



Iniciación a la astronomía a través del trabajo de Galileo Galilei, "*Sidereus Nuncius*"



Dr. Juan A. Prieto Sánchez
Dra. M^a Pilar Orozco Sáenz

Introducción



La obra de Galileo, *Sidereus Nuncius*, ha sido nuestra base de inspiración para desarrollar el proyecto de investigación multidisciplinar que estamos presentando.

Galileo, con su retórica discursiva y una gran elegancia, nos adentra en los dominios tanto de la observación, experimentación y del razonamiento lógico; así como en la necesidad de experimentar dándonos confianza y práctica cuantitativa. Su obra, breve y seminal, no solo incluye la contemplación de los cielos, con un telescopio perfeccionado por él, sino el estudio de los fenómenos celestes más cercanos que eran contrarios a las leyes astronómicas definidas por aquel tiempo. (Prólogo de Noticiero Sideral-Sidereus Nuncius de la edición 2010 a cargo de Ramón Núñez Centella y José Manuel Sánchez Ron)

Al igual que Galileo en su obra, nuestros alumnos de primer ciclo de primaria se inician en la astronomía básica haciendo sus primeras observaciones; siguiendo el método galileano y llegando finalmente a conclusiones de todo el proceso. Desde un primer momento se ha utilizado el método científico resolutivo-compositivo: observación, elaboración de hipótesis explicativa, deducción y finalmente verificación.

SESIÓN 1: *Motivación*

Objetivo principal

- Lograr la motivación en el área de astronomía en alumnos de 1º Ciclo de Primaria.

Objetivo secundario

- Reconocer la Luna como satélite de nuestro planeta.
- Conocer y apreciar los valores y las normas de convivencia, aprender a obrar de acuerdo con ellas.

Actuación

Aprovechamos el fenómeno astronómico que sucedió a finales de enero del presente curso con la *SuperLuna Azul* que permitió ver al satélite en condiciones tan especiales que no coincidían desde hace más de 150 años. Para ello convocamos a las familias para que asistieran con los alumnos al patio del colegio y visualizar a simple vista con el uso de prismáticos este evento; se realizó también un cartel anunciando la plantada astronómica

SESIÓN 1: *Motivación*



SESIÓN 2: *Para empezar...*

Objetivo principal

- Conocer los elementos fundamentales de Luna

Objetivos secundarios

- Desarrollar hábitos de trabajo individual y de equipo, esfuerzo y responsabilidad en el estudio, así como actitudes de confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad.

Actuación

Al día siguiente de la plantada, en la pizarra digital del aula se proyectó la *SuperLuna* en alta resolución, los alumnos tuvieron que dibujarla en su portfolio. En él aparecen otras actividades (registro de fases lunares, juegos, etc.) que se recomendó realizar en casa con sus familias.

En esta sesión conocieron los elementos fundamentales de nuestro satélite (tamaño, forma, cráter, mar, etc)

SESIÓN 2: *Para empezar...*



SESIÓN 3: *Para poder guiarnos...*

Objetivo principal

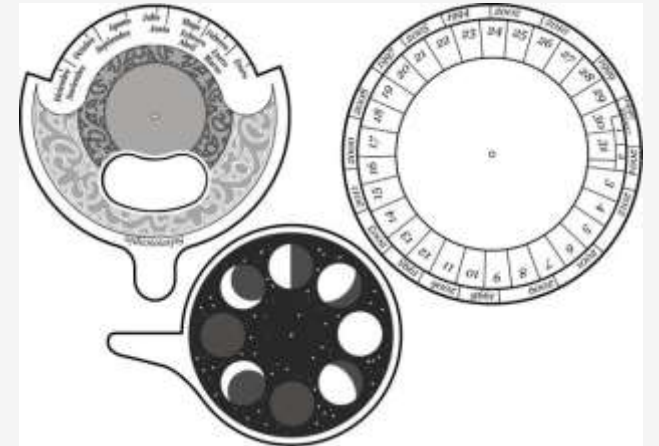
Involucrar a las familias de los alumnos en el proyecto.

