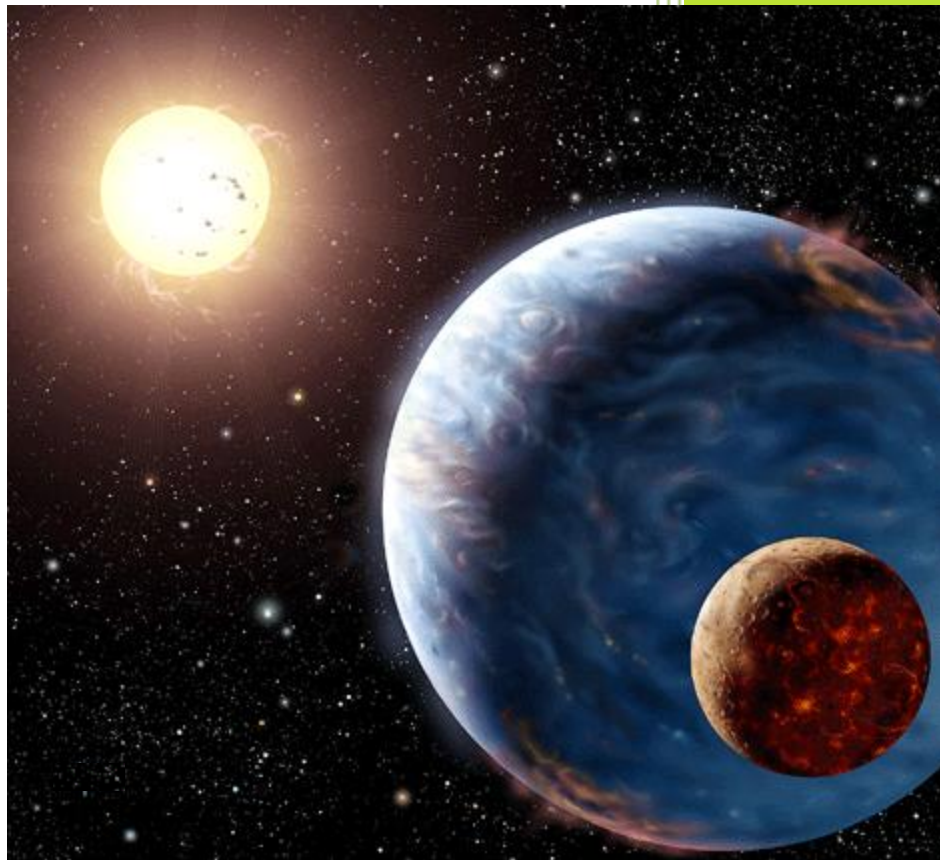


Unidad Didáctica

La Tierra en el Universo



Autor: José Manuel Sánchez Hernández

Director TFM: José Miguel Vílchez González



UGR

Universidad
de **Granada**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

UNIDAD DIDÁCTICA

MÁSTER UNIVERSITARIO DE PROFESORADO DE
EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA,
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y
ENSEÑANZA DE IDIOMAS

CURSO 2009/2010

Área de conocimiento: *Didáctica de las Ciencias Experimentales*

En Granada a 18 de mayo de 2010

Firma del autor:

José Manuel Sánchez Hernández

Firma del director:

Dr. José Miguel Vílchez González

ÍNDICE	página
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. DATOS GENERALES.....	5
3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN.....	6
4. CONTEXTUALIZACIÓN.....	7
4.1 Contextualización del centro.....	7
4.2 Contextualización del alumnado.....	8
4.3 Temporalización estimada.....	9
5. OBJETIVOS.....	9
5.1 Objetivos de etapa.....	10
5.2 Objetivos de Materia.....	11
5.3 Objetivos didácticos de la unidad.....	12
6. COMPETENCIAS.....	13
7. CONTENIDOS.....	14
7.1 Conocimientos.....	15
7.2 Destrezas.....	15
7.3 Actitudes.....	16
7.4 Descripción de contenidos.....	16
8. CONTENIDOS TRANSVERSALES.....	18
9. ORIENTACIONES METODOLÓGICAS.....	18
9.1 Actividades Enseñanza – Aprendizaje (secuenciación).....	21
10. EVALUACION.....	22
10.1 Criterios de evaluación.....	24
10.2 Instrumentos e indicadores de evaluación.....	25
10.3 Criterios de calificación.....	26
11. DESARROLLO DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD.....	27
12. BIBLIOGRAFÍA.....	59
12.1 Bibliografía curricular.....	59
12.2 Bibliografía de aula.....	59
13. ANEXOS.....	60

1. INTRODUCCIÓN

Una vez concluido y evaluado positivamente el periodo de formación teórica, tras la realización y aprobación de las prácticas en centros docentes e instituciones formativas, los estudiantes del máster debemos elaborar y defender públicamente ante una Comisión de Evaluación de la Especialidad un **Trabajo de Fin de Máster (TFM)**.

La naturaleza y orientación profesionalizante del Máster Universitario de Formación de Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas requiere de unas directrices propias, diferentes a las exigencias de lo que podría ser un trabajo de fin de máster de orientación investigadora.

A diferencia de las Enseñanzas de Tercer Ciclo o Doctorado cuya finalidad es la formación avanzada del estudiante en competencias de investigación especializada, las Enseñanzas de Segundo Ciclo o Máster Universitario tienen como finalidad la preparación profesional avanzada, orientada a la especialización, académica y profesional de los estudiantes; es por ello que el trabajo fin de Máster deberá estar orientado a la evaluación de las competencias profesionales, generales y específicas asociadas a la titulación.

La elaboración y defensa del TFM servirá de instrumento de síntesis del conjunto de competencias desarrolladas en el Máster a lo largo de los diferentes módulos formativos, siendo recomendable que esté relacionado directamente con la práctica docente de la especialidad correspondiente.

En este caso, de entre las diferentes modalidades posibles de TFM he optado por diseñar una **unidad didáctica** bajo la dirección y supervisión del **Dr. José Miguel Vílchez González**, profesor del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada.

2. DATOS GENERALES

- ✓ **Título de la unidad didáctica:** “La Tierra en el Universo”.
- ✓ **Etapa educativa:** Educación Secundaria Obligatoria.
- ✓ **Nivel Educativo:** Segundo ciclo, 4º curso.
- ✓ **Área de conocimiento:** Física y Química.

ETAPA	CICLO	NIVEL	RATIO
<i>secundaria</i>	<i>segundo</i>	<i>4º curso</i>	<i>25 alumnos</i>

- ✓ **Bloque de contenidos implicados:** esta unidad está enmarcada bajo el bloque de contenidos número dos, “*Las fuerzas y los movimientos*”^[2].
- ✓ **Índice de la Unidad Didáctica:**
 1. **LA REVOLUCIÓN DE LA ASTRONOMÍA**
 - 1.1 El universo de los griegos: modelos geocéntricos
 - 1.2 El cielo de Ptolomeo
 - 1.3 Sistema planetario de Copérnico: el heliocentrismo
 - 1.4 Galileo confirma a Copérnico
 2. **LAS LEYES DEL MOVIMIENTO PLANETARIO**
 - 2.1 Las Leyes de Kepler
 - 2.2 La ley de Gravitación Universal
 - 2.3 La aportación de Cavendish
 3. **CONSECUENCIAS DEL PRINCIPIO DE GRAVITACIÓN**
 - 3.1 Variación de la intensidad de la gravedad
 - 3.2 La masa de los planetas
 - 3.3 Movimiento de los satélites
 - 3.4 Satélites artificiales
 - 3.5 Las mareas
 4. **IDEAS ACTUALES SOBRE EL ORIGEN Y EVOLUCION DEL UNIVERSO**
 - 4.1 Teoría Especial de la Relatividad
 - 4.2 Teoría General de la Relatividad
 - 4.3 Concepción actual del Universo

3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LA UNIDAD

La unidad didáctica que se desarrolla a continuación se ha escogido y se ha diseñado con el objetivo de contribuir a alcanzar las grandes finalidades educativas previstas para la etapa y se ha orientado para que el alumnado desarrolle una serie de capacidades descritas en el apartado correspondiente a OBJETIVOS. El Real Decreto 1631/2006^[2] establece los contenidos mínimos de la materia de Física y Química para cuarto curso de la ESO agrupados en cinco bloques. En esta unidad se desarrollarán parte de los contenidos correspondientes al bloque de contenidos número dos: *Las fuerzas y los movimientos* (recogidos en el anexo II del Real Decreto 1631/2006^[2]).

En esta unidad se pretende trabajar con las leyes que rigen los movimientos de los cuerpos en todo el universo y demostrar que dicha ley está íntimamente ligada a la segunda ley de Newton ya que deriva de ésta, y prestaremos especial atención a que el alumno sea capaz de identificar de qué parámetros depende esta ley (principalmente la masa de los cuerpos y la distancia que los separa). A su vez, se harán explícitas sus aplicaciones en la vida real.

Es conveniente detallar los contenidos que el alumnado debe poseer previamente para poder abordar correctamente el trabajo que vamos a llevar a cabo en esta unidad, que son:

- Sistema Internacional de unidades y conversión de unidades (Unidad didáctica nº: 2)
- Cinemática del movimiento circular uniforme (Unidad didáctica nº: 3)
- Principios de la dinámica, Leyes de Newton (Unidad didáctica nº: 4)

Con los contenidos de esta unidad, el alumno adquirirá una serie de conocimientos útiles que le van a proporcionar, además de elementos culturales básicos que debe poseer una persona, herramientas eficaces para comprender el funcionamiento del Universo en el que vivimos y las leyes que rigen el movimiento de los astros.

Aprovechando que haremos una breve visión sobre la historia de la Astronomía, en esta unidad podremos abordar temas para incurrir en el importante vínculo existente entre ciencia – tecnología – sociedad.

Finalmente utilizaremos esta unidad para despertar el interés de nuestro alumnado hacia esta fantástica rama de la ciencia en la que aún quedan numerosos interrogantes por resolver y fomentaremos su capacidad de observación del mundo que nos rodea.

4. CONTEXTUALIZACIÓN

Una unidad didáctica debe estar ligada a la programación didáctica con la que se planifica el trabajo que vamos a llevar a cabo con nuestro alumnado a lo largo del curso escolar. Por ello, una programación y con ésta, las unidades didácticas, tienen que basarse en un análisis de la realidad. Este estudio del contexto debe incluir tanto los aspectos más generales del IES y zona en la que se localiza, como las características particulares del centro. Dicho análisis debe encontrarse incluido en el **Proyecto Educativo del Centro**.

La finalidad de realizar un examen de los aspectos que nos permitan una contextualización tanto del centro como del alumnado, es poder marcar los objetivos más convenientes para nuestro alumnado, así como diseñar actividades de enseñanza aprendizaje que resulten más provechosas para ellos, siempre teniendo presente la contribución al desarrollo de las competencias básicas marcadas para esta etapa.

Esto nos va a permitir vincular los contenidos y actividades que les presentemos, a un entorno más cercano a la realidad y contexto del alumno, lo que facilitará el aprendizaje de los conocimientos.

4.1 Contextualización del centro

El instituto de Enseñanza Secundaria (IES) para el que se ha diseñado esta unidad didáctica se sitúa en una zona urbana de nivel socio económico medio alto. Este centro está dotado de suficientes recursos en cuanto a biblioteca, laboratorio y ordenadores para su uso didáctico en el aula (es un centro TIC). Esta programación se ha diseñado para un centro estándar pero se puede aplicar fácilmente a un centro bilingüe ya que se han incluido actividades y recursos en inglés, como consultas de páginas web y otros, con el propósito de que los alumnos y alumnas se habitúen y pierdan el miedo a trabajar en esta lengua, y para esto, estaremos siempre en cooperación con el departamento correspondiente.

Las familias esperan del Centro que enseñe y eduque a sus hijos. Siendo los padres y madres conscientes de la importancia de su educación, intentan ayudar en la medida de sus posibilidades. Las relaciones y colaboración que se mantienen con la institución escolar son buenas y no hay problemas para contactar con ellos y comunicar cualquier incidencia.

En el centro se llevan a cabo los siguientes planes y programas:

- *PLAN DE IGUALDAD PARA HOMBRES Y MUJERES*: coeducación, promocionar la igualdad de género en Andalucía.
- *PLAN DE LECTURA Y BIBLIOTECAS*: para fomentar la lectura
- *KIOTO EDUCA*: desde donde fomentaremos una educación medioambiental respecto a temas como el ahorro energético, el reciclaje y el respeto por el medio-ambiente.
- *DEPORTE Y SALUD*: para desarrollar hábitos de vida saludable y prevenir el consumo de drogas.
- *PROGRAMA DE ACOMPAÑAMIENTO ESCOLAR EN SECUNDARIA*: para ayudar a aquel alumnado que más lo necesita a lograr el éxito educativo.
- *INCORPORACION DE LA NUEVAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN*: utilizando el ordenador como herramienta de apoyo en el desarrollo del currículo.

4.2 Contextualización del alumnado

Esta programación está dirigida a jóvenes de 4º de ESO con edades comprendidas entre los 15 y 16 años en su mayoría, y entre otras características podemos destacar:

- Que su capacidad de análisis, razonamiento y pensamiento formal, ya ha alcanzado prácticamente el nivel adulto.
- Se encuentran en una etapa de la adolescencia en la que se cuestionan gran cantidad de cosas y necesitan conocer la verdad que les permita comprender y explicar fenómenos y experiencias.
- Se encuentran en una edad en la que pueden presentar un comportamiento algo rebelde y una actitud jactanciosa (incluso agresiva o contestataria).
- Tienen buen nivel en la familiarización y uso del inglés como segunda lengua.

La situación de convivencia de los alumnos y alumnas en el centro la supondremos dentro de los parámetros de normalidad ya que proceden en su mayoría de cursos anteriores realizados en el mismo centro y están adaptados a las normas de convivencia y funcionamiento del centro. La heterogeneidad del grupo es mucho menor que en cursos anteriores ya que son alumnos y alumnas que ha elegido esta materia de forma voluntaria y probablemente presentarán interés por esta materia.

Además, las necesidades del alumnado con conductas disruptivas o que se sienten obligados a asistir a clase ya han sido atendidas (diversificación).

4.3 Temporalización

La Unidad Didáctica “La Tierra en el Universo” se desarrollará en 10 sesiones (cada sesión tendrá una duración aproximada de 60 minutos). Lo más adecuado es ubicar esta unidad en el segundo trimestre de la planificación anual, ya que en el primer trimestre se ha trabajado además del bloque de contenidos número uno (Contenidos Comunes, que se trabaja durante todo el curso) la primera parte del bloque de contenidos número dos (Las fuerzas y los movimientos) al que pertenece esta unidad.

De acuerdo con nuestra metodología, vamos a distribuir el trabajo que realizaremos en cada una de las sesiones del siguiente modo:

- Desarrollo del bloque de *actividades E-A de inicio*: 1ª sesión.
- Desarrollo de bloque de *actividades E-A de desarrollo y presentación de contenidos*: 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª y 8ª sesión.
- Desarrollo del bloque de *actividades E-A de cierre acabado*: 9ª y 10ª sesión.

En el apartado correspondiente a *DESARROLLO DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD*, en el que se especifica la metodología a seguir, se encuentra, de forma más detallada, el trabajo que llevaremos a cabo en cada una de las sesiones, haciendo explícitos los contenidos y actividades de enseñanza aprendizaje que se tratarán.

5. OBJETIVOS

Los objetivos se entienden como las intenciones que orientan el diseño y la realización de las actividades necesarias para la consecución de las grandes finalidades educativas. En el caso concreto de la Educación Secundaria Obligatoria sus fines son ^{[2], [3]}:

- Lograr que los alumnos y alumnas adquieran los elementos básicos de la cultura, especialmente en sus aspectos humanístico, artístico, científico y tecnológico.
- Desarrollar y consolidar en ellos hábitos de estudio y de trabajo, tanto individualmente como en grupo.
- Prepararles para su incorporación a estudios posteriores y para su inserción laboral.
- Formarles para el ejercicio de sus derechos y obligaciones en la vida como ciudadanos.

Precisamente por su carácter orientativo para el desarrollo curricular, deben

contemplarse para los objetivos, diferentes niveles de concreción que posibiliten la transición de los fines generales a la práctica educativa. Los **objetivos de etapa** se concretan en los **objetivos de materia** y, finalmente, se acomodan a cada realidad escolar, con las condiciones propias de cada contexto educativo, en los **objetivos didácticos**, lo que permite al docente cierta flexibilidad curricular.

5.1 **Objetivos de etapa**

Según la Ley Orgánica 2/2006 de Educación^[1] y el R.D. 1631/2006^[2] por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, los objetivos de etapa deben contribuir a desarrollar en los alumnos y alumnas una serie de capacidades y competencias. De este conjunto de objetivos, podemos destacar los más relacionados con esta unidad, que son:

- a. Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
- b. Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- e. Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.
- f. Concebir el conocimiento científico como un saber integrado que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- h. Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.

