

APROBADO CONSEJO DE FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES			
ACTA	29	DEL	31 de agosto de 2016

FORMATO DE MICROCURRICULO O PLAN DE ASIGNATURA

1. IDENTIFICACIÓN GENERAL			
Facultad	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales		
Instituto	Instituto de Física		
Programa(s) Académicos	Astronomía		
Área Académica	Astronomía		
Ciclo	Fundamentación		
Tipo de Curso	Básico		
Profesores Responsables	Alonso Sepúlveda		
Asistencia	Obligatoria		
2. IDENTIFICACIÓN ESPECÍFICA			
Semestre	2014-2		
Nombre de la Asignatura	Fundamentación en Astronomía		
Código	0311150		
Semestre en el plan	1		
Número de Créditos	3		
Horas Semestrales	HDD:64	HDA:0	TI:80
Semanas	16		
Intensidad Semanal	Teórico: 4	Práctico: 0	Teórico-Práctico: 0
H (Habilitable)	Si		
V (Validable)	Si		
C (Clasificable)	No		
Prerrequisitos	Ninguno		
Correquisitos	Ninguno		
Sede en la que se dicta	Ciudad Universitaria Medellín		
3. DATOS DE LOS PROFESORES QUE ELABORAN EL PLAN DE ASIGNATURA			
Nombres y Apellidos	Alonso Sepúlveda		
Correo Electrónico	h_alonsos@yahoo.com		
4. DESCRIPCIÓN			
<p>El curso de Fundamentación en Astronomía tiene como propósito fundamental presentar una panorámica general de la Astronomía desde una perspectiva disciplinar, histórica y física. El curso introduce a los estudiantes en los hitos más importantes en el desarrollo del conocimiento humano sobre el Universo, desde las primeras aproximaciones al cielo y sus misterios en los tiempos de babilonios y griegos hasta los desarrollos más recientes de la Astrofísica y la Cosmología. Se hará énfasis en la reconstrucción de algunos resultados importantes en estas áreas.</p> <p>El curso propone al estudiante adquirir una perspectiva histórica del desarrollo de esta</p>			

disciplina, que le permita entender las dificultades y la complejidad del proceso de construcción del conocimiento científico; los logros e impresionantes saltos que llevaron -a los primeros filósofos primero y a los pioneros de la observación y la ciencia astronómica después- a construir los modelos actuales sobre la estructura y funcionamiento del Universo.

5. JUSTIFICACIÓN

La Astronomía es considerada el más antiguo de los proyectos de descripción y exploración de la naturaleza. Su desarrollo ha afectado de manera importante otras disciplinas intelectuales y jugó un papel central en el surgimiento y desarrollo de la Ciencia Moderna. La formación del profesional en Astronomía no sería completa sin una aproximación integradora a esa historia, en la que se reconozca el valor mismo de la disciplina en la historia de la ciencia y las influencias que recibió de otras disciplinas, particularmente de la filosofía y las matemáticas.

Adicionalmente, para una formación inicial en Astronomía, es preciso adquirir una perspectiva general de la disciplina que le permita al estudiante en lo sucesivo enmarcar los conocimientos específicos de la Astronomía en contextos apropiados: uno histórico (quién, cómo y cuándo), uno físico (en qué región del espacio y el tiempo y a qué escala) y uno disciplinar (áreas y tópicos).

El programa de Fundamentación en Astronomía es también la primera -y posiblemente la única- oportunidad en el plan de formación, para que el estudiante de pregrado abarque en una sola asignatura las más importantes subdisciplinas de la Astronomía, desde la Astronomía estelar hasta la Cosmología; esta aproximación integradora le permitirá visualizar como un todo los conceptos que más adelante desarrollará en asignaturas más especializadas.

6. OBJETIVOS

Objetivo General:

Ubicarse en el desarrollo de las ideas, conocimientos y habilidades disciplinares específicas de otros cursos (aritmética, álgebra, trigonometría, cálculo diferencial, física básica); reproducir algunos resultados históricos, reconociendo la importancia y magnitud de los cambios que esos mismos resultados produjeron en el desarrollo de las ideas.

Objetivos Específicos:

Al terminar el semestre el estudiante podrá:

Objetivos Conceptuales:

Enumerar los más importantes personajes (como Ptolomeo, Copérnico, Kepler, Galileo y Newton), ideas, teorías, obras, momentos y métodos que determinaron el origen y desarrollo de la astronomía antigua, renacentista y contemporánea; esta división en tres épocas determina los tres proyectos de aula del curso, que posibilitan identificar y comentar los descubrimientos e ideas que marcaron la transición de la astronomía griega a la astronomía clásica y luego a la astrofísica durante el siglo XIX y principios del siglo XX.