Objetivo secundario

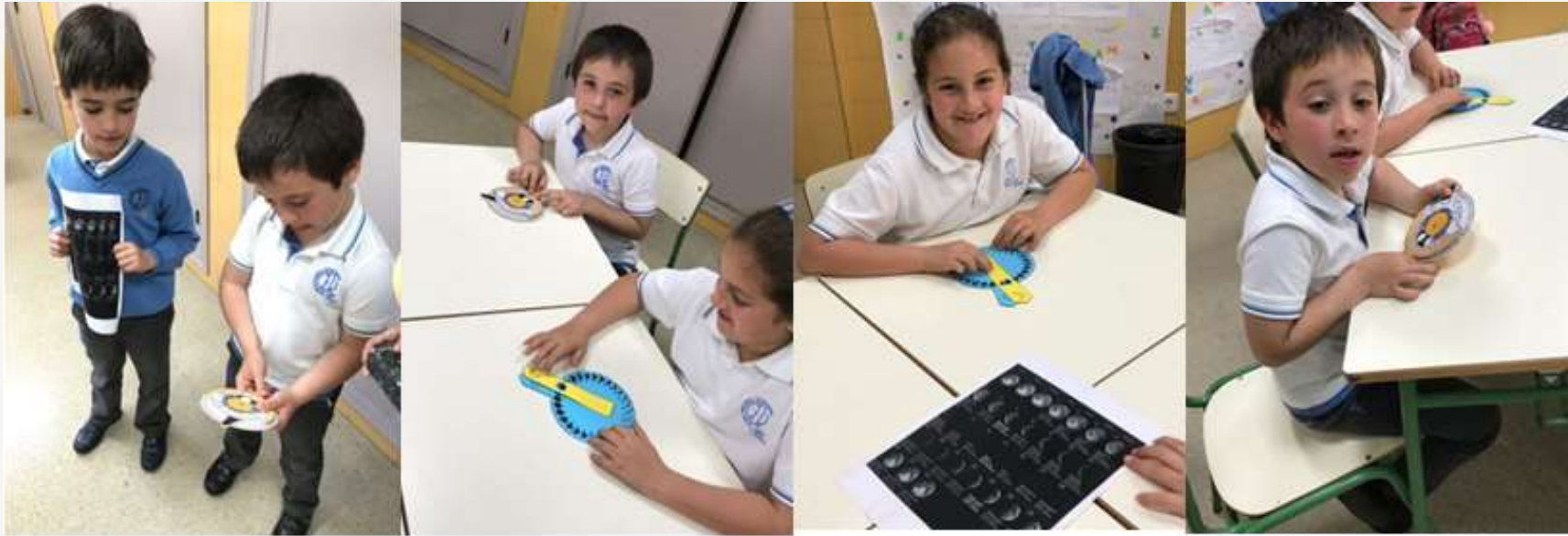
- Fabricar y usar sencillos selenoscopios de la época de Galileo.
- Promover hábitos saludables en la alimentación de los alumnos a la hora del recreo.

Actuación 1

En clase realizamos una actividad para el manejo de distintos selenoscopios fabricados por nosotros, comparándolos con los meses lunares que nos proporcionan buscamos en algunas páginas web.



SESIÓN 3: *Para poder guiarnos...*



SESIÓN 3: *Para poder guiarnos...*

Actuación 3

Para finalizar esta sesión, realizamos una exposición en el colegio con las fotos registradas, junto a un desayuno saludable lunar. Esto último consistía en recrear las fases lunares con alimentos sanos (melocotones, tortas de arroz, berenjenas).





Sidereus y la hipótesis heliocéntrica

Galileo detalla que en las observaciones nocturnas encuentra objeciones a la cosmovisión geocéntrica y empieza a convencerse de las hipótesis que había formulado un monje polaco, Nicolás Copérnico. La hipótesis heliocéntrica parecía acomodarse mejor a sus observaciones y se va declinando a las leyes heliocéntricas escritas por el monje y la influencia de Kepler. El movimiento de nutación y precesión lo describe Galileo no en Sidereus si no en su libro Dialogo sobre los dos máximo sistemas del mundo ptolomeico y copernicano.

