

El estudio de las fases de la Luna como recurso didáctico para la enseñanza del tema luces y sombras en un curso introductorio de física universitaria

EDUCATIO PHYSICORVM



ISSN 1870-9095

Silvia C. Morales, Miriam M. Scancich, Marta S. Yanitelli
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Avenida Pellegrini 250, C.P. 2000, Rosario, Argentina.

E-mail: morales@fceia.unr.edu.ar

(Recibido el 27 de marzo de 2024, aceptado el 15 de mayo de 2024)

Resumen

Los eventos vinculados a la Astronomía resultan motivadores para aproximar a los estudiantes a las Ciencias, en particular a la Física. Desde esta perspectiva, en el marco de la actividad curricular Introducción a la Física, de primer año de las carreras de ingeniería y agrimensura de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, se consideró relevante incorporar actividades de aprendizaje que se vinculen con la Astronomía. En este artículo se presenta una propuesta que relaciona el estudio del tema luces y sombras de la unidad Óptica Geométrica con las fases de la Luna, fenómeno astronómico que puede percibirse a través de los sentidos. Las observaciones realizadas durante medio ciclo lunar se recopilan en un mapa del cielo. Los registros obtenidos se verifican y analizan mediante el software Stellarium. Se espera promover la conceptualización de contenidos sobre propagación rectilínea de la luz.

Palabras clave: Óptica Geométrica; Fases de la Luna; Propuesta didáctica; Nivel básico universitario.

Abstract

Events related to Astronomy are motivating for bringing students closer to science, particularly Physics. From this perspective, in the framework of the curricular activity Introduction to Physics, in the first year of the engineering and surveying degrees of the Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura of the Universidad Nacional de Rosario, Argentina, it was considered relevant to incorporate learning activities that are linked to Astronomy. This article presents a proposal that relates the study of light and shadow in the Geometric Optics unit to the phases of the Moon, an astronomical phenomenon that can be perceived through the senses. The observations made during half a lunar cycle are compiled on a map of the sky. The obtained records are verified and analyzed using Stellarium software. It is expected to promote the conceptualization of content on rectilinear propagation of light.

Keywords: Geometric Optics; Phases of the Moon; Teaching proposal; Basic university level.

I. INTRODUCCIÓN

A fin de disponer de recursos didácticos específicamente diseñados para nuevos tiempos, diferentes estudiantes, contextos socioculturales dinámicos e intereses variados, en el marco de la actividad curricular Introducción a la Física que se desarrolla en el primer año de las carreras de ingeniería y agrimensura de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, se considera relevante incorporar actividades de aprendizaje en las que los contenidos de Física se vinculen con otras Ciencias, así como también que incluyan el uso de herramientas digitales.

Esto nos llevó a plantear una propuesta que se muestra como orientadora en tanto instrumento de conocimiento y motivadora dado que se relaciona el estudio del tema luces y sombras, correspondiente a la Unidad 4 Óptica Geométrica [1] de la actividad curricular, con uno de los fenómenos

astronómicos que más se repite y que puede percibirse a través de los sentidos como lo es el de las fases de la Luna. Según [2] “Comenzar a percibir el cielo y su diversidad (objetos y procesos, cambios y permanencias, lejanía y vecindad, eternidad e inmediatez, etc.) es quizás una de las experiencias vitales más profundas, que nos hacen tomar conciencia de nuestra efímera existencia y pequeño lugar en el universo, revalorizando y fortaleciendo la belleza de lo que podemos generar, como individuos y como sociedad, al compartir con otros lo que vamos construyendo”.

Salir del aula para realizar observaciones astronómicas a ojo desnudo; efectuar registros y mediciones e interactuar activamente con lo que el cielo nos ofrece en cada momento: luz, sombras, objetos, cambios; compartir aprendizajes en forma colaborativa y solidaria y utilizar un software libre y de código abierto con amplia capacidad para explorar aspectos relacionados con la Astronomía, constituyen los principales aspectos que motivaron el planteo de la propuesta didáctica que se desarrolla en el presente trabajo.