Reconocer en el mundo cotidiano fenómenos estudiados en clase como: reflexión en espejos planos y curvos, refracción de la luz en un estanque, velocidad del sonido, efecto Doppler, colores y brillos de las estrellas, movimiento de proyectiles, eclipses, solares y lunares, las estaciones, entre otros. Así como la presencia de lentes, espejos y sus imágenes en diversos lugares del mundo material (el ojo, espejos de agua, gotas de rocío) y del mundo técnico (lupas, gafas, telescopios, binoculares, microscopios, entre otros).

Comprender que la astronomía griega es ante todo un proyecto de tipo geométrico y cinemático: ubica las estrellas, los planetas, el Sol y la Luna en la esfera celeste, y sigue sus movimientos.

Comprender que el esfuerzo por conocer la composición de los astros solo es posible con el surgimiento de la física y la química modernas y que la astrofísica es una amalgama de disciplinas: óptica, electromagnetismo, física nuclear y de partículas, espectrometría, fotometría, geología, entre otras.

Comprender que la nueva astronomía nació cuando se supuso que el Sol es el centro del cosmos, y que la astronomía como ciencia natural (que incluye leyes naturales) comienza con los trabajos de Kepler.

Comprender que la física de las partículas elementales tiene sus precedentes en las ideas griegas de los átomos y los elementos.

Comprender que el descubrimiento de la expansión del universo se hizo midiendo el efecto Doppler de las galaxias.

Objetivos Actitudinales:

Ubicar la astronomía (a la luz de su desarrollo histórico, su objeto y métodos de estudio) en el contexto de las ciencias naturales, reconociendo que la astronomía es una ciencia exacta cuyo es la observación y modelación en contraposición a la experimentación.

Relacionar las teorías y resultados de la astronomía con la vida cotidiana y en general con la sociedad en que vivimos (cómo las estaciones regulan el ritmo de las cosechas y las celebraciones religiosas, cómo los equinoccios y solsticios se transforman en referentes culturales, por qué las sociedades necesitan buenos calendarios).

Usar el lenguaje formal de la astronomía cuando se describe algún evento celeste.

Reconocer el papel que ha jugado la astronomía en el desarrollo de las ciencias exactas. Reconocer la construcción colectiva de las teorías científicas y su posterior impacto en desarrollos científicos, técnicos y tecnológicos.

Demostrar interés y habilidades específicas para la lectura de textos científicos en general y en la disciplina en particular.

Reflexionar críticamente sobre las teorías expresadas en textos científicos o en presentaciones académicas entendiendo que no se trata de verdades absolutas sino de un proyecto científico en construcción.

Realizar el esfuerzo persistente por geometrizar la experiencia aplicada -por ejemplo- a las imágenes en lentes y espejos curvos, a los eclipses, al estudio de las estaciones, al movimiento de los planetas, a los modelos del universo.

Explicar la idea newtoniana de que la masa es fuente de gravitación, independientemente del tamaño del objeto, por lo cual se trata de un fenómeno universal.

Explicar la idea de que el universo lejano puede ser comprendido estudiando la luz que viene de los astros sin necesidad de contar con porciones de su materia

y sólo con el análisis de su luz.

Objetivos Procedimentales:

Reproducir la solución conceptual o matemática de algunos problemas claves en el desarrollo de la astronomía antigua y en el renacimiento (reconocimiento de la redondez de la Tierra y medida de su radio, medida de la altura de una montaña, del ancho de un río, del ángulo entre dos estrellas, del ancho angular del Sol y la Luna, de la distancia a los cuerpos celestes).

Explicar el funcionamiento de los instrumentos antiguos de medición astronómica: clepsidras, compás astronómico, medidores de ángulos, esfera armilar.

Formular las características particulares del calendario juliano y del calendario juliano gregoriano. Enumerar las necesidades prácticas que exigen la construcción de calendarios.

Reconocer las diferencias entre un telescopio reflector y uno refractor.

Representar las propiedades observacionales y físicas de una estrella en el diagrama de Hertzsprung-Russell.

Predecir cualitativamente las etapas de la evolución de una estrella de acuerdo con su masa, y del universo a partir del big bang.