Según el Decreto 231/2007^[3], la Educación Secundaria Obligatoria contribuirá a desarrollar en el alumnado los saberes, las capacidades, los hábitos, las actitudes y los valores que les permitan alcanzar, además de los objetivos enumerados en el artículo 23 de la Ley Orgánica 2/2006^[1], de 3 de mayo, de Educación, una serie de objetivos, de los cuales se citan a continuación los más relacionados con esta unidad:

- A. Adquirir habilidades que les permitan desenvolverse con autonomía en el ámbito familiar y doméstico, así como en los grupos sociales con los que se relacionan, participando con actitudes solidarias, tolerantes y libres de prejuicios.
- B. Interpretar y producir con propiedad, autonomía y creatividad mensajes que utilicen códigos artísticos, científicos y técnicos.
- D. Comprender los principios básicos que rigen el funcionamiento del medio físico y natural, valorar las repercusiones que sobre él tienen las actividades humanas y contribuir activamente a la defensa, conservación y mejora del mismo como elemento determinante de la calidad de vida.

5.2 Objetivos específicos de materia

Según el Real Decreto 1631/2006^[2] y la Orden de 10 de Agosto de 2007^[3], las enseñanzas de las Ciencias de la Naturaleza en esta etapa tendrán como finalidad el desarrollo de una serie de capacidades, que se encuentran enumeradas concretamente en nueve puntos, de entre las cuales, las más relacionadas con la presente unidad son las siguientes:

1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de las ciencias de la naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos tecnocientíficos y sus aplicaciones.
2. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.
3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otros, argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.
5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas.

9. Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.

5.3 Objetivos didácticos de la unidad

Los objetivos didácticos en el actual Sistema Educativo no se han de considerar como metas terminales sino que tienen un carácter gradual por lo que nos guían y orientan para la planificación y puesta en práctica del proceso enseñanza aprendizaje.

Estos objetivos están definidos en términos de capacidades, entendidas como la potencialidad que un alumno tiene para realizar una actividad determinada. Es decir, estos objetivos deciden “que el alumno sea capaz de...” Estas capacidades deben permitir al alumnado desarrollar y alcanzar las competencias básicas establecidas para la ESO, según Anexo II del Real Decreto 1631/2006^[2]. Se ha procurado, al definirlos, que sean claros y precisos por un lado y, por otro, suficientemente flexibles para poder acomodarlos a los distintos ritmos de aprendizaje y a la diversidad de alumnado que nos vamos a encontrar en el aula.

Estos objetivos son propios de cada unidad didáctica, y concretando para esta unidad en la que nos encontramos, los objetivos didácticos que nos hemos propuesto alcanzar son:

1. Analizar la trascendencia histórica de la confrontación del heliocentrismo frente al geocentrismo y el papel que jugó la Astronomía en su resolución.
2. Interpretar los cambios producidos en las teorías sobre el origen y evolución del universo y comparar con los conocimientos actuales.
3. Analizar la síntesis newtoniana como un paso fundamental e ineludible hacia el modelo cosmológico actual.
4. Describir la existencia de una interacción gravitatoria e interpretar cómo actúa sobre los cuerpos.
5. Formular la teoría de la gravitación universal.
6. Identificar la fuerza centrípeta como causa de movimientos circulares.
7. Distinguir entre masa y peso.
8. Identificar algunas de las aplicaciones de la ley de gravitación universal, utilizando los conocimientos sobre la fuerza de la gravedad para explicar el movimiento de los planetas, los satélites, las mareas y las trayectorias de los cometas.
9. Aplicar la ley de la gravitación universal a la resolución de problemas variados.
10. Describir la Teoría de la Relatividad Especial y la Teoría de la Relatividad General.

11. Describir el modelo cosmológico actual.

6. COMPETENCIAS

Con las competencias nos referimos a la forma en la que una persona moviliza o pone en juego múltiples recursos personales (habilidades, actitudes, conocimientos, experiencias...) para enfrentarse y resolver con éxito una tarea o problema en una situación o en un contexto determinado. Ésta se considera **básica** cuando su aprendizaje está dirigido a actuar de manera activa y responsable en la construcción del proyecto de vida personal y social.

Las **competencias básicas** constituyen y garantizan un salario cultural mínimo que debe recibir y alcanzar todo ciudadano para que pueda vivir integrado en la sociedad. El Real Decreto 1631/2006^[2] establece ocho competencias básicas para garantizar los resultados esperables de un alumno cuando finaliza la ESO. Desde nuestra materia de Física y Química podemos contribuir al logro de dichas competencias:

- 1) *Competencia en comunicación lingüística.*
- 2) *Competencia matemática.*
- 3) *Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico y natural.*
- 4) *Competencia en el tratamiento de la información y competencia digital.*
- 5) *Competencia social y ciudadana.*
- 6) *Competencia cultural y artística.*
- 7) *Competencia para aprender a aprender.*
- 8) *Competencia para la autonomía e iniciativa personal.*

En esta unidad vamos a contribuir al desarrollo de algunas de estas competencias del siguiente modo:

COMPETENCIA DESARROLLADA	CONTRIBUCIÓN A LAS COMPETENCIAS BÁSICAS							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Adquirir y usar la terminología científica, lectura y comprensión de textos, uso correcto de la expresión oral y escrita.	●		●			●		
Adquirir y poner en práctica la destreza matemática necesaria para resolver ejercicios numéricos con la ley de gravitación universal y las leyes de Kepler.		●	●				●	
Comprender la importancia de la inversión en I + D en el campo aeroespacial, desde donde los satélites artificiales reportan calidad de vida y avances científicos.			●		●			
Fomentar el trabajo en equipo a través de los debates realizados en clase y defender adecuadamente las opiniones expuestas.			●		●			●
Aprender a observar el mundo que nos rodea, despertando el interés por descubrir nuevos conocimientos que nos permitan entender los principios básicos que rigen el medio físico y natural			●			●		
Manejar el ordenador (uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación) para buscar y obtener información, así como manipular software de simulación que ayuden a comprender los conceptos aprendidos.			●	●				
Organizar los conocimientos aprendidos en mapas conceptuales y usarlos para resumir y relacionar conceptos básicos.	●		●				●	●

7. CONTENIDOS

El currículo de Física y Química en la Educación Secundaria Obligatoria se encuentra integrado en el área de Ciencias de la Naturaleza y formula los contenidos básicos a trabajar, lo cual supone una primera etapa en la determinación y selección de contenidos. El Real Decreto 1631/2006^[2] establece los contenidos básicos de la materia de Física y Química agrupados en cinco bloques:

Bloque 1. Contenidos comunes.

Bloque 2. Las fuerzas y los movimientos.

Bloque 3. Profundización en el estudio de los cambios.

Bloque 4. Estructura y propiedades de las sustancias. Iniciación al estudio de la química orgánica.

Bloque 5. La contribución de la ciencia a un futuro sostenible.

Los contenidos que se presentan en esta unidad están en concordancia con los contenidos que describe el bloque número dos Las fuerzas y los movimientos.

El desarrollo de los objetivos se logra, entre otras cosas, con el tratamiento de los contenidos. Los contenidos hacen referencia a “lo que vamos a enseñar” es esta unidad. Es necesario diferenciar que los contenidos a desarrollar son de tres tipos: conocimientos, destrezas, actitudes, que se detallan a continuación.

7.1 Conocimientos

Estos contenidos conforman el saber teórico o relacionado con el conocimiento, que permiten formar estructuras conceptuales con las informaciones, conceptos, principios y teorías que constituyen el conocimiento científico. La simple memorización no nos asegura su comprensión. Los mapas conceptuales pueden ser una estrategia interesante y oportuna para trabajar los conceptos. Los contenidos de carácter conceptual a desarrollar en esta unidad se representan marcados con el ***símbolo •***.

7.2 Destrezas

Estos contenidos conforman el saber hacer o relacionado con el conocimiento práctico y metodológico. Se refieren a las capacidades de formar estructuras procedimentales con las metodologías, procedimientos y técnicas habituales de una disciplina para operar exitosamente sobre ellas.

Los procedimientos son el conjunto de acciones ordenadas y orientadas a la consecución de una meta. El aprendizaje de estas acciones no se cumple con el simple conocimiento de ellas, el alumno debe ser capaz de realizarlas. Esta es una aplicación inmediata del gran dogma de la pedagogía que afirma que aquello que se escucha o se lee se conoce, lo que se ve es lo que se comprende, pero *“sólo aquello que se hace se logra aprender”*. En esta unidad los contenidos de carácter procedimental se presentan marcado con el ***símbolo ••***.

7.3 Actitudes

Estos contenidos conforman el saber ser o relacionadas con el saber social, las actitudes y los valores. Se refieren a la predisposición a la adopción de determinadas actitudes o hacia determinados tipos de percepción, valoración o acción.

La actitud es la tendencia que existe a comportarse de un modo determinado. En esta unidad los contenidos de carácter actitudinal a desarrollar se presentan marcado con el *símbolo* ●●●.

7.4 Descripción de contenidos

- La Astronomía como ciencia observacional.
 - Capacidad para observar el cielo nocturno y diurno, aplicando los conocimientos adquiridos.

- La posición de la Tierra en el Universo: Teorías geocéntricas y heliocéntricas.
 - Sistema geocéntrico ptolemaico.
 - Sistema heliocéntrico copernicano.
 - Comparación de los modelos más importantes del Universo que la humanidad ha desarrollado a lo largo de la historia.
 - Interés en recabar información histórica sobre la evolución de las explicaciones científicas a problemas planteados por los seres humanos.

- Argumentos de Galileo a favor del modelo heliocéntrico.
 - Debatir, reflexionar y argumentar.
 - Valoración de la pugna entre las posturas heliocéntricas y geocéntricas como el triunfo de la investigación científica frente al dogmatismo.
 - Valoración y respeto hacia las opiniones de otras personas y tendencia a comportarse respetuosamente hacia éstas, sin prejuicios.
 - Aceptación de que los modelos teóricos son provisionales y susceptibles de cambios y mejoras.
 - Interés y participación en debates y puestas en común relacionados con algunos de los temas tratados en clase, mostrando respeto hacia las opiniones de los demás y defendiendo las propias con argumentos basados en los conocimientos científicos adquiridos.

- Las leyes del movimiento planetario.

- Leyes de Kepler.
 - Representación gráfica de modelos que expliquen el movimiento de los planetas alrededor del Sol.
 - Aplicación de las leyes de Kepler y realización de cálculos en casos prácticos.

- La Ley de la Gravitación Universal.

- Aplicación de la ley de gravitación universal y realización de cálculos en casos prácticos.
- Cálculo de la aceleración de la gravedad y el peso de un cuerpo a diferentes alturas respecto de la superficie de un planeta (Tierra, Marte, Júpiter, Venus...).
- Comparación entre las conclusiones de los ejercicios realizados y las hipótesis formuladas inicialmente.
 - Reconocimiento de la síntesis newtoniana como pilar de la Física clásica.

- Consecuencias de la ley de gravitación.

- Variación de la intensidad de la gravedad.
 - Descripción de las situaciones que se derivarían de una falta de gravedad para valorar su importancia.
 - Reconocimiento de la necesidad de la experimentación para comprobar los modelos teóricos.
- Movimiento de planetas y satélites.
 - Determinar parámetros de satélites con órbita circular (radio de giro constante).
- Las mareas.

- Ideas actuales sobre el origen y evolución del universo.

- Introducción a la Teoría Especial de la Relatividad.
- Introducción a la Teoría General de la Relatividad.
- Concepción actual del Universo.
 - Big Bang.
 - Big Chill.
 - Big Crunh.
 - Valoración de la perseverancia de los científicos a la hora de intentar explicar los interrogantes que se plantea la humanidad y reconocimiento de su trabajo.

- Aceptación de que los modelos teóricos son provisionales y susceptibles de cambios y mejoras.
 - Apreciación del ingente tamaño y edad del universo en comparación con los órdenes de magnitud que empleamos habitualmente.
 - Interés por la ampliación de conocimientos, por ejemplo, a través de libros y páginas web de divulgación científica, aceptando que aún existe interrogantes acerca del Universo sin resolver.
-
- Que el alumno se responsabilice de mantener cierto orden y claridad en las actividades, informes y trabajos presentados.
 - Que sea respetuoso con el material escolar.
 - Que desarrolle hábitos de estudio y de trabajo, tanto individualmente como en grupo.

8. CONTENIDOS TRANSVERSALES

La persecución a la que fueron sometidos muchos de los científicos (Copérnico, Galileo, etc.) por defender unas ideas en contra del pensamiento de la época, puede ser un punto de partida para abordar aspectos relacionados con la **Educación moral y cívica** y la **Educación para la paz**, tratando aspectos derivados de la intransigencia de algunas personas ante las ideas de otros.

9. ORIENTACIONES METODOLÓGICAS

La puesta en marcha de las sesiones requiere utilizar distintos estilos de enseñanza, y aunque preferentemente tendremos una línea metodológica con cierta orientación constructivista, haremos uso de otros modelos didácticos como son:

- El modelo expositivo-transmisor, del que debemos evitar su abuso, con el fin de conseguir una mayor motivación y participación del alumnado hacia la realización de actividades.
- El modelo dialogal-socrático, basado en el diálogo, el debate y la confrontación de ideas e hipótesis.
- El modelo de “pequeñas investigaciones” o de “resolución de problemas” a través de observación de hechos naturales y cotidianos, problemas interdisciplinares y problemas numéricos, para trabajar sobre todo los contenidos de tipo procedimental.

A partir de estas orientaciones la clase se desarrollará bajo una metodología activa, creativa y participativa, dando protagonismo al alumnado, en la que nosotros vamos a ser el elemento orientador y motivador que canalice las actividades del alumnado. Se potenciará la actividad constructiva del alumnado, basada en el trabajo personal, facilitándose la construcción significativa de los contenidos. Por otra parte se dirigirá y supervisará el proceso de aprendizaje interactivo, donde el alumnado aprenda de diversas fuentes y recurso didácticos. Así el propio alumnado irá modificando sus ideas previas o esquemas de conocimiento. Todo esto se logrará principalmente mediante 3 estrategias didácticas como son: *atención al alumnado, la exploración y la motivación*.

- a. La **atención al alumnado** es función de los distintos niveles de partida y los diversos ritmos de aprendizaje. Tenemos que considerar en todo momento que sólo debemos presentarle al alumno aquellos conocimientos que él es capaz de asimilar solo o con nuestra ayuda. Hay que ayudarles a reflexionar, criticar y relacionar sus propias ideas anteriores con los nuevos conocimientos que se incorporan y contrastar si ha habido un progreso positivo en sus conocimientos.
- b. Para poner en práctica lo anterior es necesaria la **exploración** de los **conocimientos previos** del alumno sobre el tema a estudiar que permita detectar deficiencias o incorrecciones en sus ideas para poder diseñar así la estrategia didáctica más adecuada y corregirlas a través del proceso de enseñanza con el propio trabajo del alumnado.
- c. La **motivación**, es fundamental para **despertar el interés y curiosidad** del alumnado hacia los conocimientos que se quieren enseñar. Para ello se relacionan los contenidos con su entorno y situaciones de la vida cotidiana lo que le facilitará la interpretación de hechos y fenómenos, y así se encuentre utilidad a los conocimientos que va a aprender. Es decir, vamos a ir desde la anécdota cotidiana hasta la ley o principio. También realizaremos en clase algunas experiencias sencillas y prácticas, logrando así un **aprendizaje significativo difícil de olvidar para el alumno**.

Algunos principios pedagógicos actualizados son los siguientes:

PRINCIPIOS PEDAGÓGICOS ACTUALIZADOS	
ACTIVIDAD Y PARTICIPACIÓN	El alumnado no debe acumular conocimientos por la vía pasiva, sino actuar, cuestionarse y participar en su propio proceso de aprendizaje. De igual modo, debe ser encontrarle sentido y utilidad a lo que aprende.
MOTIVACIÓN Y AUTOESTIMA	Un alumnado motivado aprende más fácilmente, lo que le reporta una gran autoestima.
APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS	A través de los principios de contenidos significativos y conocimientos previos.
GLOBALIZACIÓN	De los contenidos (relacionados alrededor de un eje) y desarrollo global (estímulo de todas las capacidades personales del alumnado).
PERSONALIZACIÓN	Hay que educar a personas concretas, y debemos tener en cuenta las circunstancias de cada una de ellas.
INTERACCIÓN	El alumnado debe sentirse parte del grupo, con capacidad de ser consciente del punto de vista de sus compañeros.
INTERDISCIPLINARIDAD	Mostar al alumnado la relación entre las diversas materias.
GRADUALIDAD Y PROGRESIÓN	El avance lento, pero continuo del alumnado, que aportará seguridad.
AFECTIVIDAD	El alumnado que se siente querido goza de seguridad en sí mismo.
EDUCACIÓN EN VALORES	Transversalidad.

También debemos destacar que el proceso de enseñanza aprendizaje estará vinculado al uso del ordenador como herramienta de apoyo a fin de que el alumnado encuentre el aprendizaje desde un aspecto más atractivo, motivador e interesante.