II. JUSTIFICACIÓN

La Astronomía es y ha sido un área de especial interés en gran parte de la población. Los planetas, estrellas y demás cuerpos celestes despiertan enorme curiosidad, cuestionamientos, formulación de preguntas y con ellas, la búsqueda incansable de respuestas y, sobre todo, la revisión de nosotros mismos, de nuestro lugar en el Universo [3]. De acuerdo al documento [4] del Ministerio de Educación de Córdoba, Argentina, los temas vinculados a la Astronomía resultan muy motivadores para los estudiantes, por lo que se presentan como ideales para que se aproximen a las Ciencias, en particular a la Física. Por su parte, [5] consideran que la propuesta de situaciones didácticas relacionadas con el área de astronomía, puede contribuir al aprendizaje de contenidos de física básica.

En este sentido desde la actividad curricular Introducción a la Física se consideró relevante, al elaborar el material de trabajo para el aula relacionado con Óptica Geométrica, incluir situaciones vinculadas a la Astronomía entre las actividades de aprendizaje correspondientes al tema luces y sombras. Así, a partir del estudio de los eclipses de Sol y de Luna se promovió la conceptualización sobre la propagación rectilínea de la luz y la modelización de la luz en forma de rayos que salen de una fuente extensa para explicar la formación de sombra y penumbra. También al abordar el tema la luz a través de obstáculos con agujeros se recurrió al análisis de la luz que pasa por los huecos que quedan entre las hojas de los árboles durante la fase parcial de un eclipse de Sol, donde, cada uno de ellos proyecta la imagen del Sol eclipsado en el suelo. Lo que hace de este efecto una imagen espectacular es que cada árbol proyecta decenas de imágenes con forma de mini medias lunas, o mini eclipses, en el suelo (Figura 1).



FIGURA 1. Eclipse en la Ciudad de San Juan, Argentina, 14/12/2020 14:17 horas.

Con la intención de continuar incorporando situaciones que pueden ser de interés para los estudiantes, se planteó una actividad de aprendizaje en base a las fases de la Luna,

fenómeno astronómico que es fácil de observar a ojo desnudo. Esta actividad no sólo permite profundizar en la vinculación de la Física con la Astronomía sino también aplicar conocimientos de geometría euclidiana, con representaciones gráficas que incluyen a la recta como ente matemático. Asimismo, el recurso digital utilizado en esta propuesta, Stellarium, estimula el desarrollo de la imaginación y la creatividad a partir de las posibilidades de exploración que brinda.

Cabe mencionar que en la actividad curricular Introducción a la Física se adopta la modalidad de taller como medio de acceso al conocimiento; es decir que, a través de la propuesta de actividades de aprendizaje se promueven la articulación de instancias de producción con otras de reflexión y/o conceptualización, la discusión en grupo y la realización de tareas conjuntas que implica la toma de decisiones autónomas y compartidas. Además, se incorporan elementos de metacognición a fin de que los estudiantes logren expresar sus ideas claramente y se hagan conscientes de ellas. Trabajar explícita y sostenidamente sobre la metacognición trasciende el ámbito de los conocimientos conceptuales [6] para referirse al grado de conocimiento que el estudiante tiene sobre sí mismo, sobre los requerimientos de la tarea y sobre su propio proceso de aprendizaje, lo cual supone que posea una buena dosis de conciencia y de reflexión respecto a esos aspectos.

III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Ausubel citado en [7] propone que una de las condiciones para que ocurra el aprendizaje significativo es que el material a ser aprendido debe ser relacionable o incorporable a la estructura cognitiva del estudiante de manera no arbitraria y no literal. Un material con esta característica se considera potencialmente significativo. Esta condición implica, además, que el estudiante disponga de las ideas ancla adecuadas en su estructura cognitiva. Por otra parte, para que la información que se le presenta pueda ser comprendida es necesario que los contenidos tengan significatividad lógica y psicológica. La significatividad lógica se refiere a la naturaleza, a la coherencia interna del contenido. La información debe ser presentada de manera clara y organizada, destacando los aspectos claves y su relación ordenada con otros contenidos que son complementarios. Y la significatividad psicológica implica que los contenidos sean adecuados al nivel de desarrollo y conocimientos previos de los estudiantes.