Observar que la primera matemática que fue aplicada a los cielos fue la aritmética (por los babilonios) seguida de la geometría (por los griegos).

Valorar la astronomía como una disciplina basada en la medición y la teorización, y en este contexto analizar la diferencia entre la astronomía y la astrología.

7. CONTENIDOS

Contenido Resumido

- 1-Astronomía Griega
- 2-La Revolución Copernicana
- 3-Las Observaciones Galileanas
- 4-La Gravitación Universal
- 5-Instrumentación Astronómica
- 6-Astronomía Moderna

Unidades Detalladas

Unidad 1. Astronomía Griega (3 semanas)

Contenidos conceptuales:

- Egipcios y babilonios.
- El Saros. El calendario.
- Sistema pitagórico.
- Filolao.
- Heráclides y la rotación de la Tierra.
- Avance y retrogradación planetaria
- Los eclipses.
- Las esferas homocéntricas de Eudoxio.

El axioma de Platón.
Cosmología aristotélica.
Hiparco y Ptolomeo.
Deferentes, epiciclos y ecuantas.
La astronomía alejandrina: Aristarco y Eratóstenes.
La medida de la Tierra.
Las distancias Sol-Tierra-Luna.

Contenidos procedimentales:

Describir los diferentes tipos de eclipses, dibujando con regla y compás los conos de sombra y de penumbra y los detalles de eclipses totales, parciales y anulares.
Explicar las características centrales de un calendario, su necesidad y sus conexiones con las estaciones, con las festividades religiosas y la vida cotidiana.
Dibujar con regla y compás los círculos que hacen parte del sistema de Ptolomeo (deferentes, epiciclos y ecuantas).
Explicar fenómenos astronómicos conocidos por los griegos utilizando el modelo de Ptolomeo (cambio de brillo de los planetas, eclipses, retrogradación planetaria).
Explicar fenómenos del mundo cotidiano utilizando la concepción aristotélica (vaporización del agua, combustión, aparición de los cometas, el arco iris, formación de los metales, composición de los astros).

Contenidos actitudinales:

Explicar los conceptos astronómicos fundamentales elaborados por babilonios, egipcios y griegos: Saros, puntos cardinales, eclíptica, sistema de medidas de ángulos y horas, equinoccios, solsticios.
Exponer los procedimientos observacionales y de medida, y los instrumentos de los antiguos astrónomos, que les permitieron establecer por primera vez las distancias Sol-Tierra-Luna y el radio de la Tierra.
Reconocer los datos observacionales que fueron descritos por los modelos geocéntricos de Eudoxio y Ptolomeo. Entre ellos los eclipses, la retrogradación planetaria, el cambio de brillo de los planetas, el movimiento diurno del cielo, las lunaciones.
Explicar el contenido del axioma platónico y sus implicaciones para la astronomía posterior.
Explicar los fundamentos de la cosmología aristotélica.

Unidad 2. La Revolución Copernicana (2 semanas)

Contenidos conceptuales:

El heliocentrismo.
Las "Revoluciones" de Copérnico.
Descripción de la retrogradación.
Medidas de distancias en el sistema heliocéntrico.
Críticas a Copérnico.
Tycho Brahe y sus instrumentos.
El sistema astronómico de Tycho.
Kepler. Los sólidos anidados.
Leyes del movimiento planetario.

Contenidos procedimentales:

Explicar la retrogradación planetaria, con los cambios de brillo asociados, utilizando la astronomía heliocéntrica y su diferencia con la explicación ptolemaica.

Explicar el movimiento planetario mediante el uso de las leyes de Kepler.

Explicar la conexión entre la ley de inercia y el movimiento de la Tierra.

Enunciar y responder las críticas de su época al sistema copernicano.

Interpretar la nueva idea de universo infinito que viene de las ideas de Bruno y Gilbert y sus implicaciones para la cosmología aristotélica.

Enumerar y explicar las leyes de Kepler.

Contenidos actitudinales:

Exponer los conceptos astronómicos que son la base de la astronomía heliocéntrica.

Dibujar el sistema geoheliocéntrico de Tycho Brahe.

Explicar las leyes de Kepler.

Explicar heliocéntricamente la retrogradación planetaria.

Enumerar las leyes de Kepler y comparar sus predicciones con las de la astronomía ptolemaica.

Explicar la imposibilidad de 'sentir' el movimiento de la Tierra.

Unidad 3. Las Observaciones Galileanas (1 semanas)

Contenidos conceptuales:

Galileo y el telescopio, 1609.