Según se vaya avanzando en los contenidos propuestos para esta unidad, las actividades han quedado divididas en tres bloques: **de inicio, de desarrollo, de cierre o acabado**, que se describen en el siguiente apartado. Para el desarrollo de esta unidad didáctica vamos a utilizar distintos recursos didácticos, que se encuentran recogidos en el ANEXO, de forma específica para esta unidad, incluyendo los libros de texto ^{[5], [6], [7]} que hemos seguido para elaborar esta unidad.

9.1 Actividades de enseñanza – aprendizaje (secuenciación)

INICIO

Estas actividades se realizan con el fin de conocer las ideas, opiniones, aciertos o errores conceptuales del alumnado sobre los contenidos a desarrollar. Con estas actividades también vamos a tratar de despertar el interés de los alumnos y alumnas sobre la realidad que han de aprender.

DESARROLLO

Utilizaremos distintas actividades de desarrollo, cuya finalidad será permitir a los alumnos y alumnas conocer los conceptos, procedimientos, actitudes así como que puedan comunicar a otros la tarea hecha. En estas actividades se aplican los nuevos aprendizajes.

CIERRE / ACABADO

El diseño de las actividades de cierre se ha programado para su realización al final de la unidad, cuya finalidad será dar una visión de síntesis - resumen acerca de lo visto a lo largo de la unidad, así como reforzar los contenidos en los que los alumnos y alumnas hayan tenido más dificultad.

BLOQUE DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES E - A
INICIO	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de ideas previas (cuestionarios). - Actividades de introducción-motivación.
DESARROLLO	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades de desarrollo de contenidos. - Actividades interactivas. - Actividades experimentales. - Actividades de lectura y comprensión. - Actividades de síntesis. - Actividades de ampliación de contenidos.
CIERRE / ACABADO	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades de refuerzo y repaso. - Actividades complementarias. - Actividades de resumen (mapas conceptuales) - Actividades evaluativas.

10. EVALUACIÓN

La evaluación será continua en cuanto que estará inmersa en el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado con el fin de detectar las dificultades en el momento en que se producen, averiguar sus causas y actuar en consecuencia, adoptando las medidas necesarias que permitan al alumnado continuar con su proceso de aprendizaje.

Se evaluará al alumnado tanto en su evolución personal como en su participación en el grupo. Esta evaluación, que pretende ser cualitativa y cuantitativa, se llevará a cabo mediante la observación, el diálogo y el intercambio constante entre el profesor y el alumnado, además de con la realización de las actividades de evaluación.

También tendremos en cuenta la destreza mental de los alumnos y alumnas, su capacidad para la formulación de hipótesis, así como cualquier otro aspecto que ayude a la formación del alumnado como persona dentro de una sociedad, ocupándonos tanto del carácter terminal como propedéutico de la etapa.

Para poner en práctica lo anteriormente comentado será necesario llevar a cabo 4 tipos de evaluación:

- **EVALUACION INICIAL**: Se realizará al inicio de la unidad didáctica con el fin de extraer información de las capacidades, conocimientos e ideas previas que poseen los alumnos y alumnas y que nos permitan marcarnos objetivos concretos y determinar el grado de dificultad de las actividades, así como diseñar la estrategia didáctica más adecuada para ellos. El bloque de ***actividades enseñanza - aprendizaje de inicio*** sea diseñado además de con la intención motivadora, con la finalidad de llevar a cabo esta evaluación inicial.
- **EVALUACIÓN CONTINUA**: Pretende superar la relación evaluación - examen o evaluación - calificación final del alumnado, y centra la atención en otros aspectos que se consideran de interés para la mejora del proceso educativo. Por eso, la evaluación continua se realizará a lo largo de todo el proceso de aprendizaje de los alumnos y alumnas y está más enfocada a describir e interpretar, más que a medir y calificar. El bloque de ***actividades enseñanza - aprendizaje de desarrollo*** se ha diseñado con este objetivo.
- **EVALUACION FINAL**: Su propósito es conocer y valorar los resultados conseguidos por el alumno al finalizar el proceso de enseñanza - aprendizaje de la unidad. Así también recibe el nombre de evaluación sumativa, ya que supone un instrumento más de comprobar el seguimiento y cumplimiento los objetivos propuestos

alcanzar, especialmente al final de la unidad. No es la única forma de evaluar como ya hemos visto, ni tampoco la más importante, sino un instrumento más y como tal cumple su papel, no podemos considerarla como un medio para conseguir un fin.

- **EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA:** Conviene también que planteemos un modo, un momento e incluso unos criterios, para evaluar nuestro propio trabajo como docentes y comprobar si nuestras estrategias didácticas y metodología están siendo eficientes y eficaces, y por tanto, se adaptan a las necesidades de nuestro alumnado. Son pequeños cuestionarios donde se valoran los recursos utilizados por el profesor sobre una escala cualitativa tipo likert, que nos van a permitir tomar decisiones sobre el proceso enseñanza – aprendizaje llevado a cabo, realizando las modificaciones y actualizaciones que se estimen oportunas.

TIPOS	PARA QUÉ EVALUAR	QUÉ EVALUAR	CÓMO EVALUAR	CUÁNDO EVALUAR
INICIAL	- Establecer el punto de partida del proceso de E-A.	- Ideas previas - Niveles de partida - Actitudes, valores e intereses.	- Evaluación inicial. - Test de ideas previas.	- Inicio del curso. - Inicio de cada unidad didáctica.
CONTINUA	- Conocimiento de la evolución del proceso de E-A. - Formulación de informes periódicos. - Modificación de estrategias didácticas.	- Objetivos y CC.BB. - Contenidos. - Progresos. - Dificultades del proceso de E-A. - Metodología aplicada.	- Observación. - Test. - Pruebas abiertas. - Actividades. - Trabajos. - Actitudes. - Asistencia.	- Durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. - Al finalizar cada unidad didáctica. - Durante cada evaluación.
FINAL	- Determinación del grado de consecución de Objetivos y CC. - Niveles alcanzados por la Programación Didáctica.	- Objetivos y CC alcanzadas. - Contenidos. - Programación Didáctica.	- Pruebas globales - Interpretación y valoración global de observaciones y actitudes. - Valoración de resultados.	- Al final del proceso de enseñanza y aprendizaje. - Al finalizar el curso.

⇒ Usaremos también una lista de control de evaluación de competencias básicas, en la cual la evaluación de las mismas se llevará a cabo con una escala cualitativa alfabética de la *a* a la *f*, cuya significación es:

- a. La alcanza con excelencia.
- b. Lo alcanza satisfactoriamente.
- c. Alcanza lo básico imprescindible.
- d. No la alcanza, pero está en proceso.
- e. No la alcanza, pero se esfuerza.
- f. Ni la alcanza, ni se esfuerza.

TRIMESTRE:	COMPETENCIA BÁSICA							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ALUMNO:								
1.								
2.								
5.								

10.1 Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación establecidos para la unidad están directamente relacionados con los objetivos didácticos planteados para la misma (descritos anteriormente en el apartado correspondiente).

Estos, nos van a permitir evaluar el grado de adquisición de las capacidades y contenidos programados inicialmente en los objetivos y, por tanto, el grado de cumplimiento de los mismos, mediante los siguientes criterios de evaluación:

1. Analiza la trascendencia histórica de la confrontación del heliocentrismo frente al geocentrismo y el papel que jugó la Astronomía en su resolución.
2. Interpreta los cambios producidos en las teorías sobre el origen y evolución del universo y comparar con los conocimientos actuales.
3. Analiza la síntesis newtoniana como un paso fundamental e ineludible hacia el modelo cosmológico actual.
4. Describe la existencia de una fuerza gravitatoria e interpreta cómo actúa sobre los cuerpos.
5. Formula la teoría de la gravitación universal.
6. Identifica la fuerza centrípeta como causa de movimientos circulares.
7. Distingue entre masa y peso.

8. Identifica algunas de las aplicaciones de la ley de gravitación universal, utilizando los conocimientos sobre la fuerza de la gravedad para explicar el movimiento de los planetas, los satélites, las trayectorias de los cometas, la duración de un año, los eclipses, las mareas, las estaciones...
9. Aplica la ley de la gravitación universal a la resolución de problemas variados.
10. Describe la Teoría de la Relatividad Especial y la Teoría de la Relatividad General.
11. Describe el modelo cosmológico actual.

10.2 Instrumentos e indicadores de evaluación

Para evaluar las tareas propuestas se seguirán los siguientes indicadores e instrumentos de evaluación:

INDICADORES DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
Su motivación hacia los contenidos de la actividad, que se manifestará en su participación y cooperación en el aula, en las puestas en común y en las manifestaciones orales	Observación directa Lista de control
Su esfuerzo para terminar las actividades individuales y la calidad del material elaborado	Cuaderno de clase Producciones escritas del alumnado
El cumplimiento de los plazos de entrega de las actividades y tareas de casa	Cuaderno de clase Lista de control
Su actitud de respeto a las opiniones ajenas y su participación e interés en las actividades	Observación diaria del profesorado
La comprensión y asimilación de la terminología específica	Cuaderno de clase, trabajos, autoevaluación, pruebas de opción múltiple, de verdadero/falso, de emparejamiento...Examen o prueba escrita
Los informes y actividades presentadas, orden, claridad, uso correcto de la expresión escrita...	Producción escrita, presentaciones

10.3 Criterios de calificación

Para el desarrollo del curso escolar se ha establecido conveniente seguir los siguientes criterios de calificación, aplicables a cada unidad:

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN	PORCENTAJE
Observación: - Actitud en clase, interés, motivación y participación.	20%
Realización de actividades y cumplimiento de tareas: - Revisión del cuaderno. - Trabajos prácticos. - Trabajos en grupo. - Comentarios de texto. - Cumplimiento de los plazos de entrega de tareas. - Calidad del material presentado / Expresión escrita.	20%
Pruebas específicas / Control escrito: - Conocimientos, competencias, expresión escrita.	60%

11. DESARROLLO DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD

A continuación vamos a describir cómo vamos a desarrollar la unidad, indicando los contenidos presentados, las actividades que se realizarán, así como indicaciones para el docente sobre la metodología que vamos a seguir (dichas indicaciones se encuentran enmarcadas en los cuadros de texto con tipo de letra cursiva y color más claro). Las actividades se encuentran enumeradas (**A**) y acompañadas tanto del objetivo que persigue (**O**) y la competencia a desarrollar (**C**).

Antes de empezar

✓ *Resulta muy interesante y recomendable, conocer cuáles son los conocimientos que tiene el alumnado acerca de los contenidos a tratar en esta unidad. Esto nos permitirá diseñar una estrategia didáctica adecuada en la que podremos decidir qué puntos son necesarios tratar con mayor profundidad y adecuar el nivel de dificultad de la unidad.*

*Por ello comenzaremos con la realización de un test individual de ideas previas (recogido en ANEXO como actividad **A1.a**) de forma que podamos estudiar posteriormente sus respuestas. Este test también se realizará al final de la unidad para contrastar si ha habido un progreso positivo en las ideas del alumnado.*

*Continuaremos con la resolución de un cuestionario de ideas conceptuales previas (actividad **A1.b**, recogido en el ANEXO) que a la vez sirva para introducir la unidad y mostrar al alumnado la utilidad de la misma, despertando su interés. Hemos obtenido alguna información de interés del artículo de “La enseñanza del sistema Sol-Tierra desde la perspectiva de las ideas previas”^[12]. Una vez analizadas las respuestas en una puesta en común comenzaremos a desarrollar la unidad.*

1. LA REVOLUCIÓN DE LA ASTRONOMÍA

✓ *Este apartado requiere una breve exposición por parte del profesor, que bien puede ser realizada por parte de los alumnos haciendo una lectura del texto, trabajando así la Competencia en comunicación lingüística.*

El movimiento de los cuerpos en la superficie de la Tierra ha sido y es el origen de numerosos estudios. No menos numerosos han sido los intentos de dar una explicación coherente al movimiento de los cuerpos celestes (estrellas, planetas, satélites, cometas, asteroides...). En todas las culturas y desde muy antiguo han mirado al cielo tratando de distinguir los cuerpos que componen el Universo y explicar sus movimientos.

Los primeros astros que atrajeron la atracción de nuestros ancestros fueron el Sol y la Luna. Por eso el día solar y el mes lunar (tiempo entre dos lunas llenas) son las unidades de tiempo empleadas en primer lugar por pueblos de cualquier parte del mundo.

Las estrellas fijas y su movimiento nocturno atrajeron después la atención de los hombres. Con ellas aprendieron cómo navegar orientándose por la estrella más cercana al centro del movimiento celeste. La estrella Polar es una de las más brillantes que se encuentran en la bóveda celeste, ésta aparece en el centro de las trayectorias circulares que parecen describir las otras estrellas por efecto de la rotación terrestre, y antiguamente servía para orientarse. Actualmente existen sistemas avanzados de orientación como el GPS, que veremos más adelante.

Además, observaron que las estrellas cambiaban de posición si viajaban a lejanas tierras. Sus observaciones de la navegación les llevaron a obtener conclusiones que se han ido modificando a lo largo de la historia.

1.1 El Universo de los griegos: modelos geocéntricos

Desde la antigüedad más remota hasta el tiempo de los griegos la humanidad pensó que la Tierra era plana. Sin embargo hacia el año 500 a. C. Hecateo de Mileto resumía la cosmología del momento de acuerdo con el pensamiento ancestral: "La Tierra tenía la forma de un disco con Grecia, naturalmente, en su centro". El disco, de unos 10.000 kilómetros de diámetro, estaba rodeado por el río Océano en toda su periferia. Este río penetraba en su interior formando el mar Mediterráneo. La Tierra y el mar que la rodeaba estaban dentro de una semiesfera transparente, semejante a una quesera, donde se encontraban sujetas las estrellas fijas.



La civilización griega, tan proclive a la abstracción, pronto se da cuenta de que la interpretación mítica del mundo no logra responder a sus interrogantes. Así, tal y como hicieron los egipcios, empezaron a extraer conocimientos prácticos del estudio del cielo. Conocimientos que en lugar de dirigirse a una práctica temporal (conocimiento de las estaciones y de los cambios climáticos para aplicar a sus cosechas), se dirigieron hacia la creación de una práctica espacial, ya que su interés residía más en la orientación de sus barcos que en el clima. No obstante ésta práctica del conocimiento del cosmos, tampoco satisfacía su mentalidad abstracta, con lo que pronto se comenzaron a formular unos modelos matemáticos tendentes a dar explicaciones científicas a lo que los ojos podían vislumbrar en el firmamento.

✓ Realización de la actividad **A2 (O1, C4, C5)**. Forma un grupo de cinco compañeros y busca información acerca del origen de los horóscopos, cuál es su significado y si éstos tienen alguna base científica. Anota las conclusiones oportunas y selecciona un representante del grupo que exponga vuestras opiniones de forma justificada.

1.2 El cielo de Ptolomeo

Desde los tiempos más antiguos el ser humano reconoció la existencia de las estrellas y constelaciones que parecían moverse conjuntamente en el interior de una gran esfera giratoria cuyo centro sería la Tierra (modelos geocéntricos*).

*modelo geocéntrico: modelo que trata de explicar la posición de los astros considerando la Tierra como el centro del universo.

Además, otros siete astros (Sol, Luna, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno) atrajeron la atención de todo observador porque sus movimientos eran erráticos: parecían moverse entre las estrellas con movimientos irregulares cuando se observaban durante largos periodos de tiempo. Los filósofos griegos los bautizaron con el nombre de *planetas*.

CURIOSIDADES

La palabra **planeta** significa *vagabundo* o *errante* y se aplicaba a los astros que modificaban sus posiciones respecto a las estrellas fijas.

Cuenta la historia que Platón (427-347 a. C.) planteaba a sus alumnos la siguiente cuestión: “Las estrellas se mueven en trayectorias circulares perfectas alrededor de la Tierra, pero, ¿Cuales son las combinaciones de trayectorias circulares a lo largo de las cuales se mueven los planetas?”

Eudoxio de Cnidos (408-355 u. C.) intentó representar los movimientos planetarios mediante una colección de esferas móviles que giraban unas dentro de otras. Mas tarde, Apolonio (siglo III a. C.) e Hiparco (siglo II a. C.) desarrollaron un sistema en el que un planeta se movía en un círculo cuyo centro se movía en otro círculo. El trabajo de estos astrónomos permitió a Claudio Ptolomeo (100-170 d. C.) de Alejandría proponer sus teorías acerca del movimiento de los astros: un sistema de círculos moviéndose en otros círculos reproducía los movimientos observados con relativa exactitud denominados epiciclos.

Según el modelo geocéntrico de Ptolomeo:

1. La Tierra, estática y esférica, ocupa el centro del universo.
2. Las estrellas están fijas en una inmensa esfera que gira en torno a la Tierra.
3. El Sol, la Luna y los demás planetas giran en torno a la Tierra en órbitas circulares.
4. Las órbitas de los planetas son complejas: describen círculos (epiciclos) alrededor de una circunferencia excéntrica con la Tierra.