Asimismo, en la búsqueda de respuestas sobre cómo promover situaciones o actividades que favorezcan la comprensión de la Óptica Geométrica, el uso de los recursos tecnológicos se presenta como una posibilidad significativa para la interacción y construcción de este conocimiento. En función de la actividad de aprendizaje propuesta, el software libre Stellarium, en tanto Objeto Virtual de Aprendizaje, OVA [8] constituye un recurso de amplia capacidad para explorar las fases de la Luna. De acuerdo con [9] el recurso, en sí mismo, no es necesariamente una herramienta desarrollada para la enseñanza; lo que lo convierte en un instrumento para la enseñanza es la mirada que se le puede dar. El programa permite al usuario realizar ajustes

personalizados involucrando el registro y la sistematización de los datos, rodeado de un contexto que exige la comprensión de ciertos conceptos científicos.

IV. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta se basa en el estudio de las fases de la Luna, aplicando conceptos de Óptica Geométrica relativos a la luz y a las sombras. Para ello se recurre al análisis de observaciones astronómicas recopiladas por los estudiantes, a través de un mapa del cielo, en el transcurso de dos semanas (medio ciclo lunar) y a su posterior verificación utilizando el software Stellarium.

Se espera favorecer la asimilación de los conceptos mencionados a través del planteo de una actividad que contempla la interacción con conocimientos asociados a la Astronomía y a la Geometría, en un contexto real, generando de este modo una muy buena oportunidad de mostrar a la ciencia como construcción humana.

Se prevén cuatro fases: Fase de inicio, Fase de desarrollo, Fase de cierre, Fase de evaluación.

A. Fase de inicio

Previo a la toma de datos por parte de los estudiantes, es importante retomar los temas de Óptica Geométrica involucrados en esta actividad: propagación rectilínea de la luz, iluminación de un cuerpo con una fuente extensa, luces y sombras, modelo de rayo luminoso. Así como también indagar sobre el conocimiento general que tienen los estudiantes acerca de las fases de la Luna, mapa del cielo, esfera celeste, entre otros.

A.1 Relacionando los contenidos de Óptica Geométrica con los de Astronomía

En base a lo abordado en el tema luces y sombras es importante observar cómo al iluminar una esfera, la dirección de iluminación respecto a la de visualización provoca el fenómeno de “fase”. Para ello se ilumina con una fuente extensa -celular, linterna- una esfera, que puede ser de poliestireno expandido, con el fin de distinguir zonas de luz, sombra y penumbra sobre la esfera (Figura 2).



FIGURA 2. Visualización del fenómeno de “fase” a partir de la iluminación de una esfera.

En este momento es conveniente reflexionar sobre:

- 1 La dirección de iluminación utilizando el modelo de rayo luminoso.
- 2 Fuente luminosa extensa; en nuestro caso, el Sol.
- 3 La formación de sombra y penumbra. La zona de sombra formada por los rayos más externos de la fuente y la de penumbra por los rayos más internos de la misma. Así se puede apreciar un cono de sombra entre el cuerpo opaco (como puede ser la Luna) y la zona de sombra y otro de penumbra entre el cuerpo opaco y la zona de penumbra (Figura 3).
- 4 El fenómeno de “fase” a partir de la iluminación de una esfera.

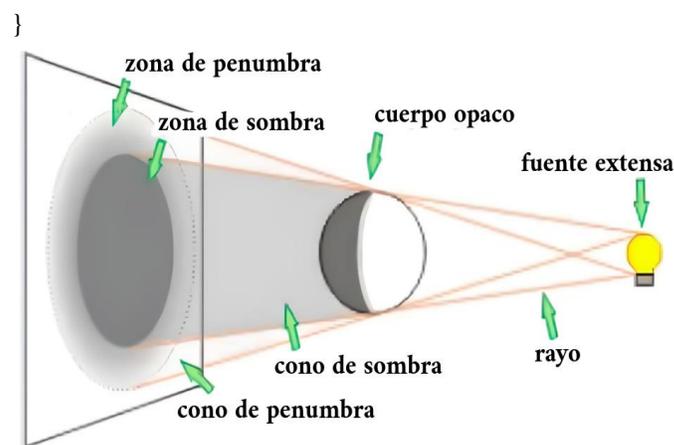


FIGURA 3. Iluminación de un cuerpo opaco por una fuente luminosa extensa. Imagen extraída de https://ricuti.com.ar/no_me_salien/ondas/Op_luz_rayos.html

A continuación, se describen brevemente las fases y las fases intermedias de la Luna que son consecuencia del cambio gradual en su iluminación. Las fases se denominan Luna nueva, cuarto creciente, Luna llena y cuarto menguante. También se producen fases intermedias conocidas como: creciente cóncava, creciente convexa, menguante convexa y menguante cóncava (Tabla I).

