de la imagen y del esquema, para la elección.</p>	
----------	--	--

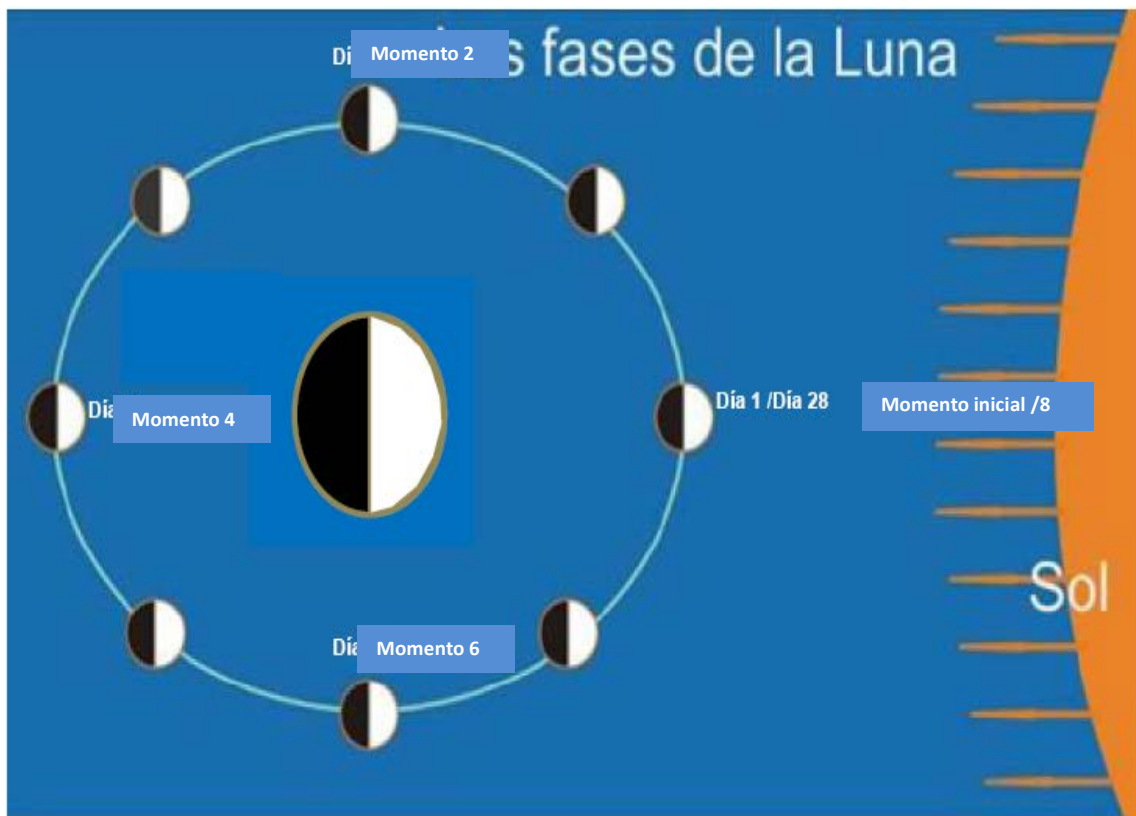
b. Seleccionen una imagen, entre la **B** y la **C**, que se corresponda con el momento inicial del ciclo lunar.

Imagen seleccionada	Explicación propuesta (Tachar lo que no corresponda y explicar)	Otros comentarios que consideren importantes
B / C	<p>La imagen B / C se corresponde con el momento inicial del ciclo lunar.</p> <p>Expliquen qué tuvieron en cuenta, de la imagen y del esquema, para la elección.</p>	
<p>¿Por qué descartaron la otra imagen?</p>		