Para explicar el hecho de que los planetas parece que avanzan y retroceden en relación con las estrellas, inventó el concepto de epiciclo. Pensó que los planetas (P), giraban en torno a un punto imaginario (D), que, a su vez, recorre el círculo llamado deferente en torno a la Tierra (T). Pero el centro de la deferente no es la Tierra, sino un punto, O, exterior a ella. Para explicar la rapidez variable con que se movían los planetas, ideó el punto ecuante (E), alrededor del cual los planetas se movían uniformemente.

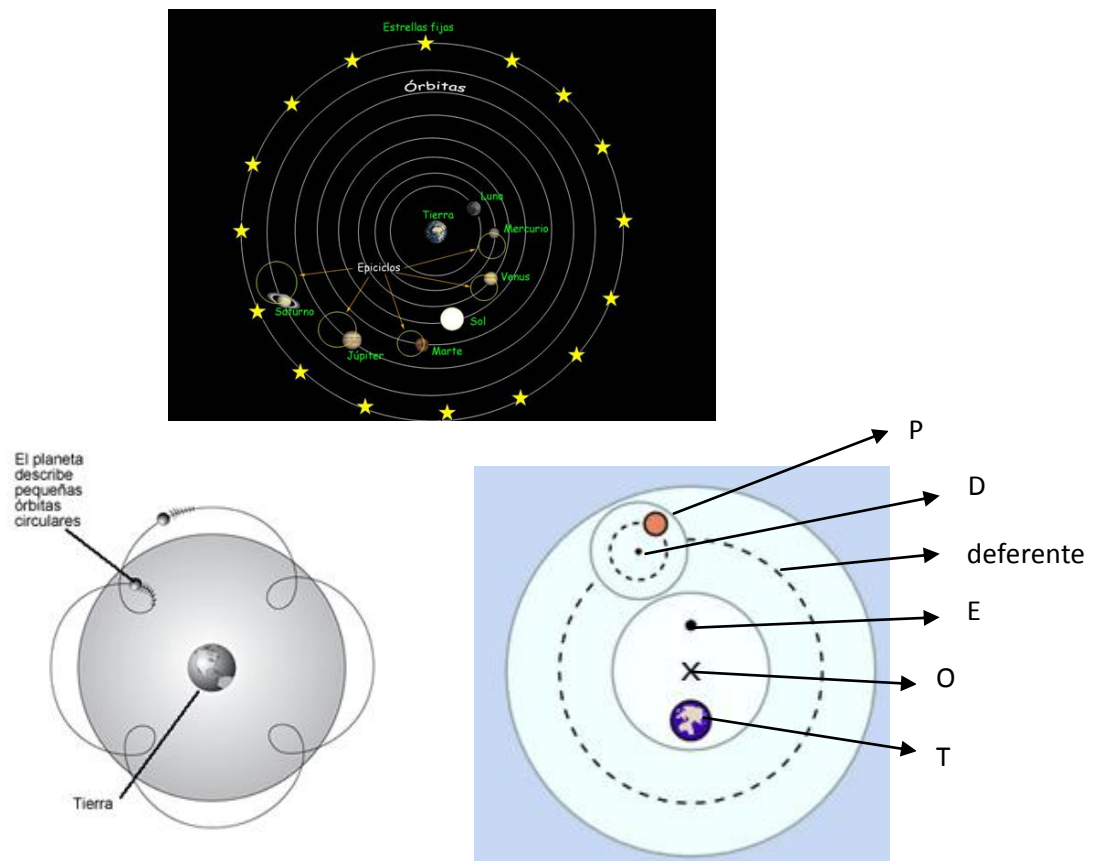


Imagen que describe el movimiento retrógrado de los planetas.

En el modelo notamos su obsesión por los círculos perfectos. Es la consecuencia lógica de las ideas sobre el Universo del filósofo griego Aristóteles, anterior a Ptolomeo y gran autoridad en el pensamiento filosófico del mundo grecolatino:

- El **mundo supralunar**, el de los astros, es perfecto y todos los movimientos son circulares.
- El **mundo sublunar**, el habitado por los hombres, es imperfecto y todos los objetos se disponen en él según su mayor o menor peso.

La filosofía del Universo de Aristóteles y la astronomía de Ptolomeo dominaron el pensamiento humano hasta el Renacimiento.

CURIOSIDADES

A Ptolomeo no le preocupaba si su modelo se ajustaba realmente al Cosmos real, lo que le interesaba era poder predecir con exactitud la posición de los planetas, lo que logró con una precisión muy buena para su época. En este aspecto, su modelo era tan correcto que permaneció indiscutible durante 1500 años.

✓ *Actividad A3 (O1, C6). A través del siguiente enlace:*

<http://astro.unl.edu/naap/ssm/animations/ptolemaic.html> accederás a una aplicación, en la que podrás comprender el “cielo de Ptolomeo”. Relaciona la actividad A2 con el calendario del zodiaco que aparece debajo de la figura. Fíjate que en este modelo se creía que el Sol giraba alrededor de la Tierra (ver A3 en ANEXO).

1.3 Sistema planetario de Copérnico: el heliocentrismo

El astrónomo polaco Nicolás Copérnico (1473-1543) entendía, que el sistema de Ptolomeo era demasiado complejo. Por eso eligió un centro distinto para el sistema de círculos.

Copérnico comprobó que el movimiento del conjunto de las estrellas fijas podía explicarse suponiendo que la Tierra poseía un movimiento de rotación. Asumiendo esta hipótesis, encontró que las orbitas de los planetas eran mucho más simples si se elegía el Sol como centro del sistema planetario. Su descripción del universo pasaba a ser un conjunto de esferas que giraban alrededor del Sol, teoría heliocéntrica. Aunque no fue el primero en pensar que la Tierra giraba alrededor del Sol, ya lo había hecho Aristarco de Samos (310 a. C. - 230 a. C.), sin aceptación en la Grecia clásica.

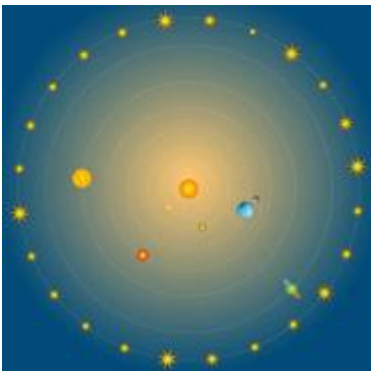
En uno de sus postulados escribía: “Todo movimiento aparente que se percibe en los cielos proviene del movimiento de la Tierra y no de algún movimiento del firmamento, cualquiera que fuere”.

Las ideas de Copérnico se oponían a la imagen de universo desarrollada desde Aristóteles. La cosmología medieval y la Física estaban basadas en la idea de que la Tierra, en reposo, era el “centro de todas las cosas”. Por ello Copérnico contó con muy pocos seguidores. Sin embargo, el sistema copernicano es una de las primeras teorías científicas modernas, caracterizadas por la audacia en la construcción de sus hipótesis.

Según el **modelo heliocéntrico** de Copérnico:

1. El Sol está inmóvil en el centro de las estrellas fijas, que no poseen ningún movimiento.
2. La Tierra y los demás planetas giran en órbitas circulares respecto al Sol.

3. La Tierra tiene además un movimiento de rotación diurno alrededor de su eje.
4. La Luna gira alrededor de la Tierra.



Modelo heliocéntrico de Copérnico^[8].

Con el modelo copernicano, los movimientos planetarios se explicaban con mayor facilidad, pero la idea de un sistema heliocéntrico, en una época en que comenzaba la reforma protestante, era muy polémica. En ciertos pasajes bíblicos se afirma la inmovilidad de la Tierra. Si la Tierra se movía alrededor del Sol, se ponía en cuestión esos pasajes. Eso era bordear la herejía.

Por eso, su libro "Sobre las revoluciones de los orbes celestes" ("De revolutionibus orbium coelestium") fue publicada por un discípulo sólo a la muerte de Copérnico, y con un prólogo, añadido por el discípulo, que explicaba que se trataba sólo de una hipótesis matemática. Es decir, la teoría heliocéntrica sería un truco geométrico para saber dónde están los astros en un momento dado, pero no se pretendía que correspondiera a la realidad física. A pesar de tales precauciones, esta obra acabó en el índice de libros prohibidos.



CURIOSIDADES

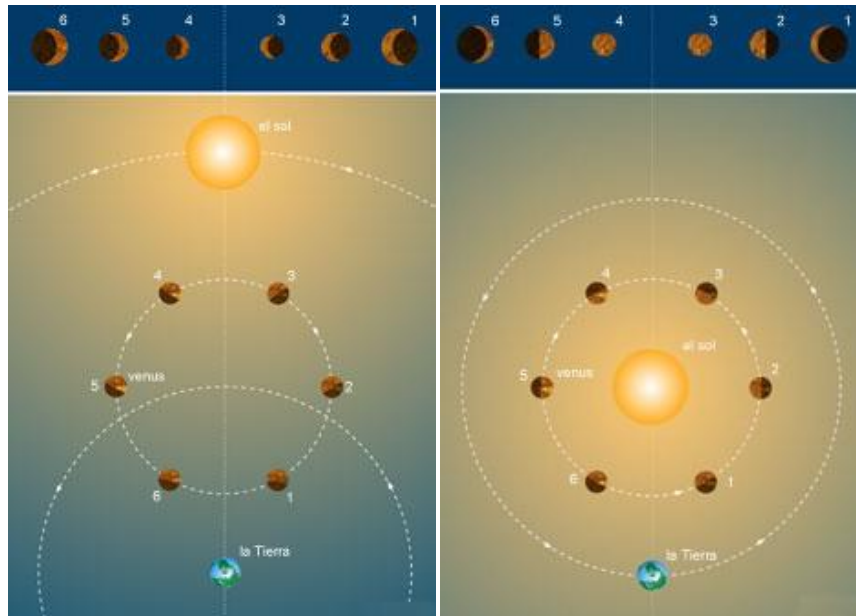
"La explicación más simple y suficiente es la más probable" (idea conocida como la navaja de Occam). A veces resulta difícil que este principio se imponga a los prejuicios establecidos. La teoría heliocéntrica encontró serias dificultades para ser aceptada.

1.4 Galileo confirma a Copérnico

Hay que tener en cuenta que Copérnico realizaba sus observaciones sin contar con los modernos aparatos de que disponemos hoy en día. El telescopio aún no había sido inventado. Aunque Lippershey es el reconocido inventor del telescopio, Galileo Galilei fue el primero en emplearlo para la Astronomía. En 1609, Galileo, que apoyaba las tesis

de Copérnico, construyó un pequeño telescopio de 20 aumentos con el que descubrió manchas solares, valles y montañas lunares, cuatro satélites de Júpiter y las fases de Venus, lo que indicaba que este planeta giraba alrededor del Sol.

1. Al observar el cielo nocturno vio muchas más estrellas que a simple vista. Comprendió que había estrellas que no podíamos ver a simple vista porque estaban demasiado lejos. Las estrellas están a diferentes distancias, no unidas a una superficie esférica como suponían los pensadores antiguos.
2. La Luna presentaba montañas, valles y cráteres como la Tierra. Era un planeta similar al nuestro, no el astro "perfecto" que imaginaba Aristóteles.
3. Venus presentaba fases como la Luna y cambiaba de tamaño. Evidentemente Venus giraba alrededor del Sol, no de la Tierra.
4. Júpiter presentaba 4 satélites que giraban a su alrededor. Era la prueba notoria de que la Tierra no era el centro de todos los giros celestes.



Justificación del distinto brillo que presentaba Venus según el modelo de Ptolomeo y el modelo de Galileo^[8].

✓ **Actividad A4 (O1, O2, C7).** Para que el alumno comprenda la aceptación que el mundo católico tuvo que hacer del modelo heliocéntrico a la luz de las observaciones, podemos proponer una pequeña actividad para descubrir la teoría de Galileo. Sólo le damos la figura del modelo de Ptolomeo.

Imagina que eres Galileo y observas las fases de Venus. A partir de la figura dada de modelo ptolemaico, diseña un esquema parecido y describe lo que observas con tu telescopio, y obtén las conclusiones oportunas. (Pista: cambia de posición Sol y Tierra respectivamente y elimina el epiciclo de Venus).

Desde entonces, convencido de que algunos cuerpos no giraban alrededor de la Tierra, comenzó a hablar y a escribir a favor del sistema de Copérnico, lo que le valió un juicio de la Inquisición. En 1633 fue obligado a abjurar y se le condenó a arresto domiciliario. Los ejemplares de sus libros fueron quemados y la sentencia fue leída en todas las universidades.

Esta situación fue consecuencia del sentir de una época en la que primaban las creencias sostenidas desde antiguo por los grandes pensadores y la religión frente a los incipientes pasos de una ciencia estructurada como tal. Hoy solo la ciencia cuestiona a la ciencia; un descubrimiento científico solo se invalida si no explica adecuadamente la realidad: teoría y experimentación caminan de la mano. En octubre de 1992, la Iglesia Católica pidió públicamente perdón por unos hechos acontecidos cinco siglos antes.

✓ **Actividad A5 (O1, O2, C1, C5, C8).** Lee el siguiente texto (“El sabio perseguido. Galileo y la Iglesia”, incluida en el ANEXO) y escribe un pequeño comentario con tu opinión acerca del suceso que le ocurrió a Galileo (extensión entre 8 y 10 líneas).

Una vez el alumno nos ha entregado su pequeña redacción, con la que podremos evaluar la competencia en comunicación lingüística y devolver al alumno el ejercicio corregido para que mejore la expresión escrita, realizaremos un diálogo - debate con los alumnos con el propósito de trabajar los contenidos transversales relacionados: “Educación moral y cívica” y “Educación para la Paz”.

El problema de los epiciclos (el que observando el movimiento de los planetas pareciera que avanzan y retroceden sobre el fondo de estrellas), fue interpretado por Ptolomeo como un movimiento real, mientras que Copérnico lo interpretó como un movimiento aparente, consecuencia de que la Tierra se mueve más rápido que, por ejemplo, Marte, y las distintas posiciones relativas de ambos planetas generan este movimiento aparente, pero no real.

Con frecuencia, los científicos dan distintas interpretaciones a un mismo fenómeno; de ahí la necesidad de experimentar, para confirmar un modelo y descartar otros.

✓ **Actividad A6^[5] (O1, O2, C1, C3).** Distingue y justifica que es un movimiento aparente y uno real, a partir de la figura. (ver A6 en ANEXO).

2. LAS LEYES DEL MOVIMIENTO PLANETARIO

2.1 Las Leyes de Kepler

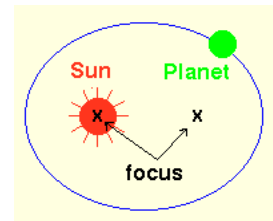
Contemporáneo de Galileo, Johannes Kepler (1571 -1630) también adoptó el modelo heliocéntrico. Al ser luterano (religioso cristiano protestante) y vivir fuera del alcance del Vaticano, pudo desarrollar libremente su investigación. Su hipótesis de partida era que los planetas orbitaban alrededor del Sol sobre círculos trazados en esferas perfectas, circunscritas a los poliedros regulares (tetraedro, hexaedro...).

Como base de su trabajo tenía los muy precisos datos de observación de Tycho Brahe, el último geocentrista, que dedicó su vida a lograr la mayor y más precisa colección de datos que ningún otro astrónomo (sin telescopio) había conseguido.

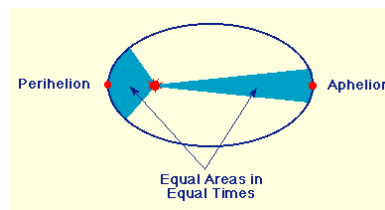
Estos datos no casaban con su hipótesis de partida. Tras muchos esfuerzos, su espíritu científico le llevó a aceptar su error inicial: Las órbitas de los planetas eran elípticas, no circulares.

Finalmente estableció las leyes del movimiento planetario, que no explicaban el porqué se movían así los planetas, pero si explicaba cómo se movían éstos (cinemática):

1ª Ley: Los planetas giran en órbitas elípticas, ocupando el Sol uno de los focos de la elipse.



2ª Ley: Los vectores de posición de los planetas barren áreas iguales en tiempos iguales.



3ª Ley: Los cuadrados de los periodos orbitales (T) de los planetas son proporcionales al cubo de los semiejes mayores de sus órbitas (R).

$$T^2 = k \cdot R^3 \qquad \frac{T^2}{R^3} = k \qquad \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3$$

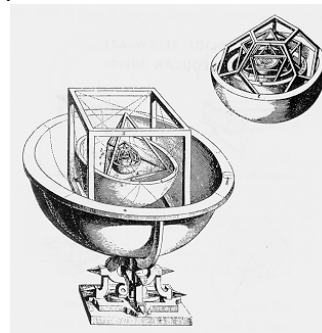
CURIOSIDADES

En la figura inferior se ilustra el modelo inicial de Kepler. En su modelo Kepler parte de una esfera exterior, que representa la órbita de Saturno dentro de la cual va inscribiendo sucesivamente: un cubo, la esfera de Júpiter, un tetraedro, la esfera de Marte, un dodecaedro, la esfera de la Tierra, un octaedro y finalmente la esfera de Mercurio.