TABLA I. Fases de la Luna.

Fase	Descripción	Imagen
Luna Nueva	Es la primera fase del ciclo lunar y el satélite apenas puede percibirse. Esto sucede porque la parte de la Luna que mira hacia la Tierra no está iluminada por el Sol. En esta etapa, la Luna sale y se pone al mismo tiempo que el Sol, entre las 6 a.m. y las 6 p.m. Después de esta fase la iluminación del satélite va siendo cada vez mayor.	
Creciente Cónca	En el hemisferio norte aparece iluminada de forma gradual por el lado derecho y en el hemisferio sur por el lado izquierdo, desde la Luna nueva hasta que se ilumina casi la mitad del satélite. La Luna puede percibirse durante el día y se oculta antes de la medianoche astronómica.	
Cuarto Creciente	En esta fase se puede ver la mitad de la Luna iluminada por el lado derecho, en el hemisferio norte, y a la inversa en el hemisferio sur. Es visible especialmente por la tarde hasta la primera mitad de la noche.	
Creciente Convexa	También conocida como gibosa creciente, la Luna toma poco a poco forma convexa que aumenta progresivamente con el paso de los días. Es visible durante la tarde y gran parte de la noche.	
Luna Llena	Denominada también plenilunio, sucede cuando la cara de la luna que apunta hacia la Tierra está iluminada por el Sol en su totalidad. En esta fase la Luna se puede ver durante toda la noche desde nuestro planeta.	
Menguante Convexa	O gibosa menguante, sucede cuando la parte luminosa de la Luna comienza a disminuir progresivamente, en el hemisferio norte de derecha a izquierda y a la inversa en el hemisferio sur. En esta fase, la Luna es visible gran parte de la noche y al amanecer.	
Cuarto Menguante	La mitad de la Luna está iluminada por el lado izquierdo en el hemisferio norte y en el hemisferio sur por el lado derecho. Es visible especialmente durante la madrugada y parte de la mañana.	
Menguante Cónca	Es la última fase antes de que inicie nuevamente un ciclo con la Luna nueva. Se puede apreciar cóncava con una parte mínima del lado izquierdo de la luna iluminada en el hemisferio norte y a la inversa en el hemisferio sur. En esta etapa la Luna se ve a última hora de la madrugada y parte del día.	

El ciclo completo, denominado lunación, es de 29,53 días, durante el cual la Luna pasa del novilunio, cuando no es visible desde la Tierra, al plenilunio en el que la Luna se percibe como un disco iluminado. En la Figura 4, de izquierda a derecha, se presentan las fases de la Luna

percibidas desde dos puntos de vista: desde el movimiento de traslación del satélite con respecto a la Tierra (arriba) y desde el cielo en el hemisferio norte (abajo).