Objetivos Principales

- Diferenciar la teoría aristotélica-ptolemaica de la teoría copernicana contrastada por Galileo.
- Distinguir los movimientos de rotación- traslación-nutación y cómo con estos tipos de movimientos en la Tierra se crean los días, las noches y las estaciones.

SESIÓN 4: "Eppur si muove"

Actuación 1

Realizamos varias maquetas para simular los dos sistemas, geocéntrico y heliocéntrico: La primera mediante bolas de poliespan pintadas que recreaban los planetas, el Sol y la Luna. Se sujetaban en una base (circular o rectangular) del mismo material pintada en color negro, simulando el universo con la ayuda de palillos. De esa forma, es fácil desmontar el sistema geocéntrico y montar el heliocéntrico.



SESIÓN 4: "Eppur si muove"

Actuación 2

Lo segundo que hicimos la simulación del movimiento rotacional de la Tierra: Días-Noches. Simulación del movimiento de rotación y traslación de la Luna. Fases lunares y eclipse lunar. Para estas recreaciones, utilizamos una linterna de 850 lumens como Sol. La Tierra y la Luna fueron dos globos inflables que intentamos que sus volúmenes fueran proporcionales a los reales.



SESIÓN 5: *Catalejo de Galileo (s. XVI de 12 aumentos) vs Instrumentos astronómicos actuales*



Sidereus y el telescopio perfeccionado

En *Sidereus* comenta Galileo el paso decisivo que no lo haría otro mortal: "...Pero decidí olvidar las cosas terrenales y me dediqué a la observación de las celestes." Esa acción es la que pretendemos inculcar a los alumnos: lo que se perderán si no lo hacen. Por otro lado, escribe el pisano: "*alejado de nosotros casi sesenta semidiámetros terrestres, tan cerca como si distase tan sólo dos de esas medidas, de modo que el diámetro de la propia Luna parezca casi treinta veces grande*".



Objetivo principal

- Reconocer los diferentes instrumentos ópticos astronómicos.
- Conocer las medidas de seguridad que se deben tener en el uso de instrumentos ópticos.
- Comparar las imágenes (diurnas y terrestres) que podemos ver con el catalejo de Galileo de 12 aumentos fabricado por nosotros, con instrumentos ópticos (catalejo, prismático y telescopio) de nuestra época.
- Observar la Luna en su cuarto menguante y compararla con la dibujada en acuarela por Galileo en *Sidereus nuncius*.

SESIÓN 5: Catalejo de Galileo (s. XVI de 12 aumentos) vs Instrumentos astronómicos actuales



Construimos un telescopio como el de Galileo de 12 aumentos (Las últimas observaciones, decisivas para socavar el sistema aristotélico-ptolomeico, que Galileo realizó con su antejo son las relativas a las manchas solares. Obviamente no fueron observaciones directas. Lo que hizo fue colocar lente neutra de color azul o verde (en la actualidad filtro solares) sobre el objetivo del telescopio, o cubrir la lente con hollín. En *Sidereus nuncius*, Galileo menciona que un discípulo suyo encontró otro método mejor para que el ojo humano no quedara expuesto a las radiaciones solares; dirigir la imagen del Sol hacia una pantalla.

Actuación 1

Solicitamos a la familia que ese día trajeran los alumnos de casa instrumentos ópticos para enseñarles su buen uso y sus medidas de seguridad. En la primera parte de la jornada se les dieron las características elementales y las diferencias básicas del prismático, catalejo y del telescopio. Se les puso especial énfasis en las recomendaciones y medidas de seguridad para el uso de estos instrumentos, entre ellas no mirar al Sol directamente. Como anécdota se les mencionó una de las causas de por qué los piratas tenían que usar parches en el ojo, relacionada con el mal uso del catalejo al visualizar el Sol.



SESIÓN 5: Catalejo de Galileo (s. XVI de 12 aumentos) vs Instrumentos astronómicos actuales



El primer telescopio fue inventado en Holanda. No obstante, además de perfeccionarlo, Galileo merece el crédito de haberlo reconocido como instrumento científico. Construyó a lo largo de su vida en torno a cien telescopios, pero únicamente dos han sobrevivido hasta nuestros días. El arreglo de las lentes que hizo Galileo garantiza una imagen derecha, que es una gran ventaja. Sin embargo, presenta un serio inconveniente: a mayor zoom (ampliación), más pequeña es el área de la imagen que resulta visible.