La idea de Kepler, en la que el mundo real estaría representando figuras ideales, muy de acuerdo con la filosofía de Platón, parte simplemente del hecho de que vemos cinco planetas en el cielo (Mercurio, Venus, Marte Júpiter y Saturno) cantidad que coinciden con el número de poliedros regulares. Esa coincidencia, fruto de que a simple vista no vemos Urano o Neptuno, le parecía que no podía ser casual.

Su teoría era elegante y bella, pero Kepler **nos demostró que no debemos encariñarnos demasiado con nuestras propias ideas si no podemos demostrarlas.**

Se puede considerar un mérito añadido a la memoria de este científico su capacidad para asumir sus propios errores y establecer la primacía de la observación experimental como criterio de la verdad de una hipótesis.



✓ Actividad **A7 (O4, C3)**. A través del siguiente enlace:

<http://astro.unl.edu/naap/ssm/animations/ptolemaic.html> accederás a una aplicación, "Planetary Orbit Simulator" en la que podrás comprender LAS LEYES DE KEPLER. Trabaja modificando las variables y comprobando que se cumplen las relaciones establecidas por Kepler.

- Cambia la excentricidad de la órbita.
 - Cambia el tamaño del semieje mayor.
 - Compara las orbitas con las orbitas con las orbitas de los planetas del Sistema Solar.
 - ¿Cómo es la excentricidad de la órbita de la Tierra, muy acusada o es más bien circular?
- (Ver **A7** en ANEXO).

✓ **Actividad A8 (O4, C2).** Resuelve y piensa los problemas planteados a continuación para trabajar con las leyes de Kepler.

- Mercurio tiene una velocidad de 60 km/s cuando pasa por el perihelio a 46 millones de kilómetros del Sol. Debemos calcular:
 - a) Velocidad en el afelio, a 70 millones de kilómetros del Sol.
 - b) Semieje mayor de su órbita.
- El semieje mayor de la órbita de Marte es de 225 millones de km y su periodo es de 1,9 años. Sabiendo que la órbita de Júpiter es casi circular, ¿cuánto valdrá su radio si el periodo es de 11,9 años?
- Un satélite geoestacionario (siempre sobre el mismo punto del planeta) está a 36000 km sobre la superficie de la Tierra. ¿Qué periodo tiene otro situado a 3600 km de altura? Radio aproximado de la Tierra: 6400 km.

2.2 La ley de Gravitación Universal

El científico inglés Isaac Newton nació el mismo año en que falleció Galileo (1642). La leyenda dice que Newton descubrió el principio de gravitación universal reflexionando después de ver caer una manzana. La realidad es que Newton estudió concienzudamente los trabajos de Galileo sobre la caída de los cuerpos y de Copérnico y Kepler sobre el movimiento planetario antes de extraer sus propias conclusiones.

Analizando dichos trabajos y añadiendo los suyos propios, los fusiono en una estructura que sigue siendo hoy, cuatro siglos después, uno de los pilares fundamentales de la ciencia. No en vano, el matemático y físico Joseph Louis Lagrange (1736-1813), dijo: “Newton fue el más grande genio que ha existido y también el más afortunado dado que solo se puede encontrar una vez un sistema que rija el mundo».

En el tiempo transcurrido entre Copérnico y Newton se había producido un gran cambio en el pensamiento científico. Después de los trabajos de Galileo, se pensaba que debían existir leyes universales que rigieran el movimiento de los cuerpos. Leyes que, por otra parte, se pudieran aplicar a los movimientos terrestres y celestes.

¿Qué tomó de Galileo?

Galileo había estudiado la caída de los cuerpos tal como se muestra en la figura. Destaquemos que en el caso que nos ocupa, no hay medio material que transmita la fuerza. La interacción entre planetas y Sol se produce a través del vacío, sin intermediarios.



Según los principios de la Dinámica que el mismo Newton había introducido, siempre que un cuerpo posee una aceleración, el cuerpo está sufriendo una fuerza en la misma dirección y sentido.

Es decir que, todos los cuerpos experimentaban una fuerza hacia la Tierra, la fuerza que llamamos peso, dirigida hacia el centro terrestre. Resulta lógico pensar que es la Tierra la que ejerce esta fuerza.

Esta fuerza dependería de la masa del cuerpo y, según el principio de acción y reacción, cada cuerpo atraerá a su vez a la Tierra con la misma cantidad de fuerza con la que él es atraído.

¿Qué tomó de Copérnico?

Copérnico había establecido el modelo heliocéntrico que Galileo había demostrado. Los planetas giran alrededor del Sol en órbitas elípticas, muchas veces casi circulares. Esencialmente es un movimiento similar al de la figura de la onda de la figura. Para que este movimiento se produzca hace falta una fuerza centrípeta:

$$F_C = m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$



Donde m es la masa del objeto, v es su velocidad, r el radio de la trayectoria y ω la velocidad angular.

La fuerza que actuaba sobre los planetas y que les atraía hacia el Sol debía ser producida por el mismo Sol. Una vez más, aplicando el principio de acción y reacción, esta fuerza debería tener una correspondencia recíproca: cada planeta debe también atraer al Sol.

✓ Recordemos que la fuerza centrípeta ya la conocen, porque se vio en la correspondiente unidad de fuerzas (Dinámica) junto con las leyes de Newton.

¿Qué tomó de Kepler?

De las leyes de Kepler, Newton dedujo las condiciones matemáticas que debía cumplir la fuerza gravitatoria. De las dos primeras leyes keplerianas se deduce, como se demostrará en cursos superiores de Física, que sobre los planetas actúa una fuerza central, es decir una fuerza dirigida siempre hacia un mismo punto: el Sol.

La tercera ley establecía una relación concreta entre los periodos y los semiejes mayores de las órbitas que la fuerza gravitatoria debía cumplir.

CURIOSIDADES

Las discusiones científicas en la Royal Society de Londres se centraban en esta cuestión: ¿qué clase de fuerza ejerce el Sol sobre los planetas para que estos se muevan a su alrededor? El primer esfuerzo de Newton se dirigió a entender el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra. Vista desde la Tierra, la Luna sigue una trayectoria casi circular y por tanto, razonaba Newton, debía existir una aceleración hacia la Tierra y una fuerza que la provocara.

¿Cuál es la fuerza que hace que la Luna se mueva alrededor de la Tierra? Newton dijo que la respuesta a esa pregunta la descubrió un día que meditaba sentado en su jardín, cuando una manzana cayó al suelo; entonces pensó que si la Tierra ejercía una fuerza sobre la manzana, bien podía ejercerla también sobre la Luna. Concluyó que la fuerza de la gravedad es la misma fuerza centrípeta que hace girar los planetas alrededor de la Tierra. Newton desarrolló su idea de que todos los cuerpos se atraían entre sí y la plasmó en una ley asombrosamente sencilla que conocemos como **ley de la gravitación universal**.



Teoría de gravitación universal

La fuerza de atracción mutua que se crea entre dos cuerpos (cualquiera) es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa:

$$F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

G es una constante de proporcionalidad llamada constante de gravitación universal.

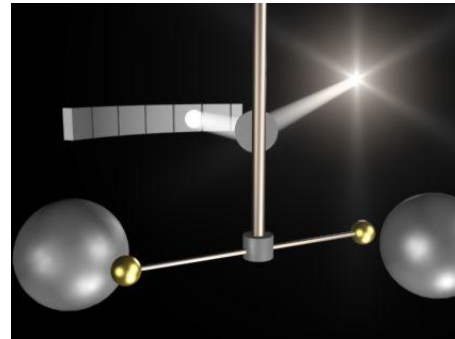
Con su principio de gravitación universal Newton había encontrado una ley igual para todos los cuerpos del Universo. La barrera entre cielos y Tierra se había superado. A partir de aquí se podía suponer que todos los cuerpos del Universo estaban sujetos a las mismas leyes físicas.

Como pronto veremos, el principio de gravitación universal permitía llegar a conocer características de los cuerpos celestes que nunca antes el hombre había pensado llegar a conocer. Así, hemos llegado a conocer la masa de planetas, soles y galaxias, a determinar su velocidad y tamaño, a calcular el peso de los cuerpos en su superficie.

2.3 La aportación de Cavendish

¿Por qué no se percibe la fuerza de gravitación entre cuerpos pequeños? La respuesta está en la pequeñez de la constante G .

Cavendish logró medirla mediante el dispositivo de la figura: dos grandes esferas de plomo atraen a dos pequeñas con muy poca fuerza, pero sí la suficiente para hacer girar el travesaño que las une y girar con éste el espejo a él unido. De este modo el espejo cambia ligeramente la posición de un rayo de luz que incide sobre una pantalla. Así Cavendish pudo medir la fuerza entre las esferas de plomo y calcular G .



La constante de gravitación universal es muy pequeña: $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{Kg}^2$

Su significado físico es la fuerza con que se atraen dos cuerpos de 1 kg de masa situados a 1 m de distancia. Observemos que esta fuerza es tan pequeña que no existe dinamómetro capaz de medirla directamente. El trabajo de Cavendish logró una gran precisión para las posibilidades técnicas del siglo XVII; aunque su experiencia se ha realizado con mejores instalaciones y más precisión, su valor sigue siendo esencialmente correcto.

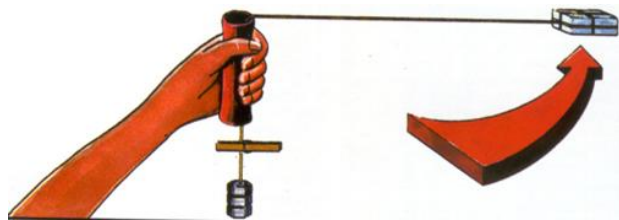
Decimos que es una constante universal porque no depende del medio que separa las masas que se atraen. Esto es, si medimos la fuerza con que se atraen dos masas de 1 kg en el vacío, y después dentro del agua, o en cualquier otro medio, siempre obtendremos el mismo valor.

✓ **Actividad A9 (O3, O4, O5, O6, C3, C7).** Para presentar este apartado vamos a asumir el papel de Newton e investigaremos a partir de hechos que observaremos. De estos hechos obtendremos unas conclusiones que servirán de premisas para formular la teoría de gravitación universal.

1º) Haremos la experiencia de la caída de cuerpos (ejemplo una carátula de plástico de un CD o un CD con el orificio central tapado con celo y un pequeño trozo de papel detrás), que al no existir fuerza de rozamiento caen al mismo tiempo. Primero soltaremos el conjunto con el CD sobre el papel y los alumnos pensarán que el CD empuja al papel en su caída. Cuando invertamos la posición del sistema, es decir el CD precede al papel en su caída, el esquema mental de los alumnos quedará cuestionado por ellos mismos (constructivismo). Es decir con esto, queremos que los alumnos comprendan que la atracción que ejerce la tierra sobre estos objetos no depende de un medio material y por tanto también existe en el vacío. Es decir obtendremos nuestra primera premisa:

- La acción de la gravedad se ejerce por igual sobre todos los cuerpos. (Aprovecharemos la situación para comentar la experiencia del “tubo de newton” la moneda y la pluma, y como el público aventuró que la moneda caería antes).

2º) Construiremos un dispositivo como el de la figura^[9]



El objeto que gira tira del contrapeso (y de la mano) con una fuerza igual de de sentido contrario a la centrípeta. Las magnitudes que intervienen en la rotación son: fuerza centrípeta, radio de giro, masa del cuerpo que gira y velocidad de giro. Simularemos que nuestra mano es la Tierra y el objeto la Luna (igual símil se puede hacer con Sol-Planeta). Así propondremos la segunda premisa:

- Suponemos que la órbita de la Luna o de un planeta es circular (insistiremos que es sólo una suposición para llegar al resultado ya que las órbitas planetarias son algo elípticas).

Entonces, admitiendo que, de forma aproximada, la trayectoria del planeta es circular, la fuerza centrípeta que actúa sobre el planeta es la gravitatoria, así que:

$$F_C = \frac{m v^2}{r} \quad \text{órbita circular: } v = \frac{2\pi r}{T} \quad \text{tercera ley de Kepler: } T^2 = k \cdot R^3$$

$$\text{sustituyendo } v: \quad F_C = \frac{m \cdot \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}}{r} = \frac{4\pi^2 \cdot m \cdot r}{T^2}$$

$$\text{sustituyendo 3ª ley de Kepler: } F_C = \frac{4\pi^2 \cdot m}{k \cdot R^2} \rightarrow F_C = k \frac{m}{R^2}$$

$$k = k' \cdot m_1 \quad (K \text{ es una constante que depende de la masa del cuerpo que ejerce la atracción})$$

Llegamos entonces a la **ley de la gravitación universal**:

$$(k'=G) \quad F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Esta demostración no es necesaria que los alumnos la aprendan ni sepan deducirla, en este nivel, ya que no es un objetivo de la unidad. Es más adecuada para niveles superiores, pero así hemos demostrado como Newton obtuvo una ley muy importante de forma sencilla.

✓ Actividad **A10 (O3, O4, C3)**. También para la descripción de este apartado hemos propuesto la visualización del siguiente video, que explica la evolución de los modelos para explicar los movimientos de los cuerpos celestes, desde la Tierra plana y el geocentrismo, hasta la Teoría de la Gravitación universal (ver **A10** en ANEXO). Resumen Isaac Newton y la gravedad:

<http://www.youtube.com/watch?v=vyBx4CsAHO4>

✓ Actividad **A11 (O4, O8, C3, C7)**. A través del siguiente enlace:

http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=My_Solar_System

Abre la aplicación "my Solar System" y crea tu propio Sistema Solar con el simulador de PhET "Interactive Simulations".

- Cambia la masa de los cuerpos y la distancia que los separa. ¿Qué relación existe entre la fuerza, la masa y la distancia que separa a dos cuerpos?

✓ **Actividad A12 (O4, O5, O6, O8, O9, C2).** Resuelve los problemas planteados a continuación para trabajar con la ley de gravitación universal.

- La Luna tiene aproximadamente $1/80$ de la masa terrestre, mientras que el Sol es aproximadamente 330.000 veces más masivo que nuestro planeta. Por otro lado, la Luna está a unos 380.000 km de la Tierra y el Sol a 150 millones de km. Comparemos la fuerza que estos dos astros ejercen sobre nuestro planeta.
- Halla la fuerza con que la Tierra atrae a una masa de 100 kg si está situada a una distancia de la superficie terrestre igual a la mitad del radio de la Tierra.
 $R_T=6400$ km $m_T=5,96 \cdot 10^{24}$ kg $G=6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg²
- ¿Qué fuerza ejercen entre sí dos bolígrafos de 25 g situados a una distancia de 5 cm? ¿Si sienten atracción mutua, porque no se mueven, aunque fuese de forma muy lenta?
- Con los siguientes datos, calcula la fuerza de atracción que el Sol ejerce sobre Saturno.
 $M_{sol}=2 \cdot 10^{30}$ kg $m_{saturno}=5,5 \cdot 10^{26}$ kg $d_{sol-saturno}=1,4 \cdot 10^9$ km

3. CONSECUENCIAS DEL PRINCIPIO DE GRAVITACIÓN

3.1 Variación de la intensidad de la gravedad

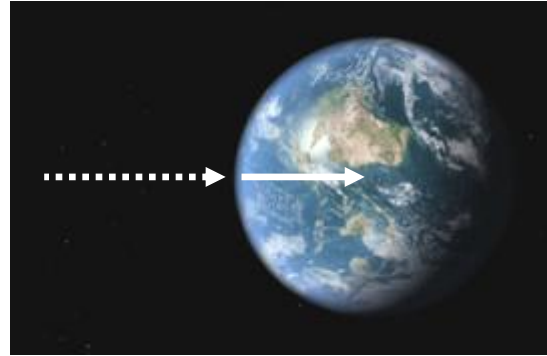
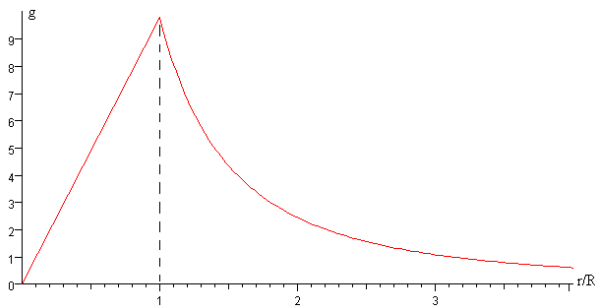
En la unidad anterior, dedicada a las fuerzas, aprendimos que el peso de un cuerpo $P = m \cdot g$ donde m es la masa del cuerpo y g es la intensidad de la gravedad, es decir la fuerza con que la Tierra atrae a un kilogramo de masa.