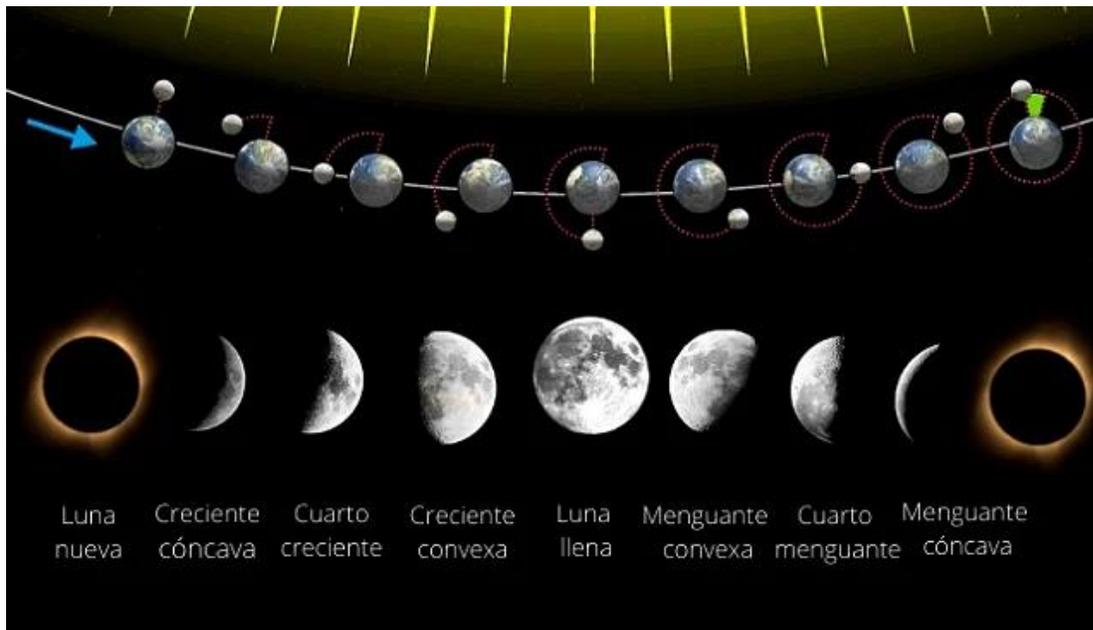


FIGURA 4. Fases de la Luna. Imagen extraída de <https://www.calendarr.com/mexico/fases-de-la-luna/>.

A.2 Mapa del cielo

También llamado carta estelar, atlas estelar o mapa de estrellas, es un plano del cielo nocturno, que se obtiene a partir de la proyección estereográfica la cual permite reproducir la esfera celeste sobre el plano del horizonte. Los astrónomos dividen estos mapas mediante una retícula para utilizarlos más fácilmente y así identificar y localizar objetos astronómicos tales como estrellas, constelaciones y galaxias.

En la Figura 5 se muestra el mapa del Cielo que utilizarán los estudiantes, donde se indican los astros que pueden ser claramente identificables desde la ciudad de Rosario-Argentina, y que se tomarán como referencia para determinar la posición de la Luna. Dicho mapa se confeccionó configurando el software Stellarium.

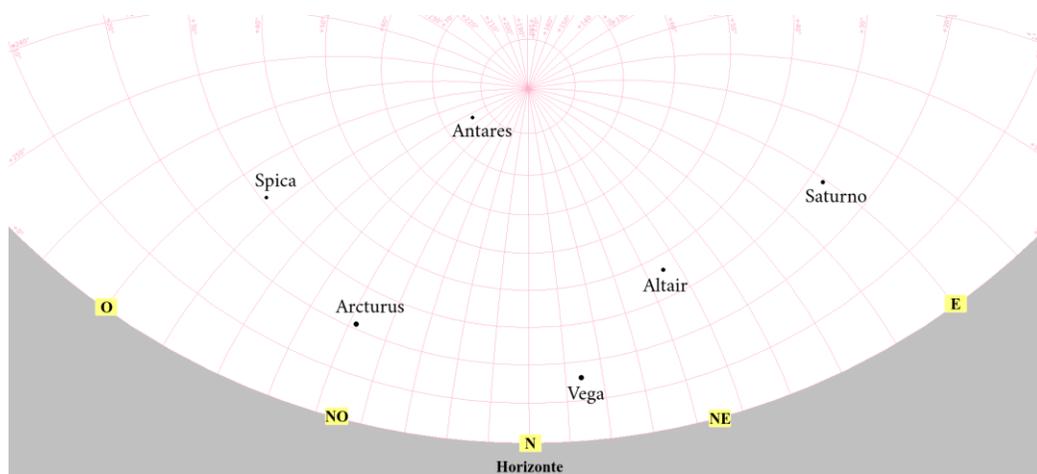


FIGURA 5. F Mapa del cielo de la ciudad de Rosario en la dirección Norte correspondiente al día Junio 14, 2022.

En relación a la esfera celeste, se trata de una esfera ideal, sin radio definido, concéntrica con el globo terrestre, en la cual aparentemente se mueven los astros, Figura 6. De la misma manera que en la esfera terrestre, existen en la esfera celeste paralelos y meridianos, de forma que podemos ubicar y localizar cualquier astro mediante sus coordenadas. La intersección de la vertical de un lugar con la esfera celeste se

asocia a dos elementos relevantes de ésta; el Cenit que es el punto más alto en el cielo en relación con el observador y se encuentra justo sobre la cabeza de éste y el Nadir que se encuentra sobre esa recta, por debajo de sus pies. Se identifican, respectivamente, con las letras Z y N en la Figura 6.