Las montañas de la Luna, las manchas solares, las fases de Venus, La Vía Láctea.

Los satélites de Júpiter.

El juicio a Galileo.

La nueva astronomía telescópica.

Catálogos estelares.

Contenidos procedimentales:

Explicar la ley de inercia.

Describir un telescopio simple.

Explicar el contenido de un catálogo estelar.

Contenidos actitudinales:

Enumerar y explicar los descubrimientos realizados por Galileo con el telescopio y su papel en la fundamentación de la astronomía moderna.

Explicar la ley de inercia y sus consecuencias cotidianas en física y astronomía.

Unidad 4. La Gravitación Universal (3 semanas)

Contenidos conceptuales:

Las leyes de Newton del movimiento.
Fuerzas centrípetas.
Satélites y proyectiles.
Inverso cuadrado y ley de las áreas.
Ley de gravitación universal.
Las cónicas: planetas y cometas.
La masa de la Tierra, la masa del Sol.
La forma de la Tierra. Mareas.
Precesión del eje polar.
Perturbaciones, descubrimiento de Neptuno.
Precesión del perihelio de Mercurio.

Contenidos procedimentales:

Calcular las masas de la Tierra y el Sol utilizando la teoría de la gravitación universal.
Realizar dibujos alusivos a la unificación newtoniana de las físicas celeste y terrestre.
Dibujar las cónicas mediante cortes de conos con planos.
Explicar la teoría de gravitación, la forma de la Tierra, las perturbaciones planetarias .
Explicar las mareas, fenómeno astronómico de orden cotidiano.

Contenidos actitudinales:

Explicar los principios de la teoría gravitacional de Newton.
Explicar heliocéntricamente la retrogradación planetaria.
Enumerar las cónicas, diferenciarlas y describir sus propiedades.
Explicar con qué bases la teoría newtoniana evalúa las masas de la Tierra y el Sol.
Describir con precisión el sistema geoheliocéntrico de Tycho Brahe.
Dibujar sus círculos básicos.
Explicar la idea básica de la teoría de perturbaciones.

Unidad 5. Instrumentación Astronómica (3 semanas)

Contenidos conceptuales:

Leyes de reflexión y refracción.
Índices de refracción.
Espejos planos.
Espejos cóncavos y convexos. Espejo parabólico, el telescopio newtoniano.
Tipos de lentes, telescopios refractores.
Imágenes virtuales y reales.
El ojo.
Refractor galileano, telescopio de Cassegrain.
Poder de aumento.
Aberración esférica.
El microscopio.
El prisma, el espectro solar. El espectrómetro.
El espectro electromagnético.
El efecto Doppler, El movimiento radial de las estrellas, medida de la rotación de las estrellas, la expansión del universo.
La fotografía.
Radio Astronomía, astronomía de infrarrojos, rayos X y gamma.

La futura astronomía gravitacional.

Contenidos procedimentales:

Enumerar y explicar las propiedades fundamentales de la luz, incluyendo el efecto Doppler, reconociendo este en el mundo cotidiano.

Describir las partes de un espectroscopio.

Determinar la posición de las imágenes en espejos y lentes.

Medir la distancia focal de lupas.

Contenidos actitudinales:

Enumerar y explicar las propiedades fundamentales de la luz.

Señalar en el mundo cotidiano dónde pueden observarse estas propiedades.

Describir las partes de un espectroscopio.

Dibujar las imágenes en espejos y lentes de acuerdo con la posición del objeto respecto al foco.

Explicar el efecto Doppler y reconocerlo en el mundo cotidiano.

Unidad 6. Astronomía Moderna (4 semanas)

Contenidos conceptuales:

Emisión de luz por los átomos, espectro continuo y de líneas.

Leyes de Planck y Wien.

Diagrama de Hertzsprung-Russell.

Tipos espectrales.

Tipos de estrellas: secuencia principal, gigantes y supergigantes rojas y azules.

Enanas blancas, variables, enanas oscuras, pulsares, novae y supernovas, agujeros negros.

Evolución estelar.

Estructura de la materia: quarks, leptones, protones, neutrones, átomos.

Interacciones fundamentales.

Síntesis del Helio.

Reacciones nucleares. Fisión y fusión.

La síntesis de los elementos.

La expansión del universo.

Modelos cosmológicos.

El Big-Bang.

La relatividad general y la expansión del espacio.

Gravitación de Einstein. Deflexión gravitacional de la luz, precesión del perihelio de Mercurio.