En caída libre en el vacío esta intensidad es idéntica a la aceleración del movimiento. Para Galileo, que estudiaba caídas a pequeñas alturas, g es una constante. Si en la expresión de la fuerza que un cuerpo de masa M ejerce sobre otro de masa m , calculamos la fuerza por unidad de masa, obtenemos:

$$F = m \cdot a \rightarrow \text{caída libre: } F = m \cdot g; \quad g = \frac{F}{m} = \frac{G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}}{m} = G \cdot \frac{M}{r^2} \rightarrow g = G \cdot \frac{M}{r^2}$$

(Siendo m la masa del cuerpo y M la masa del planeta que ejerce la atracción)

Donde vemos que g ya no es una constante, sino que depende de la distancia al centro del planeta. A pequeñas alturas sobre la superficie esta variación resulta imperceptible, por lo que es lógico que Galileo no la notara. Como se ilustra en el gráfico siguiente, la realidad es un poco más compleja.



En esta imagen vemos como varía la intensidad de la gravedad con la distancia al centro de un planeta. El valor máximo corresponde a la superficie del planeta. En el centro del planeta es nula, como lo será también a infinita distancia del planeta. La variación entre la superficie del planeta y el infinito viene dada por la expresión anteriormente demostrada (g es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia)

La variación de la gravedad dentro del planeta no se puede justificar con nuestros conocimientos actuales. Bástenos saber que fue el matemático-físico Gauss quien hizo posible conocer cómo varía la gravedad en el interior de la Tierra.

✓ Ahora es el momento ideal para introducir que g es una medida del campo gravitatorio, sin embargo cuando se usa en la expresión $F=m \cdot a$; $P=m \cdot g$; g es la aceleración que sufre el cuerpo como consecuencia de su atracción por la Tierra.

Esta aceleración es igual a 9.8 m/s^2 en la superficie del planeta (a nivel del mar).

Cuando en F1 se habla de fuerza de 1G, 2G, 3G... no se refieren a una fuerza sino a la aceleración centrífuga (hacia fuera) que sufre el cuerpo del piloto. El valor en la superficie del planeta es igual a 1G, y para un satélite en órbita es de 0G.

✓ Actividad **A12.1 (04, 07, C2)**. Resuelve y piensa los problemas planteados a continuación:

- Calcula la intensidad del campo gravitatorio en la superficie de la Luna ¿Cuál sería tu peso allí?

$$M_L = 7,36 \cdot 10^{22} \text{ kg} \quad m_{\text{persona}} = 55 \text{ kg} \quad \text{Diámetro}_{\text{Luna}} = 3,476 \text{ km.}$$

- ¿Qué diferencia existe entre masa y peso?

✓ **Actividad A13 (O4, O8, O9, C2, C7, C8).** Actividad experimental. Vamos a calcular la aceleración de la gravedad g del campo gravitatorio terrestre con la experiencia de la oscilación de un péndulo. Ver actividad **A13** en ANEXO.

3.2 La masa de los planetas

- Este apartado podemos presentarlo planteando una pregunta inicial: a partir de lo que conocemos hasta ahora, ¿Cómo podemos medir la masa de los planetas? a nuestros alumnos y comenzar a resolverla entre todos realizando las actividades que se proponen.

Las nuevas leyes en la Física no sólo explican hechos observados sino que muchas veces pueden aplicarse para obtener nuevos conocimientos no previstos al principio. El principio de gravitación, por ejemplo, nos permite calcular la masa de un astro si sabemos los efectos que produce sobre otro. Por ejemplo, podemos calcular la masa de un planeta sabiendo la intensidad de la gravedad en la superficie y su radio:

$$g = G \cdot \frac{M}{r^2} \quad \rightarrow \quad M = \frac{g \cdot r^2}{G}$$

✓ **Actividad A14 (O4, O9, C2).** Resuelve el siguiente problema:

- Calcula la masa de la Tierra. $R_T=6400$ km.

Para calcular la masa del Sol partiremos de los datos orbitales de un planeta con órbita aproximadamente circular.

Sobre el planeta la fuerza centripeta es $F_c = \frac{m v^2}{r}$

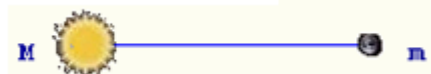
esta fuerza es realmente la de la gravedad así que $\frac{m v^2}{r} = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$

y como la orbita se supone circular $v = \frac{2\pi r}{T}$

$$M = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R^3}{G \cdot T^2}$$

✓ **Actividad A15 (O4, O9, C2).** Resuelve el siguiente problema:

- Calcula la masa del Sol, sabiendo que el periodo de la Tierra alrededor del Sol es de 1 año. Distancia Tierra-Sol= $150 \cdot 10^6$ km $T=1$ año (recuerda que el periodo se mide en segundos)



Hagamos notar que dos planetas con igual radio pero diferente gravedad tendrían masas diferentes y también densidades muy diferentes. En nuestro Sistema solar hay claramente dos tipos de planetas, los rocosos con densidades próximas a la terrestre y los gigantes gaseosos (como Júpiter o Saturno) con densidades próximas a las del agua.



Para conocer la densidad de un planeta no es imprescindible medir la gravedad en su superficie. También es posible medir la masa de un astro a partir de los datos orbitales del movimiento de un satélite o de un planeta de órbita circular (como ya hemos visto en **A15**). Observa que la masa obtenida es cientos de miles de veces mayor que la masa de un planeta como la Tierra. A esto se debe que los planetas que rodean otras estrellas sean tan difíciles de detectar.

Igualmente, a partir de la masa de un astro podemos definir sus efectos sobre otro. De formas similares a los cálculos aquí realizados, se han calculado masas de planetas, estrellas y también de galaxias. Incluso se ha llegado a calcular las características de un agujero negro. Es muy posible que hayamos oído hablar de agujeros negros. Ahora ya estaríamos capacitados para indicar qué es un agujero negro: se trata de un cuerpo tan denso que su campo gravitatorio es tan grande de forma que ni la radiación electromagnética puede escapar de su interior.

3.3 Movimiento de los satélites

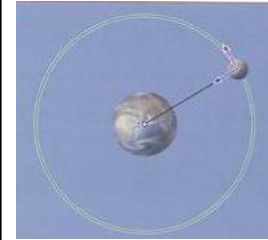
Como mencionamos, además de los planetas principales, el Sistema Solar está compuesto por muchos más cuerpos celestes. Alrededor de la mayoría de los planetas giran satélites, de manera similar a la Luna en torno de la Tierra. En Astronomía, el término satélite se aplica en general a aquellos objetos en rotación alrededor de un astro, este último es de mayor dimensión que el primero. Ambos cuerpos están vinculados entre sí por fuerzas de gravedad recíproca.

En general, a los satélites de los planetas principales se les llama lunas, por asociación con el nombre del satélite natural de la Tierra. Los diferentes planetas poseen distinta cantidad de lunas. El número total en el Sistema Solar es alto y aún se considera incompleto, ya que se continúa encontrándose nuevas lunas. Excepto nuestra luna, los satélites planetarios no son visibles a simple vista y sólo las cuatro mayores lunas de Júpiter, cuyos nombres son Europa, Ío, Calixto y Ganímedes, se pueden observar a través de binoculares o con un pequeño telescopio. Los restantes satélites precisan de poderosos instrumentos para ser detectados

A pesar de estar acostumbrados a que la visión de nuestra Luna como un cuerpo esferoidal, debe pensarse que, en general, los satélites de los planetas principales pueden ser bien diferentes, presentar formas irregulares o ser sumamente achatados.

✓ Actividad **A16 (O6, C2, C3)**. A partir de la siguiente figura identifica qué fuerzas están actuando sobre la Luna y sobre la Tierra, representa un esquema en tu libreta indicando:

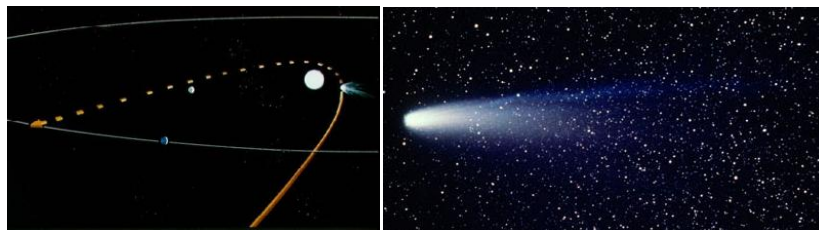
- M
- m
- r
- vector \vec{v}
- vector \vec{F}_c



CURIOSIDADES: Los cometas

Los hombres primitivos ya conocían los cometas. Los más brillantes se ven muy bien y no se parecen a ningún otro objeto del cielo. Parecen manchas de luz, a menudo borrosas, que van dejando un rastro o *cabellera*. Esto los hace atractivos y los rodea de magia y misterio.

Los cometas son cuerpos frágiles y pequeños, de forma irregular, formados por una mezcla de sustancias duras y gases congelados. En general, la órbita de los cometas es mucho más alargada que la de los planetas. En una punta los pueden acercarse al Sol y, en la otra, alejarlos más allá de la órbita de Plutón. Cuando los cometas se acercan al Sol y se calientan, los gases se evaporan, desprenden partículas sólidas y forman la cabellera. Cuando se vuelven a alejar, se enfrían, los gases se hielan y la cola desaparece. En cada pasada pierden materia. Finalmente, sólo queda el núcleo rocoso. Se cree que hay asteroides que son núcleos pelados de cometas.



Trayectoria de un cometa y fotografía e un cometa

✓ **Actividad A17 (O8, C1, C3, C4).** Busca información acerca del cometa Halley ¿Cada cuantos años nos visita?

No debemos confundir cometa y meteorito. Ya sabes lo que es un cometa, busca información acerca de qué es un meteorito y comenta cuál es la diferencia entre ambos.

CURIOSIDADES:

Los **epiciclos** ideados por **Ptolomeo** para explicar el movimiento retrogrado de los planetas es imposible. Según Ptolomeo los planetas giraban alrededor de un punto imaginario. Después de estudiar las leyes de la dinámica de Newton, sabemos que esto es imposible. Un planeta no puede girar alrededor de un punto imaginario, sino solo alrededor de otro astro que le atraiga con una gran fuerza centrípeta. Además, nos dice que esta fuerza centrípeta es de naturaleza gravitatoria.

3.4 Satélites artificiales

Existe una diferenciación entre satélites naturales y artificiales. Los artificiales son los construidos por el hombre, y por lo tanto es factible, de alguna manera, de modificar su trayectoria. En las últimas décadas se han puesto en órbita una gran variedad de satélites artificiales alrededor de la Tierra y también de varios planetas.

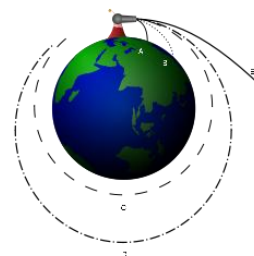
Un satélite natural, en cambio, es cualquier astro que se encuentra desplazándose alrededor de otro, como ya hemos visto, y no es factible modificar sus trayectorias artificialmente.

CURIOSIDADES:

Uno ejemplo utilizado comúnmente para ilustrar una órbita alrededor de un planeta es el *cañón de Newton*. Se imagina un cañón situado en lo alto de una montaña que dispara bolas de cañón de forma horizontal. La montaña necesita ser muy alta para evitar la atmósfera terrestre e ignorar los efectos de fricción sobre la bola de cañón.

Si el cañón dispara una bola con una velocidad inicial baja, la trayectoria de la bola se curva e impacta contra el suelo. Aumentando la velocidad inicial, la bola de cañón impacta en el suelo cada vez más lejos del cañón, debido que mientras la bola sigue cayendo, el suelo también se curva. Todos estos movimientos son realmente órbitas en su sentido técnico, ya que describen una trayectoria elíptica alrededor de un centro de gravedad pero que se interrumpen al chocar contra la tierra.

Si se dispara la bola con suficiente velocidad, el suelo se curva al menos tanto como la bola al caer, por lo que la bola de cañón nunca impacta contra el suelo. Se denomina que está realizando una órbita sin interrupción (a la derecha imagen del cañón de Newton ^[10]).



- ✓ **Actividad A18 (O8, O9, C2, C4, C5).** Trabaja con tus compañeros (grupos de 2 o 3 alumnos) e investiga a través de la aplicación que encontrarás en el siguiente link (ver en ANEXO A18): <http://waowen.screaming.net/revision/force&motion/ncananim.htm>

Imagina que sois un equipo de ingenieros de la NASA y debéis poner un satélite en órbita, ¿Qué velocidad mínima requiere dicho satélite para que al lanzarlo no caiga sobre la Tierra? Halla la velocidad necesaria para que el satélite describa una órbita circular y una elíptica.

La solución se pondrá en común en toda la clase para ver si se ha llegado a los mismos resultados. En este ejercicio la solución la obtiene el alumno por ensayo error pero introducir la ecuación que nos llevaría a obtener dicho resultado no es un objetivo en esta unidad.

- ✓ **Actividad A19 (O8, C1, C4).** Lee, comprende y responde a las cuestiones (ver en ANEXO A19). Lectura del texto “¿Te has perdido alguna vez? ¿Qué es el GPS?”.

- Ya has visto como funciona un GPS. ¿Cómo surgió su invención? ¿Conoces cual fue el origen de Internet? ¿Que tiene en común ambos inventos tecnológicos? Saca alguna conclusión (en esta cuestión buscamos que el alumno reconozca la interacción CTS).
- La radiación electromagnética transporta “información”, como por ejemplo ondas de radio y televisión ¿Te has preguntado cómo funciona tu teléfono móvil? ¿Qué tiene en común con el funcionamiento de un GPS? Explica brevemente para que está destinado parte del dinero que te cobra una compañía de teléfono (buscamos trabajar la educación para el consumo).

- ✓ **Actividad A20 (O8, C1, C4).** Actividad con GOOGLE EARTH (ver en ANEXO A20): ¿Sabes que puedes ver los satélites con Google Earth? Descárgate la aplicación KMZ desde tu navegador en la siguiente dirección: <http://adn.agi.com/SatelliteDatabase/SatelliteDatabase.kmz>. Una vez descargado ejecútalo y se abrirá el programa Google Earth con la visualización de todos los satélites activos, no activos y basura espacial que existe orbitando sobre la Tierra, ¡Hay más de 13000 satélites! ¡Es increíble!

También desde la pestaña “lugares” del programa pinchando en la carpeta satellitedatabase podrás visualizar:

- Satélites en tiempo real.
- Satélites activos.
- Satélites inactivos.

Busca en concreto estos satélites:

- HISPASAT: es un operador de satélites espaciales español que ofrece coberturas en América, Europa y Norte de África. Su ámbito de acción se enmarca en los servicios de comunicación en los sectores comercial y gubernamental (redes corporativas, servicios avanzados de telecomunicaciones, telefonía, videoconferencia, etc.).
 - METEOSAT: Satélite meteorológico.
 - alguno de los satélites GPS.
- ¿Qué ocurre con la basura espacial, busca información, y prepara una breve exposición (alrededor de 5 minutos) en impress para explicárselo a tus compañeros?

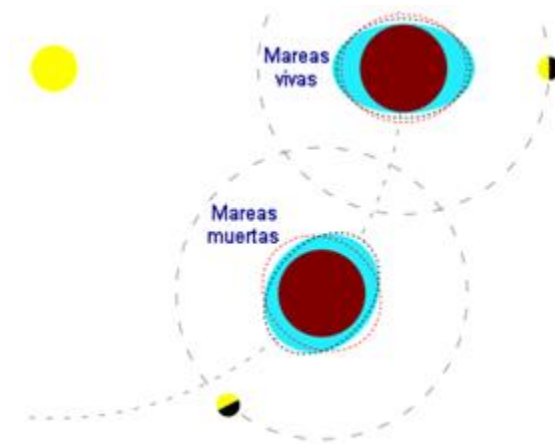
- ✓ Esta última actividad de exposición por parte del alumno se puede orientar de varias formas. Si es en impress contribuimos a la competencia digital. Si es una presentación pública sin apoyo gráfico sólo contribuimos a la expresión oral (competencia en comunicación lingüística). Puede ser un trabajo optativo u obligatorio, individual o en grupo. Debemos tener en cuenta el tiempo de clase que hemos consumido y los contenidos que nos quedan por tratar.

- ✓ Una forma para explicar el siguiente punto es dialogar con el alumnado y que nos comenten si alguna vez han visto o les ha pasado que estando en la playa un día de verano, han tenido que retirarse hacia atrás por la tarde porque el nivel del mar ha subido... ¿Y por qué ocurre esto?