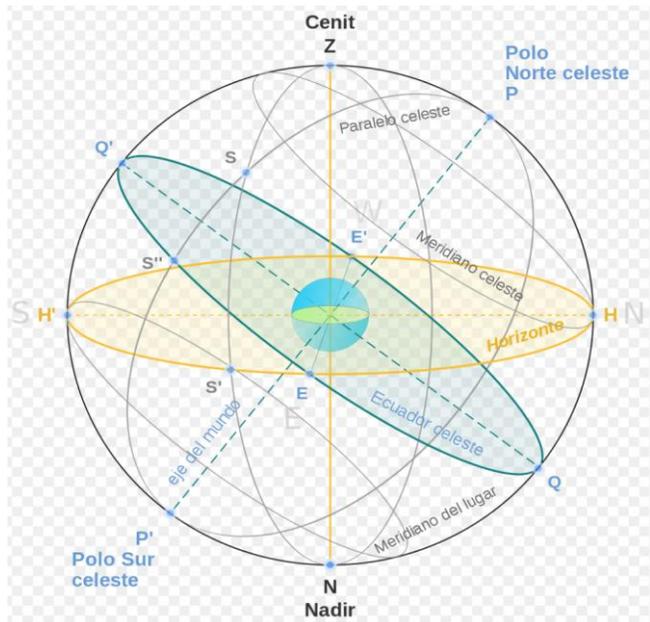


FIGURA 6. Esfera celeste. Imagen extraída de https://es.wikipedia.org/wiki/Proyecci%C3%B3n_estereogr%C3%A1fica

Un ejemplo de proyección estereográfica es el que se observa en la Figura 7 donde se representa la posición del Sol sobre el plano del horizonte en un momento dado y en la cual se indican las coordenadas, azimut y altura solar. El azimut es el ángulo medido en el sentido horario, a partir del Norte hasta la proyección del plano vertical de esa posición del Sol en el plano circular cerrado por el horizonte. La altura solar es el ángulo formado por el rayo de Sol con su proyección en el plano horizontal. La posición del Sol en un punto determinado sobre la superficie terrestre varía dependiendo del día, de la hora y de la época del año.

A.3 Descripción del cielo nocturno

Se prevé una observación guiada del cielo nocturno de la ciudad de Rosario, en la dirección Norte, los días

correspondientes a la toma de datos, a fin de identificar los astros más brillantes: la estrella Antares de la constelación Escorpio, la estrella Spica de la constelación Virgo, la estrella Arturo de la constelación El Boyero, la estrella Altair de la constelación Del Águila, la estrella Vega de la constelación de Lyra y el planeta Saturno, como se muestra en la Figura 5. Estos astros, que se utilizarán como marcadores para determinar la posición de la Luna en el cielo y registrarla en el mapa, son visibles en la época del año mencionada, incluso en las condiciones actuales de alta contaminación lumínica.

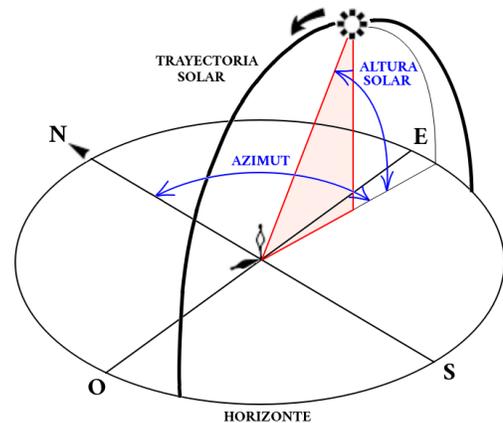


FIGURA 7. Proyección de la posición del Sol sobre el plano del horizonte en un momento dado.

A.4 Uso del software Stellarium

Stellarium es un software libre disponible para los principales sistemas operativos que permite simular un planetario en la pantalla de la computadora. Se puede calcular la posición del Sol, la Luna, los planetas, las constelaciones y las estrellas. Además simula el cielo, de acuerdo a la localización y tiempo del observador, y algunos fenómenos astronómicos, tales como lluvias de meteoros, eclipses lunares y solares. En la Figura 8 se presenta la pantalla de inicio del software Stellarium versión 0.21.1 sin realizar los ajustes necesarios para la toma de datos.