Actuación 2: Visualización diurna

Colocamos una serie de dianas impresas en hojas de papel en los árboles del patio del colegio, a diferentes alturas. A continuación, le dijimos a cada alumno que mirara hacia esas dianas primero con el catalejo de Galileo y posteriormente con los demás instrumentos actuales (en concreto un catalejo terrestre y unos prismáticos). Finalmente, lo harían con el que habían traído de sus casas. Con el telescopio histórico de Galileo tendrían la oportunidad de apreciar sus descubrimientos con los mismos medios que él dispuso, aparentemente muy modestos hoy en día, pero que en las manos de Galileo, constituyó la llave a una nueva concepción del universo.

SESIÓN 5: Catalejo de Galileo (s. XVI de 12 aumentos) vs Instrumentos astronómicos actuales

Actuación 2: Visualización diurna



SESIÓN 6: El *terminador lunar*



Sidereus nuncius* y el *terminador lunar

Entre los atractivos de *Sidereus nuncius* se encuentran los magníficos dibujos lunares. Tras la observación de la Luna, dibujó* con línea curva de trazos algo toscos, que separa la parte iluminada de la oscura, el llamado *terminador lunar*. Esta línea, naturalmente, cambia constantemente su ubicación y es el lugar donde la luz del Sol es rasante: un observador situado en la superficie del satélite en ese punto vería al astro rey sobre su horizonte. En los dibujos que aparecen en el libro Galileo acentúa esa línea irregular y no lisa. Además, Galileo incluye zonas sombreadas conocida por "mares" lunares (solicitó incluso un geómetra para enseñar perspectiva y claroscuro en acuarelas). Interpreta que las manchas observadas correspondían a sombras producidas por las irregularidades de su superficie. De ahí, deduce que *"la Luna de ninguna manera está cubierta por una superficie lisa y pulida(argumentos que irían en contra de la astronomía aristotélico-ptolomeica) "sino áspera y desigual; y que a semejanza de la faz de la propia Tierra se encuentra llena de grandes protuberancias, profundas lagunas y anfractuosidades"*.

- Ya antes que Galileo, lo habían dibujado, pero con la ayuda de un telescopio de unos seis aumentos, peor que el telescopio perfeccionado por Galileo.

Objetivo principal:

Verificar que alumnos de primaria observan y dibujan el *terminador* no uniforme y con irregularidades de la misma forma que lo observó y lo registró Galileo en los dibujos de *Sidereus nuncius*.

SESIÓN 6: El *terminador lunar*

Actuación 1

Se dispuso en la pizarra digital un fotograma en alta resolución de una Luna menguante, la más parecida a la dibujada por Galileo en *Sidereus*. Se trataba de comprobar si los alumnos de edades tempranas podían, en la realización de sus dibujos, identificar el terminador lunar de forma irregular. Los resultados fueron sorprendentes:



SESIÓN 6: El *terminador lunar*

Actuación 2

Una semana después y coincidiendo con la menguante se convocó una nueva plantada astronómica, esta vez a las 9:00. Se intentó que coincidiera con la misma fase lunar que aparecen en los dibujos de Galileo y que ellos pudieran visualizar in situ lo anteriormente dibujado.



SESIÓN 6: El *terminador lunar*

Actuación 2



SESIÓN 7: Simulación del cráter *Albategnius*



Sidereus nuncius y el cráter *Albategnius*

Describe Galileo el cráter que dibuja en sus acuarelas: *"No quiero olvidarme en modo alguno de comentar algo que noté, no sin cierto asombro: y es que un lugar, casi en el centro de la Luna está ocupado por una suerte de cavidad, más grande que todas las demás, y con forma "*

Continua hablando sobre la iluminación y sombra que tiene la concavidad cuando la observa durante mucho tiempo: *"...en la Luna esta cavidad está rodeada de altas cumbres de tal manera, que la zona extrema lindante con la parte oscura de la Luna se ve iluminada por una luz difusa del Sol antes de que el linde entre la luz y la sombra llegue al diámetro de esa misma figura. Además, como sucede en las restantes manchas, la parte sombría está orientada al Sol, pero la luminosa se torna hacia las tinieblas de la Luna. Advierto, por tercera vez, que esto es digno de observar, como argumento firmísimo sobre las asperezas e irregularidades esparcidas por toda la región más clara de la Luna"*.