3.5 Las mareas

Todo el mundo sabe que el nivel del mar asciende y desciende periódicamente. Se trata del ***fenómeno de la marea***. En las figuras inferiores se simulan las mareas. Observando las mareas en un punto de la Tierra podremos justificar estas afirmaciones:

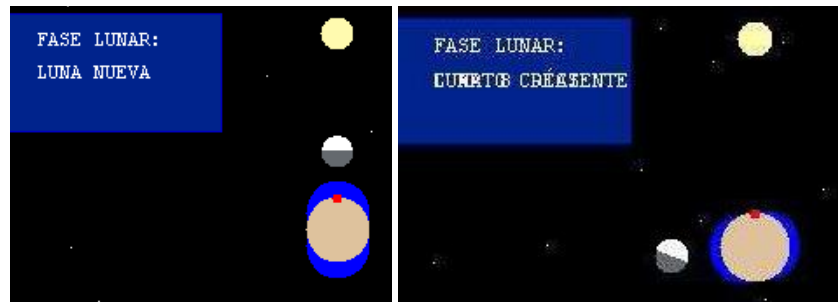
1. Desde un punto de la superficie terrestre observamos normalmente dos pleamares (mareas altas) y dos bajamares cada día.
2. Cuando en un punto hay pleamar la luna está cerca del cenit del observador (punto superior del cielo del observador) o en el punto diametralmente opuesto (nadir).
3. Las horas de pleamar se van retrasando algo menos de una hora al día debido a los 12^º que se traslada la Luna cada día.
4. No todas las pleamares son iguales. Las pleamares más altas (con mayor coeficiente de marea) se dan cuando la Luna y el Sol están alineados (Luna Llena o Luna Nueva) y se denominan ***mareas vivas***. Las mareas más bajas corresponden a la posición de cuadratura entre Sol, Luna y Tierra (Cuartos Creciente y Menguante) y se denominan ***mareas muertas***.
5. En la marea debe influir la gravedad lunar en mayor grado que la gravedad solar.



En la escena inferior observamos el Sol, la Luna en fase de luna Nueva y la Tierra con unos abultamientos azules representando la marea alta. El punto rojo representa un observador sobre la superficie de la Tierra. Mientras la Tierra rota, el observador percibe como baja la marea, para alcanzar la marea alta de nuevo a media noche.

A medida que la Luna vaya girando alrededor de la Tierra las mareas altas se desplazan, de forma que cada día la hora de marea alta se retrasa algo menos de una

hora. La razón es que, cada día, la Luna da 1/29 de vuelta a la Tierra, de forma que la hora de marea se adelantará unos 24/29 de hora.



✓ Actividad **A21 (O8, C1, C3)**. Entra en la siguiente web:

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/celeste/mareas/mareas.htm> y trabaja con las actividades propuestas.

- En la 1ª actividad podrás comprobar las fuerzas de marea ejercida por el Sol y por la Luna y hacia donde están dirigidas (ver en ANEXO A21).

- En la 2ª actividad podrás comprobar cómo durante 24h. tienen lugar dos “pleamar” y dos “bajamar” y a su vez, cómo cuando el Sol y la Luna están alineados ocurren mareas más fuertes (mareas vivas) que cuando el Sol y la Luna están en cuadratura (mareas muertas) (ver en ANEXO A21).

- Imagina que estas en verano en la playa con tus padres o amigos y por la tarde os tenéis que retirar porque la marea ha subido. Ellos te preguntan por qué ocurre eso ¿Qué explicación les darías?

4. IDEAS ACTUALES SOBRE EL ORIGEN Y EVOLUCION DEL UNIVERSO

✓ Sería conveniente no profundizar demasiado en este apartado para no crear rechazo hacia la física relativista, sino más bien despertar el interés del alumnado, de hecho nuestro objetivo didáctico es sólo dar una ligera pincelada a la teoría de la relatividad para que el alumno la conozca.

Curiosamente casi todos hemos oído el nombre de la “Teoría de la Relatividad”, incluso muchos tienen la noción de “nada es absoluto, todo es relativo” y hablar algo más sin saber concretar nada. Por eso la pregunta clave de inicio en realidad es: ¿qué es la Teoría de la Relatividad? Es decir, ¿para qué sirve?

Explicar la Teoría de Relatividad de forma sencilla y brevemente es una tarea difícil, pero no imposible.

Cuando hace unos 320 años Newton postuló su Ley de la Gravitación Universal lo que estaba tratando de hacer era dar una “explicación matemática de cómo funciona la

mecánica en el espacio". Es decir, eso **concreta** el objetivo de esta ley, y eso hace fácil entender lo que es y para qué sirve dicha ley.

Pero con la Relatividad muchos no logran entender cuál es el objetivo concreto de la misma, ¿qué es lo que está tratando de explicar? Pues bien, de forma muy resumida podemos decir que lo que Einstein estaba tratando de desarrollar **concretamente** era una "explicación matemática de cómo funciona el Universo a escala global".

La Teoría de la Relatividad de Albert Einstein se desarrolló en dos etapas o teorías físicas diferentes, la primera de ellas, la **Relatividad Especial** o relatividad restringida, establece la relatividad del tiempo. No obstante, necesita la segunda, la **Relatividad General**, para solucionar numerosas lagunas tanto de concepto como experimentales. Se podría decir que la Teoría de la Relatividad de Einstein es un edificio donde las primeras plantas corresponden a la Relatividad Especial y las más altas a la Relatividad General.

Aunque técnicamente la *Teoría de la Relatividad General* (1915) incluye a la *Teoría de la Relatividad Especial* (1905), en muchos casos, se mantiene la terminología por separado para indicar las dos partes principales de la física relativista.

4.1 Teoría Especial de la Relatividad

La primera, la Teoría Especial de la Relatividad, la cual esencialmente trata la pregunta de si el movimiento es relativo o absoluto, y las consecuencias de la conjetura de Einstein de que son relativas.

“EN EL UNIVERSO NADA ESTÁ ABSOLUTAMENTE QUIETO”

Según Albert Einstein su teoría de la relatividad especial se puede resumir en los siguientes puntos.

- Si viajamos en una nave a velocidades que se aproximan a la velocidad de la luz (c), el espacio se contrae en la dirección del movimiento. La nave y todo cuanto haya en su interior se contraen tanto más cuanto más próximos estemos a la velocidad de la luz, de modo que, para un observador exterior, supuestamente en reposo, todo parecería más corto en esta dirección.
- El tiempo se ralentiza a medida que nos movemos a una velocidad mayor. Un observador exterior, «en reposo», vería que los relojes de esta nave atrasarían y los viajeros envejecerían más lentamente que él. Es verdad que si las velocidades a que nos movemos son pequeñas en comparación con la de la luz, entonces las contracciones del espacio y las dilataciones del tiempo son tan pequeñas que resultan casi imposibles de medir. Por eso no lo habíamos notado antes.

- Una nueva concepción de la materia y la energía. Una consecuencia de esta teoría es que la masa inercial de los objetos aumenta si incrementamos la velocidad con que se mueven. Parte de la energía que se emplea en los aceleradores de partículas para acelerar un electrón se invierte en aumentar su masa. Por esto, el electrón, o cualquier partícula con masa, jamás podrá alcanzar la velocidad de la luz debido a la gran energía que se requiere para ello y el aumento de inercia que supone. Esto viene expresado por su famosa ecuación, $E = m \cdot c^2$, que define la relación entre masa y energía. Se ha demostrado experimentalmente que la materia (un electrón y un positrón, por ejemplo) puede «desaparecer» convirtiéndose totalmente en energía, en «luz», y la energía puede «materializarse» y convertirse en otras partículas con masa.

✓ Actividad **A22 (O10, C3)**. Para entender mejor la Teoría Especial de la Relatividad de Einstein visualiza el siguiente video desde youtube:

<http://www.youtube.com/watch?v=fhldnhcddbY> (ver en ANEXO A22)

- Busca información sobre la “paradoja de los gemelos de Einstein” y explica brevemente en qué consiste.

4.2 Teoría General de la Relatividad

La segunda teoría que presentó Einstein es la Teoría General de la Relatividad, la cual se aplica principalmente a cuerpos que sufren atracción, debido particularmente a la gravitación, y actúa como una revisión radical de la teoría de Newton, prediciendo nuevos resultados importantes para cuerpos a gran velocidad y/o muy voluminosos. La Teoría General de la Relatividad reproduce correctamente todas las predicciones validadas en la teoría de Newton, pero amplía nuestro entendimiento de algunos de los principios claves.

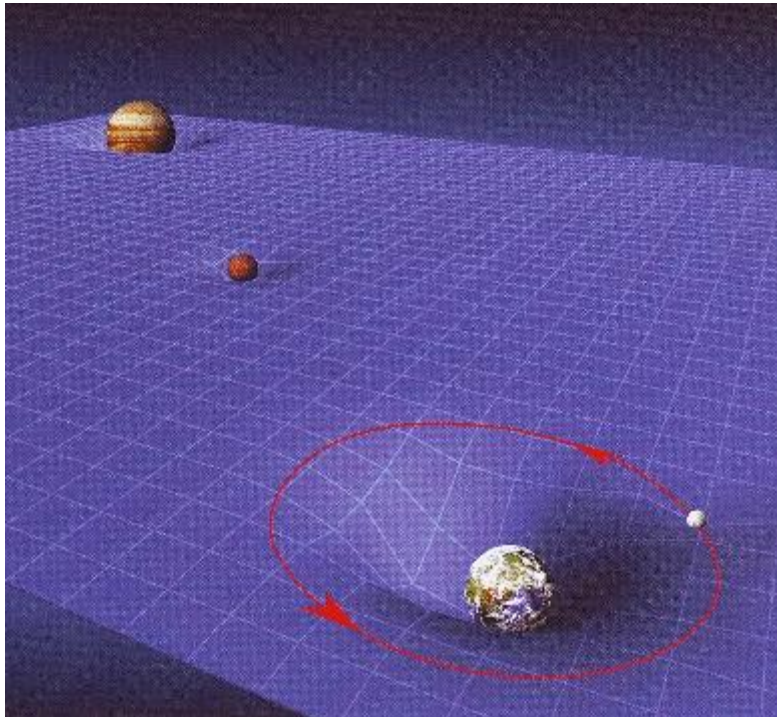
La física newtoniana había teorizado previamente que la gravedad operaba a través de espacio vacío, pero la teoría carecía de poder explicativo en lo referente a cómo la distancia y la masa de un objeto dado, podían ser transmitidas a través del espacio. La relatividad general resuelve esta paradoja, porque muestra que los objetos continúan moviéndose en una línea recta en el espacio-tiempo, pero nosotros observamos el movimiento como aceleración debido a la naturaleza curva del espacio-tiempo.

Diez años más tarde de publicar la Teoría Especial de la relatividad, en 1915, Einstein publicó dicho trabajo (la Teoría General de la Gravitación) en el que estudia los movimientos acelerados y la gravitación. Es, en realidad, una nueva teoría general de gravitación que viene a mejorar la de Newton. De ella se deduce que:

- La gravedad y la aceleración producen los mismos efectos. Esto se conoce como principio de equivalencia.
- Los cuerpos deforman el espacio-tiempo que los rodea, tanto más cuanto mayor sea su masa.

Por tanto, el Sol no atrae a los planetas con ninguna fuerza, sino que deforma al espacio-tiempo, produciendo una especie de «hoyo» por cuyas «paredes» se deslizan los planetas. No existen las fuerzas a distancia que ideara Newton para explicar la gravitación, sino espacios deformados.

Imagínate que el Universo es una inmensa manta de plástico elástico como el de un globo, sobre el que se posan los planetas y estrellas deformando el espacio-tiempo, como muestra la figura inferior.



Representación de la curvatura espacio-tiempo

✓ Actividad **A23 (O10, C3)**. Para entender mejor la Teoría General de la Relatividad de Einstein visualiza el siguiente video desde youtube: <http://www.youtube.com/watch?v=3dPi5hIWkM> (ver en ANEXO A23).

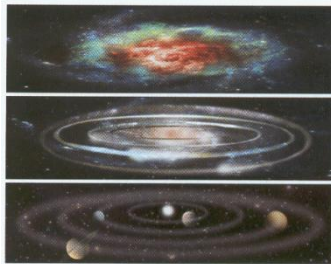
✓ Actividad **A24 (O10, C1, C3)**. Visualiza el siguiente video: <http://www.youtube.com/watch?v=vyVUUrB2YY&feature=related> (ver en ANEXO A24).

Justifica a partir de lo que has podido ver en el video, si la posición de una estrella muy lejana cuyos rayos luminosos pasen cerca del Sol es su posición aparente o es su posición real (Recuerda la actividad A6).

4.3 Concepción actual del Universo

La ley de la gravitación universal de Newton supuso un avance tan grande que durante algunos años no se plantearon nuevas teorías.

Pero la observación científica progresaba y en 1796 Pierre Simón de Laplace (1749-1827), en su libro “*Exposition du systeme du monde*”, desarrolló la teoría nebulosa. En ella defendía que el Sistema Solar se había formado a partir de una nebulosa que rodeaba un núcleo más denso y de temperaturas elevadas. Esa nebulosa y ese núcleo tenían un movimiento giratorio que habría provocado que las capas más externas se enfriaran y la nebulosa se fragmentara en diversos anillos. Según esta teoría, el núcleo que estaba rodeado por esa nebulosa dio lugar al Sol, y los distintos fragmentos en que se dividió la nebulosa originaron los planetas.



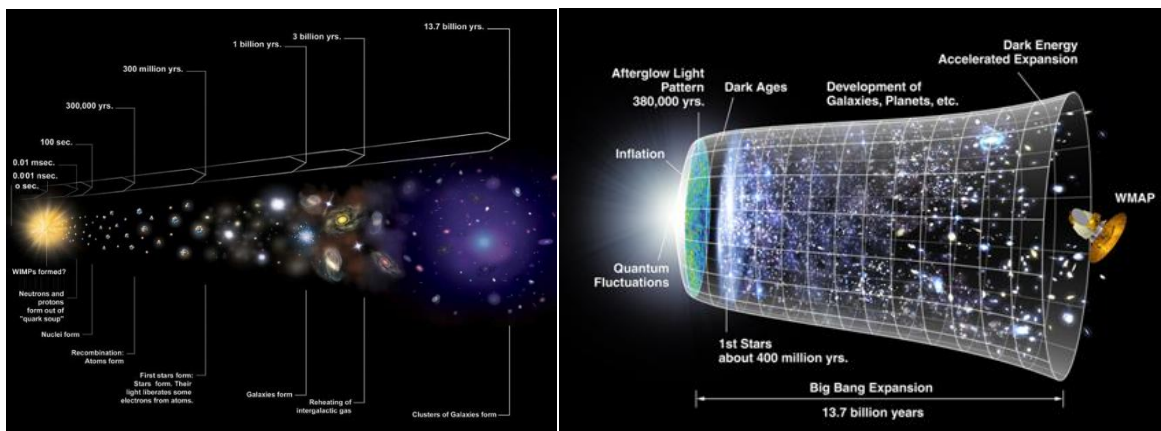
Estas tres imágenes muestran como se habría formado el Universo según la teoría nebulosa^[6].

El origen del sistema solar quedaba explicado, pero la investigación no se detuvo. Como ya hemos visto Einstein, utilizando los cálculos que había realizado en su teoría de la relatividad general, también llamada **teoría general de la gravitación**, observó que el Universo no era estable; se expandía o se colapsaba, pero se movía.

En 1917 el astrónomo holandés Willem de Sitter planteó la idea del universo en expansión. En 1924 Edwin Hubble descubrió que lo que hasta entonces se conocía como

nebulosas en espiral eran galaxias con millones de estrellas que, además, se alejaban unas de otras. Era la prueba de que el universo estaba en expansión.

Fue inevitable la pregunta: ¿cómo surgió esa expansión? En 1927 Georges Lemaître, jesuita y científico de origen belga, planteó la teoría del **Big Bang** o **gran explosión**, que sugería que hace entre 12 y 15 mil millones de años toda la materia del universo estaba concentrada en un punto y explotó. La materia salió impulsada con mucha energía en todas direcciones. Se produjeron choques que hicieron que la materia se agrupara y se concentrara más en algunos lugares del espacio. Así se formaron las primeras estrellas y las primeras galaxias.



El universo en expansión desde el Big Bang, hace 15 mil millones de años. Ahora nos centraríamos en la expansión acelerada del universo. Imágenes obtenidas de la NASA/WMAP Science Team.

En el año 1965 los radioastrónomos americanos Arno Penzias y Robert W. Wilson descubrieron una radiación que llegaba a la Tierra desde todas las direcciones y en la misma proporción. No pudieron encontrar ningún foco de emisión. La única explicación posible fue que esa radiación había sido liberada por el Big Bang. Habían descubierto la **radiación de fondo cósmico**. En 1978 recibieron el premio Nobel de Física por este descubrimiento.

En la actualidad los astrónomos, además de investigar el pasado del universo, se han preocupado también de su futuro. Algunos científicos postulan que seguirá expandiéndose y, cuando llegue a su infinita expansión y su temperatura sea infinitamente fría, se producirá el gran frío o **Big Chill** (muerte térmica del universo). Otros científicos son partidarios de que el universo seguirá expandiéndose durante muchos millones de años, pero cada vez más lentamente, hasta un determinado momento en que

dejará de expandirse y comenzaron a contraerse. Al final de esta contracción se producirá la gran implosión o **Big Crunch**.

El debate sigue abierto, los descubrimientos continúan ayudados por los cohetes y satélites que orbitan alrededor de la Tierra y por las naves automatizadas dirigidas hacia otros planetas, o incluso fuera de sistema solar, que están permitiendo una exploración del espacio sin precedentes.