FIGURA 8. Pantalla de inicio del software Stellarium versión 0.21.1.

En la Figura 9 se puede observar la configuración del cielo nocturno correspondiente al día 14 de Junio de 2022. El primer paso es el ajuste de la fecha y la hora del lugar en donde se realiza la observación, luego la ubicación de los

puntos cardinales y a continuación la visualización de los planetas. Otras variantes que se pueden implementar para aprovechar al máximo este recurso son: atmósfera, suelo del lugar, estrellas fugaces y grilla ecuatorial.



FIGURA 9. Configuración del software Stellarium versión 0.21.1.

B. Fase de desarrollo

Con el propósito de relacionar los contenidos de Óptica Geométrica con los de Astronomía, la actividad presentada en esta propuesta se iniciará en el aula reflexionando sobre cómo al iluminar una esfera, la dirección de iluminación respecto a la de visualización provoca el fenómeno de “fase”,

Figura 2. Seguidamente los estudiantes realizarán las observaciones de medio ciclo lunar, durante trece días consecutivos, siempre a la misma hora, preferentemente a la 01:00 am que aproximadamente corresponde a la medianoche local. En el primer día la Luna no será visible a la hora indicada (fase Luna Nueva). En los días sucesivos, los estudiantes, deberán encontrar la posición relativa de la

Luna en el cielo y marcarla en el mapa de papel que se muestra en la Figura 5. Para ello tomarán en cuenta los puntos identificados previamente, es decir puntos cardinales, estrellas y planetas que les servirán de referencia. Asimismo, junto con la posición de la Luna, registrarán en el mapa los gráficos de las fases, indicando en cada uno qué parte de la cara visible de la Luna está iluminada y qué parte no. La

recolección de datos finalizará a los trece días cuando los estudiantes verifiquen que a la hora de observación la Luna no alcanza a observarse. A modo de ejemplo en la Figura 10 se muestra la posición de la Luna en el cielo y sus fases en el mapa del cielo de la ciudad de Rosario en la dirección Norte entre los días 9 y 20 de Junio de 2022.

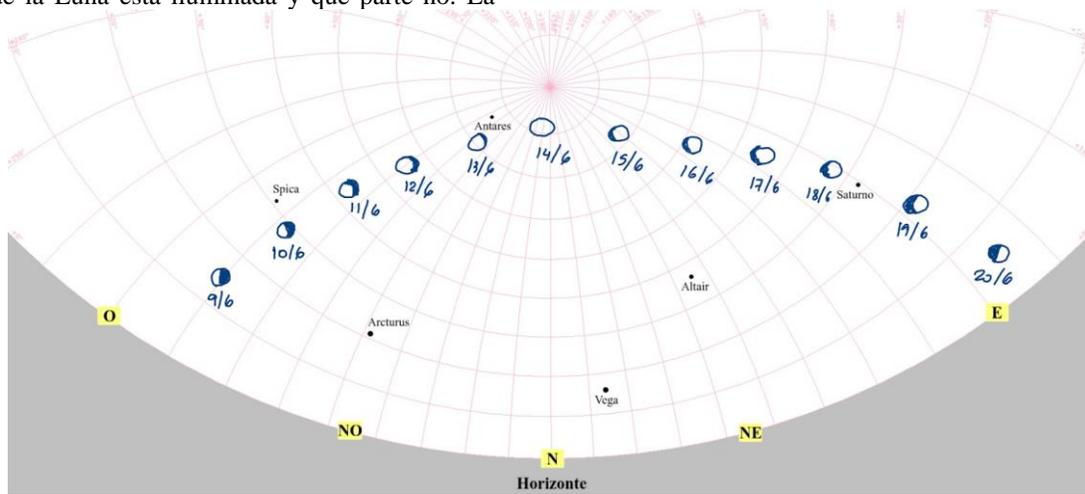


FIGURA 10. Ejemplo del registro de las observaciones realizadas entre el 9/6/22 y el 20/6/22.

Para la verificación de la posición de la Luna y sus correspondientes fases se solicitará a los estudiantes que realicen la configuración del software Stellarium tal como se indicó en el apartado Uso del software Stellarium. El objetivo es validar las observaciones realizadas con las predichas por el software.