Doppler gravitacional, agujeros negros, radiación de Hawking, ondas gravitacionales.

Expansión acelerada del universo.

Contenidos procedimentales:

Explicar el diagrama de Hertzsprung-Russell (H-R) y asociarlo con los colores de las estrellas.

Dibujar cuadros sobre clasificación de partículas elementales, tipos espectrales de las estrellas y su evolución de las estrellas según su masa.

Interpretar la tabla periódica en términos de sus componentes elementales, bariones y leptones quarks.
Describir los procesos nucleares básicos, alfa, beta, fisión, fusión.
Enunciar los principios y detalles de la teoría del big bang y de la relatividad general.

Contenidos actitudinales:

Explicar el diagrama de Hertzsprung-Russell (H-R) .
Describir los pasos evolutivos de una estrella dependiendo de su masa.
Dibujar un cuadro que contenga las partículas elementales y sus interacciones.
Describir los procesos nucleares básicos, incluyendo la nucleosíntesis estelar.
Exponer las consecuencias de la expansión del universo.
Enunciar los fundamentos geométricos de la relatividad general.
Diferenciar los espectros de emisión y absorción, los continuos y los discretos.
Localizar los diferentes tipos espectrales de las estrellas en el diagrama H-R.
Diferenciar procesos nucleares alfa, beta, fisión y fusión.
Conectar la nucleosíntesis y la tabla periódica mediante los procesos nucleares.
Explicar cómo en las estrellas se realizan procesos que sintetizan elementos.
Interpretar los cuadros de isótopos y partículas elementales, que pueden consultarse en la red.
Explicar la expansión del universo y el big bang.

8. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Por su concepción, el curso de Fundamentación en Astronomía se desarrolla a través de la lectura de textos escritos, del diálogo y de la reflexión sobre el desarrollo de las ideas sobre el Universo a través de la historia.

Para lograr este propósito se implementarán tres proyectos de aula que orientarán la exposición de contenidos de tal manera que el aprendizaje tenga como hilo conductor las preguntas que en ellos se plantean.

La clase magistral no será entonces el componente principal del curso, pues esta será más un escenario de diálogo sobre temas astronómicos, que un lugar de recepción de temas a los que el estudiante accede por primera vez. Para hacer posible este enfoque el profesor anunciará con anticipación los temas que se pondrán en discusión en las clases por venir, para que el estudiante se ilustre sobre ellos, se entere de sus puntos esenciales y reconozca sus dificultades de comprensión. Se hará énfasis en la conexión de los temas astronómicos con la vida cotidiana, por ejemplo: la necesidad de calendarios, de instrumentos de observación y medición, las necesidades de la navegación, la conexión entre la astronomía y las festividades religiosas en diversas culturas, la imposibilidad de 'sentir' el movimiento de la Tierra alrededor del Sol; el efecto Doppler, experimentable en la vida diaria, permite la medida de las velocidades estelares, galácticas y la expansión del universo, el arco iris está emparentado con la estructura de los espectrómetros; las mareas son un fenómeno cotidiano de origen astronómico, como también lo son el día y el año.

Actividades independientes y asistidas. El trabajo independiente del estudiante durante el curso se desarrolla ante todo mediante la lectura de textos escritos de carácter histórico (algunos de ellos serán páginas de los grandes científicos del área, extractadas, por

ejemplo, de “Las revoluciones de las esferas celestes” de Copérnico, “El mensajero de los astros” de Galileo, el libro III de “Principia” de Newton) o disciplinar (entre estos, dos textos, uno de historia de la física y otro de elementos de astrofísica). Las lecturas –realizadas antes de la clase- se comentan y discuten en el aula. En algunas ocasiones para motivar las lecturas y la revisión de la literatura sugerida se formularán preguntas, ejercicios y problemas cuya solución se socializará en tiempo de clase. Se enfatizará en la utilización de la web para entrar en contacto con simulaciones que allí se encuentran, sobre eventos y modelos astronómicos y con las fotografías de objetos celestes provenientes de los telescopios y radiotelescopios terrestres o en órbita, como pueden consultarse en la página de la NASA.

Algunas experiencias ilustrativas y elementales pueden realizarse en el espacio de la clase, como la utilización de lentes convergentes y divergentes para obtener sus focos, la descomposición de la luz con un prisma y una rejilla de difracción (consistente en un sector recortado de un CD). En la fuente central de la UdeA pueden hacerse observaciones elementales y significativas sobre arco iris primario y secundario. La utilización de la esfera celeste del almacén de física permite una buena comprensión de temas básicos como el eje polar, la eclíptica, los meridianos y paralelos celestes, el zodiaco, los solsticios y equinoccios, las estaciones.