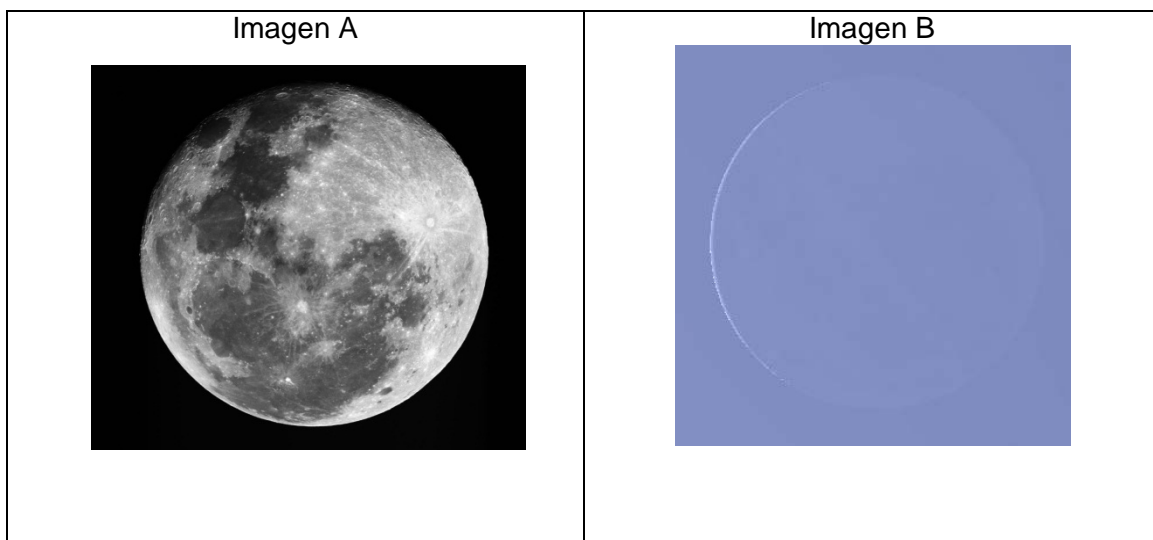
c. De los seis momentos restantes representados en el esquema (**momento 2, 6 o cualquiera de los intermedios**), indiquen cuál se corresponde con la imagen **D**:

Imagen seleccionada	Explicación propuesta	Otros comentarios que consideren importantes
D	<p>El momento del ciclo_____ corresponde a la imagen D.</p> <p>Expliquen qué tuvieron en cuenta, de la imagen y del esquema, para la elección.</p>	

Anexo 2



Esquema que representa el ciclo de la Luna. Su duración es de unos 28 días, aproximadamente. Los tamaños y distancias no están a escala.





Anexo 3

Segunda instancia– en grupo.

Presentación

Para avanzar en la explicación de las fases, se espera que, con la fuente de luz y las esferas, representen este fenómeno en el orden que se les va a proponer. Para ello utilicen como información de base el esquema entregado en la Actividad 3.

Tengan en cuenta desde dónde se está observando, si desde la superficie de la Tierra o desde el espacio exterior. Para ayudarse, coloquen un palillo para representar a una persona ubicada en algún lugar de la superficie de la Tierra.

Para el armado de las tres situaciones tengan en cuenta los siguientes datos aproximados:

-Distancia Tierra-Luna: aprox. 400.000 km	
Tierra-Sol : aprox. 150.000.000 km	(Relación aprox. : 375 veces)
- Rotación de la Tierra:	1 día
- Traslación de la Luna alrededor de la Tierra :	aprox. 28 días
- Diámetro de la Tierra: aprox. 13000 km	
- Diámetro de la Luna: aprox. 3500 km	(Relación aprox. : 4 veces)

Primera parte –

- a) Representen con los materiales la fase creciente (Imagen D, momento 2).
Luego dibujen un esquema que muestre cómo ubicaron la Tierra, la Luna y desde dónde llegan los rayos del Sol.

Fase creciente

b) Representen con los materiales la fase nueva (Imagen B/C, momento inicial). Luego, hagan un esquema que muestre cómo ubicaron la Tierra, la Luna y desde dónde llegan los rayos del Sol. Realícenlo ubicándose de costado, frente a los tres cuerpos.

Fase nueva

Aclaren si quedaron dudas respecto a la ubicación de la Luna y el momento del día.

c) Representen con los materiales la fase llena (Imagen A, momento 4). Luego, hagan un esquema que muestre cómo ubicaron la Tierra, la Luna y desde dónde llegan los rayos del Sol. Realícenlo ubicándose de costado, frente a los tres cuerpos.

Fase llena

Aclaren si quedaron dudas o aparecieron conflictos respecto a la ubicación de la Luna.

Anexo 4

Segunda parte -

Recibirán un nuevo esquema que representa el ciclo de las fases de la Luna para un observador ubicado en el espacio exterior. Observen el esquema y analícenlo teniendo en cuenta la nueva información que aporta. Luego, escriban sus respuestas en los recuadros:

a) Comparen, corrijan o confirmen la disposición de los cuerpos realizada en Actividad 5 - c).

b) Expresen qué información del esquema usaron para el análisis.

a) Comparen, corrijan o confirmen la disposición de los cuerpos realizada en Actividad 5 - b).

b) Expresen qué información del esquema usaron para el análisis.

ESQUEMA DE ORBITA DE LA LUNA EN EL SISTEMA Sol-Tierra-Luna