Si bien el registro de observaciones que se muestra en la Figura 10 corresponde al mes de Junio del año 2022, la actividad se puede plantear en otra época del año dado que se trabaja con medio ciclo lunar. Esto implica tener en cuenta otras estrellas marcadoras y planetas.

C. Fase de cierre

La actividad concluirá con el análisis de la información adquirida, en una instancia de puesta en común y reflexión con todo el curso, en la clase posterior a la finalización del registro de las observaciones. Luego de un breve intercambio con los estudiantes acerca de sus experiencias respecto del trabajo de campo que han realizado, se les solicitará que relacionen los datos observacionales, obtenidos en los distintos días, con los contenidos abordados sobre luces y sombras. A continuación se transcriben algunas preguntas como para orientar la reflexión.

¿Dónde están ubicados el Sol, la Tierra y la Luna con relación a las zonas observadas de la Luna? ¿Qué modelo utilizarías para representar dichos astros y para la luz del Sol? A modo de sugerencia: utilizando el celular como fuente luminosa y dos esferas se pueden representar diferentes posiciones relativas entre la Tierra, el Sol y la Luna.

¿Podrías explicar qué sucede con las zonas de luz y de sombra en la fase Luna Nueva? Y en la fase Luna Llena? Se puede construir, a partir de esta reflexión, un esquema de marcha de rayos.

Se prevé la confección de un informe final que contenga el

mapa del cielo elaborado por los estudiantes, y que sintetice el trabajo realizado así como las conclusiones sobre lo abordado en la puesta en común.

V. ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

Se espera que la propuesta aquí desarrollada constituya un aporte para la enseñanza del tema luces y sombras. Dada su versatilidad, la misma permite efectuar variantes de manera que cada docente pueda adaptarla de acuerdo al contexto e intereses de los estudiantes. En este sentido, el uso del software Stellarium potencia dicha adaptación al posibilitar la simulación de fenómenos que son inaccesibles en situaciones de aula.

Este tipo de actividades de exploración promueve en los estudiantes el desarrollo de ciertas habilidades inherentes a la actividad científica y tecnológica; así como también pueden contribuir a mostrar una imagen de la ciencia contextualizada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con apoyo del proyecto de investigación 80020190300094UR radicado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina).

REFERENCIAS

[1] Yanitelli, M.S., Scancich, M.M., Lopérgolo, A.M., *Unidad 4: Óptica Geométrica. Material de trabajo para el*

aula, (Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Rosario, 2014).

[2] Camino, N., *La didáctica de la astronomía como campo de investigación e innovación educativas*. En I Simposio Nacional de Educação em Astronomia (Rio de Janeiro, 2011).

[3] Galperin, D., Insaurralde, M., Kauderer, M., Luppi, P., Petrucci, D., Socolovsky, L., Ure, J., *Propuestas didácticas para la enseñanza de la Astronomía. En Ciencias Naturales. Líneas de acción didáctica y perspectivas epistemológicas* (Buenos Aires, 2011).

[4] Paolantonio, S., *Los Eclipses de Sol y su enseñanza*. Publicaciones de la Subsecretaría de Promoción de Igualdad y Calidad Educativa, (Secretaría de Educación, Ministerio de Educación, Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2019).

<http://www.igualdadycalidadcba.gov.ar>

[5] Pereira Campos Silva, M., Gregorio-Hetem, J., *O estudo da luz: uma proposta para o ensino de astronomia*, Latin American Journal of Physics Education **16**, 3310 (2022).

[6] Adúriz-Bravo, A., *Desde la enseñanza de los “productos de la ciencia” hacia la enseñanza de los “procesos de la ciencia”*, Cuadernillos de actualización para pensar la Enseñanza Universitaria, Universidad Nacional de Río Cuarto **6**, 1–18 (2011).

[7] Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H., *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo* (Ed. Trillas, México, 1998).

[8] Spinelli, W., *Os Objetos Virtuais de aprendizagem: ação, criação e conhecimento*. Texto produzido para o curso “Como usar Objetos de Aprendizagem” (FAFE/SEED-ME, 2007). <http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal/>

[9] Longhini, M. D., *Objeto de aprendizaje en ENSI número de astronomía: algunas situaciones problema propuesto desde el software Stellarium*. Caderno Catarinense de Ensino de Física **27**, 433-448 (2010).