Clase magistral. A través de ella se pone en contacto a los estudiantes con el desarrollo de las ideas y conceptos de la astronomía a través de la historia. El profesor describe y muestra los personajes, lugares y el contexto histórico en el que se desarrollaron estas ideas, apoyado por material audiovisual. Los estudiantes juegan un papel activo durante las presentaciones. Para ello se han propuesto lecturas previas del texto guía y de páginas selectas, y se motiva la participación a través de preguntas específicas planteadas por el profesor o provenientes de inquietudes de los estudiantes: “¿qué hubiera pasado si...?”, “¿qué impacto a largo plazo creen que tuvo...?”, “¿tiene sentido pensar que...?” “¿cuál es el sentido de tal concepto?” Además, durante la presentación de contenidos que impliquen desarrollos geométricos o algebraicos, se plantean ejercicios, problemas cortos, dibujos con regla y compás, para realizar en tiempo de clase y que generen nuevas preguntas o discusiones sobre aspectos especiales o ‘escondidos’ o sugeridos en esos mismos problemas.

9. EVALUACIÓN

La evaluación tendrá un componente de proceso que estará en consonancia con la metodología propuesta.

La evaluación formativa del curso se realizará a través de la participación activa en las discusiones y preguntas propuestas en clase y en las actividades de cálculo y de dibujo a regla y compás. Los estudiantes discutirán con su compañero inmediato respuestas a las preguntas formuladas durante la clase.

Este tipo de evaluación hará caso de los lineamientos propuestos en cada uno de los planes de aula. En muchas ocasiones las preguntas harán referencia a fenómenos cotidianos de orden astronómico como los enumerados en la sección 8.

La evaluación sumativa se realizará a través de pruebas periódicas tipo test que buscarán medir el logro de objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales en el curso. Las pruebas serán corregidas por los mismos estudiantes de modo que el test de un compañero sea revisado por otro. El proceso se realizará a ciegas de modo que cada estudiante desconozca a quién está corrigiendo. La corrección en clase permitirá realizar una retroalimentación inmediata para corregir errores conceptuales o procedimentales. Algunas preguntas se formularán de tal manera que generen una discusión, durante la corrección, que vaya más allá de la selección de una opción de falso o verdadero.

El curso podría incluir unas cuatro pruebas tipo test de 20% cada una, y una serie de

trabajos escritos (cuatro o cinco que suman 20%) que impliquen consultas biblio y cibergráficas. El propósito principal es impulsar al estudiante a expresarse sobre los temas astronómicos redactando con su propio estilo lo que comprendió sobre un tema propuesto o escogido por él, y también impulsarlo a que emprenda pequeños proyectos de investigación que incluso pueden ser propuestos al comienzo del curso y cuya ejecución duré el semestre. Estos proyectos podrían tener un valor más alto e incluso reemplazar una evaluación escrita.

10. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica:

Elementos de Astrofísica, Alonso Sepúlveda, Editorial UdeA, 2104

Los conceptos de la Física, Alonso Sepúlveda, Editorial UdeA, 2014

Historia Fontana de la Astronomía y la Cosmología, John North, Fondo de Cultura Económica, México, 2001

Bibliografía complementaria:

The Cambridge Concise History of Astronomy. Michael Hoskin. Cambridge University Press (August 21, 2008)

The Great Copernicus Chase and Other Adventures in Astronomical History. Owen Gingerich. Cambridge University Press (September 25, 1992)

Sitios web recomendados: En Wikipedia el estudiante puede rastrear información sobre temas específicos, tecleando palabras, nombres de conceptos y de teorías referentes a temas astronómicos.

Elementos de Astrofísica, Alonso Sepúlveda, Editorial UdeA, 2104

Los conceptos de la Física, Alonso Sepúlveda, Editorial UdeA, 2014

Historia Fontana de la Astronomía y la Cosmología, John North, Fondo de Cultura Económica, México, 2001.

Última actualización: Mon, 29 Aug 2016 16:07:55 -0500

Versión legal: La versión legal de este documento reposa en la Biblioteca de la Universidad de Antioquia y esta firmada por el Decano y el Director de Instituto.

Firma Autorizada Facultad Versión Electrónica: (No autorizado. Este documento es solo un borrador.)