Objetivo principal

- Conocer cómo se formaron los cráteres en la Luna y por qué están allí desde que se formaron.
- Simular mediante experiencias física-química el cráter lunar *Albategnius*.



SESIÓN 7: Simulación del cráter *Albategnius*

Actuación 1

Tras una explicación de qué son los meteoritos y lo que producen en la superficie lunar, hicimos la experiencia que se le atribuye a Galileo en la torre de Pisa dejando caer objetos de diferentes masas. Queríamos para ello que entendieran que en la Luna no hay atmósfera y por tanto todos los cuerpos que se dejan caer llegan al suelo al mismo tiempo. Por otro lado, si no hay en la Luna atmósfera, no tendrán agentes atmosféricos como es el viento. De ahí que no se produzca en nuestro satélite natural el fenómeno de erosión. Por tanto, los impactos que se ven, los cráteres, son los mismos que observó Galileo en su época. En la pizarra digital visualizaron el video Galileo: la pluma y el martillo, donde se detalla cómo el Apolo 15 en la superficie lunar realizó la experiencia atribuida a Galileo.



SESIÓN 7: Simulación del cráter *Albategnius*

Actuación 2

Posteriormente, simulamos cráteres meteoríticos con dos métodos diferentes: mediante caída de diferentes objetos a distintas alturas y mediante un pequeño artefacto. Construimos nuestro craterómetro en una caja rellena de arena y una última capa de harina, nuestro "polvo lunar". <https://youtu.be/GYZFDNurcw>



SESIÓN 7: Simulación del cráter *Albategnius*

<https://youtu.be/TxdhLqeASk8>



Simulación cráteres meteoríticos lunares

Cráter que dibujó Galileo en Sidereus nuncius

Simulación de cráteres por impactos

Cráter Giordano Bruno

Simulación de Cráter por petardos

Cráter Galilaei

SESIÓN 8: *La vida es puro teatro*

Objetivo principal

Escenificar mediante una obra de teatro, todo lo aprendido en las sesiones descritas.



SESIÓN 8: *La vida es puro teatro*

Actuación

Aprovechando el 75º Aniversario de la publicación de *El Principito* de Antoine de Saint-Exupéry, creamos una obra de teatro que resume *Sidereus* y las actividades astronómicas realizadas durante el curso, incluyendo al propio Galileo.

En la obra aparecen algunos personajes de *El Principito*, otros se han modificado y algunos son nuevos. *Principito* y *Rosa*: representan la inocencia, la curiosidad y el deseo de aprender; *Galileo*: mostrará sus explicaciones descrita en *Sidereus*; *Zorro*: negará todo lo nuevo, apoyará el sistema geocéntrico personalizado, duda todo e intenta interferir negativamente en las explicaciones de Galileo; *Pirata*: símil del aviador, hablará de su experiencia con el catalejo en sus observaciones diurnas y cómo se quedó ciego por mirar el Sol con él; *Voz en Off*: es el propio libro *Sidereus*. Los demás personajes que aparecen: las fases lunares, las estaciones, el Sol, la Tierra, el viento y el meteorito son figurantes con frases indicadas. <https://youtu.be/X6XjL4tVVlc>



Actuaciones

- Recreación de cráteres meteoríticos con pequeños petardos : <https://youtu.be/6Yx0EciqbM0>
- Desde “*la torre de Pisa*”: <https://youtu.be/GYZFDNurwcw>
- Impactos lunares: <https://youtu.be/TxdhLqeASk8>
- El principito, Galileo y el asombroso mundo de Sidereus Nuncius: <https://youtu.be/X6XjL4tVVlc>



MUCHAS GRACIAS