✓ *Actividad **A25 (O11, C1)**. Haz un resumen de la evolución del universo desde el inicio hasta hoy día y comenta brevemente su y su incierto futuro.*

✓ *A partir de aquí podemos presentar el **bloque de actividades de cierre o acabado** que están recogidas en el **ANEXO** en la parte correspondiente a dicho bloque, en las que se han incluido:*

*Actividad **A26 (O11, C1)**. Texto como actividad de actividad de lectura y comprensión: ¿Cuánto tiempo seguirá girando la Tierra?*

*Actividad **A27 (Trabajar con todos los contenidos de la unidad) (O2, O3, O4, O7, O8, O9, O11, C1, C2, C3, C7)**. Actividades de autoevaluación.*

*Actividad **A28 (O10, C7)**. Completar un mapa conceptual.*

*Actividad **A29 (Trabajar con todos los contenidos de la unidad) (O1 - O11, C2, C3, C7)**. Realización de una actividad tipo test.*

Estas actividades nos van a permitir realizar las correspondientes actividades de refuerzo y repaso, en las que nosotros seremos quienes vamos a distribuir los distintos tipos de actividades que debe realizar cada alumno, atendiendo así a la diversidad, tanto alumnos con altas capacidades como alumnos con dificultades de aprendizaje.

✓ *También recomendaremos al alumno el uso de programas simuladores como Celestia y Stellarium para que desarrolle la capacidad de observación del mundo que nos rodea y despertar su interés hacia la astronomía. Actividad **A30 (O11)**.*

✓ *Volveremos a realizar las actividades **A1.a** y **A1.b** para comprobar si ha habido progreso positivo en las ideas del alumnado.*

✓ *Actividad **A31**. Control escrito de la unidad, para evaluar el grado de aprendizaje de los contenidos.*

12. **BIBLIOGRAFÍA**

12.1 **Bibliografía curricular**

- [1] Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- [2] Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.
- [3] Decreto 231/2007, de 31 de julio, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía.
- [4] Orden de 10 de agosto de 2007, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía.

12.2 **Bibliografía de aula**

- [5] Balibrea López, Salvador; Reyes Camacho, Manuel; Álvarez Alcántara, Antonio; Sáez Fernández, Alfredo; Vílchez González, José Miguel.
Física y Química 4, 2008.
Grupo Anaya, S.A.
- [6] Arróspide Román, M^a Carmen; Manuel García, María de las Mercedes.
Física y Química 4º ESO, 2008, proyecto más que uno (+q'1).
Editorial EDELVIVES.
- [7] CIDE@D Centro para la Innovación y desarrollo de la Educación a Distancia
<http://descartes.cnice.mec.es/edad/4esofisicaquimica/impresos/quincena5.pdf>
- [8] Imágenes obtenidas de CSIC Museo Virtual de la Ciencia.
<http://museovirtual.csic.es/>
- [9] E. Seba y A. Roca
PRÁCTICAS DE FÍSICA Y QUÍMICA, colección Atlas Temáticos, 1996.
Editorial Idea Books
- [10] Enciclopedia libre www.wikipedia.org
- [11] Portal de videos www.youtube.com
- [12] Joan Bach, Joan Franch.
La enseñanza del sistema Sol-Tierra desde la perspectiva de las ideas previas.
Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, **12.3**, 2004.

ANEXO

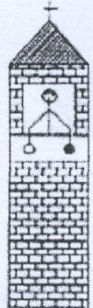
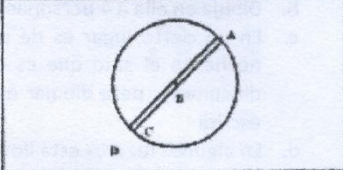
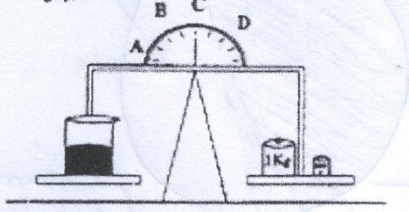
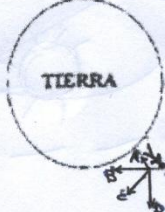
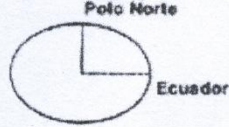
(Recursos didácticos para la unidad didáctica)

➤ RECURSOS DIDÁCTICOS ESPECÍFICOS PARA LA UNIDAD

INICIO

⇒ Actividad A1.a, fotocopia del test de ideas previas.

TAREA 1. Responde a las siguientes cinco cuestiones, marcando la opción correcta:

 <p>Un hombre situado en el campanario de una iglesia sostiene dos bolas iguales de diferente material y por tanto de distinta masa. Si en un determinado momento el hombre suelta las dos bolas al tiempo y suponiendo que no existe rozamiento con el aire, ¿cuál de ellas llegará antes al suelo?</p> <p>A <input type="checkbox"/> La de más masa. B <input type="checkbox"/> La de menos masa. C <input type="checkbox"/> Las dos llegarán al suelo al mismo tiempo. D <input type="checkbox"/> Depende de la altura del campanario.</p>	<p>Suponiendo un túnel que atravesara la Tierra y que se suelta un objeto en el punto A. Elige la respuesta correcta.</p>  <p>A <input type="checkbox"/> Llega a C y vuelve hasta A. B <input type="checkbox"/> Llega a B y se para. C <input type="checkbox"/> Escape hasta un punto exterior D. D <input type="checkbox"/> Se queda en A.</p>
<p>Disponemos de una balanza equilibrada en la superficie de la Tierra, si se trasladara a la Luna, ¿hacia dónde se desplazaría la aguja?</p>  <p>A <input type="checkbox"/> Se desplazaría hasta A. B <input type="checkbox"/> Se desplazaría hasta D. C <input type="checkbox"/> Se desplazaría hasta B. D <input type="checkbox"/> Permanecería en C.</p>	<p>Si la persona dibujada, situada en el hemisferio Sur de la Tierra, suelta la bola que tiene de la mano, indica la dirección en que caerá la bola.</p>  <p><input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D</p>
<p>Mil kg de hierro que estaban en el Ecuador se transportan hasta el Polo Norte. ¿Qué es lo que sucede?</p>  <p>A <input type="checkbox"/> Pierde masa. B <input type="checkbox"/> Gana masa. C <input type="checkbox"/> Pierde peso. D <input type="checkbox"/> Gana peso. E <input type="checkbox"/> Ninguna de las anteriores.</p>	<p>Extraídas de la Guía Praxis de Ciencias de la Naturaleza. (2000). Barcelona: Ed. Praxis.</p>

⇒ Actividad **A1.b**, fotocopia del cuestionario de ideas previas

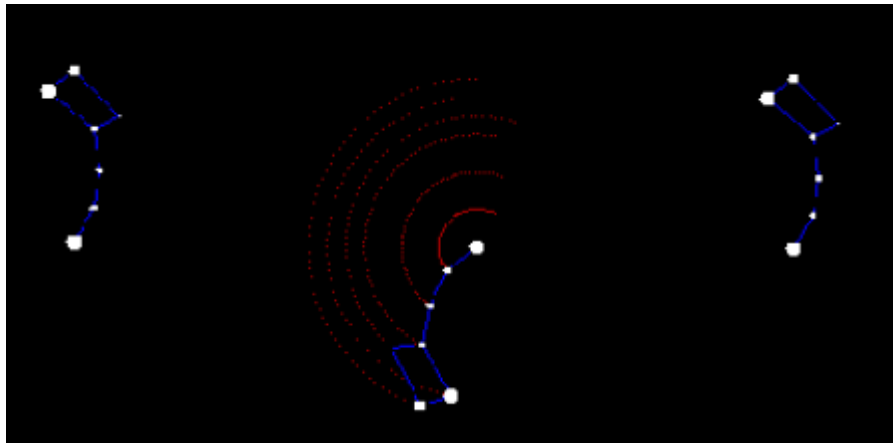
ACTIVIDAD A1.b. CUESTIONARIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IDEAS CONCEPTUALES

PREVIAS:

- ¿Qué es el Sistema Solar?
- ¿Cuál es el centro del Sistema Solar?
- ¿Por qué crees que los planetas giran alrededor del Sol?
- ¿Cómo es la órbita de la Tierra circular o elíptica?
- ¿Dónde pesaremos más en la Luna o en la Tierra? ¿Y en cuál de estos tendremos más masa?
- La Luna es un satélite natural de la Tierra. ¿Conoces algún satélite artificial? ¿Para qué se usa?
- ¿Qué es un cometa?
- ¿Qué son y porqué se producen las mareas?
- Seguro que cuando has visto una carrera de F1, cuando el piloto toma una curva a gran velocidad el comentarista dice “que siente una fuerza de 2G, 3G, 4G...” ¿Sabes que es la fuerza G en F1?

PIENSA E INVESTIGA:

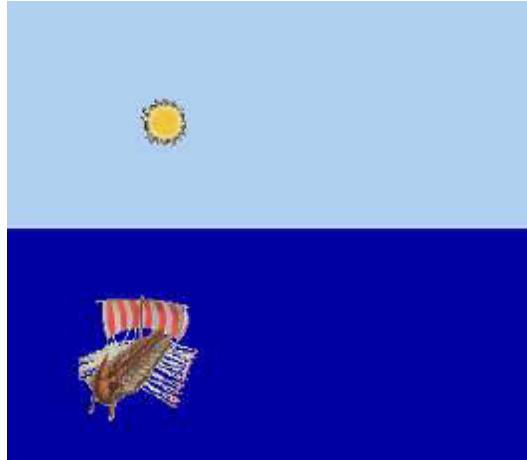
Imagina que vives hace 3000 años, y por tanto eres un sabio egipcio y debes obtener conclusiones a partir de tus observaciones.



Tras observar la constelación de la figura (osa menor) durante toda una noche ves como se ha movido.

- ¿Cómo se mueven aparentemente para ti las estrellas a lo largo de la noche?
- Hay una estrella que parece haberse no movido ¿Qué utilidad podrías sacar de esta estrella?

Ahora observa la siguiente figura e imagina que el barco se aleja hasta el horizonte y una vez allí, primero desaparece el casco del barco y después la vela. Cómo tú eres el sabio del pueblo, la gente te pregunta por qué ocurre esto ¿Qué explicación razonable le darías?



DESARROLLO

⇒ Actividad A3, “Ptolemaic System Simulator”:

The screenshot displays the Ptolemaic System Simulator interface. The main window shows an 'Orbit View' with the Earth (E) at the center, the Sun (S) on a circular orbit, and a planet (P) on an epicycle. The zodiac signs are labeled around the perimeter. On the right, there are 'Planetary Parameters' for Mars, including epicycle size (0.66), eccentricity (0.10), motion rate (0.52), and apogee angle (106.7). Below that are 'Controls and Settings' like 'pause animation', 'animation rate', and checkboxes for 'show deferent', 'show planet vector', 'show epicycle', 'show equant vector', 'show earth-sun line', and 'show epicycle-planet line'. At the bottom, there is a 'Zodiac Strip' and a 'Key' section explaining that the Earth is stationary at the center.

<http://astro.unl.edu/naap/ssm/animations/ptolemaic.html>

⇒ Actividad A5. Texto: “El sabio perseguido. Galileo y la Iglesia”

EL SABIO PERSEGUIDO. GALILEO Y LA IGLESIA

Para muchos, símbolo de la lucha de la razón frente a la irracionalidad de la Iglesia. Durante más de tres siglos, Galileo ha sido fuente de polémica entre la ciencia y la Iglesia católica. ¿Error histórico o injusto sambenito en las espaldas de Roma?

Astrónomo, filósofo, matemático, físico, Galileo fue condenado, el 22 de junio de 1633, por un tribunal de la Inquisición a 'formalem carcerem' (una especie de reclusión domiciliaria), pero varios jueces se negaron a suscribir la sentencia, y el Papa de entonces no la firmó. Galileo pudo seguir dedicado a su ciencia y murió el 8 de enero de 1642 en su casa de Arcetri, cerca de Florencia, a los 77 años. «Galileo, el científico, vivió y murió como un buen creyente», asegura el cardenal Poupard, ex ministro de Cultura del Papa.

Galileo no fue condenado como hereje, ni torturado, ni quemado en la hoguera. Y hasta contó entre sus amigos a influyentes purpurados, como el cardenal Belarmino. Lo que no impidió que lo condenasen. «Los jueces de Galileo, incapaces de disociar la fe de una cosmología bimilenaria, creyeron, muy equivocadamente, que la adopción de la revolución copernicana podía quebrar la tradición católica. Este error subjetivo de juicio, tan claro para nosotros hoy día, los condujo a una medida disciplinaria a causa de la cual Galileo sufrió mucho». Lo dice, en 1992, una comisión vaticana creada por Juan Pablo II para examinar el 'caso Galileo'. De hecho, el 31 de octubre de 1992, el propio Juan Pablo II refrenda las conclusiones de la comisión y reconoce públicamente los errores cometidos por el tribunal eclesiástico que juzgó las enseñanzas científicas de Galileo. Aunque el gesto del Papa no fue una rehabilitación propiamente dicha.

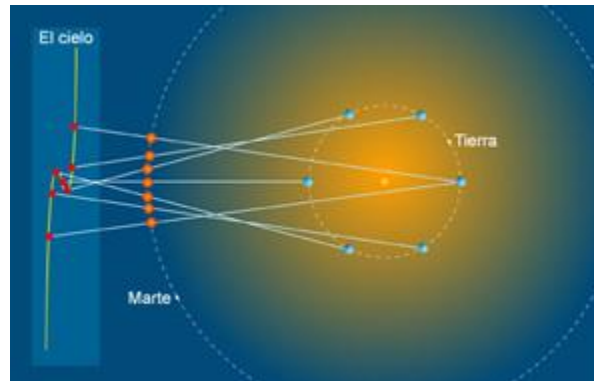


Galileo Galilei, como científico y como persona, ya estaba rehabilitado desde hacía mucho tiempo. De hecho, cuando en 1741 se alcanzó la prueba óptica del giro de la Tierra alrededor del Sol, Benedicto XIV mandó que el Santo Oficio concediera el 'imprimatur' a la primera edición de las obras completas de Galileo. En la siguiente edición de libros prohibidos, la de 1757, fueron retirados todos los que apoyaban la teoría heliocéntrica y, por tanto, también los de Galileo.

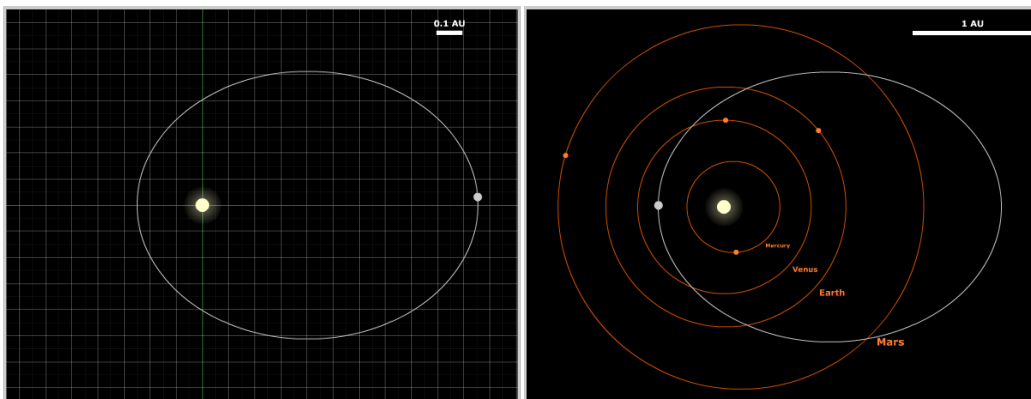
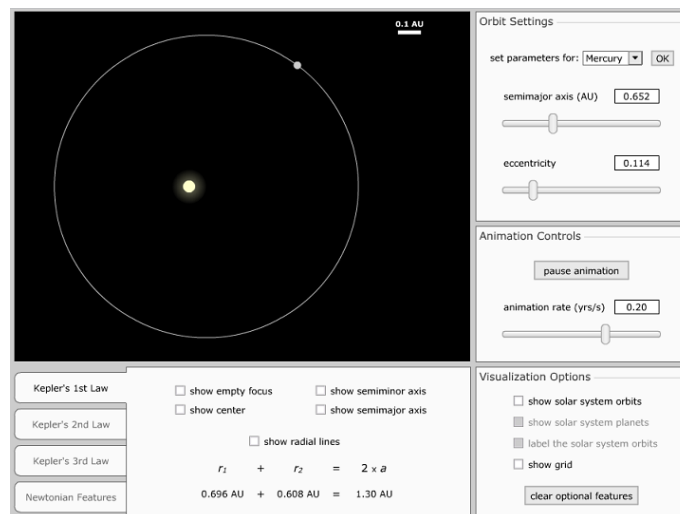
Hoy las cosas han cambiado. La Iglesia católica celebra jornadas de estudio para reexaminar el caso Galileo y el genial renacentista hasta tiene una estatua en los jardines de la ciudad del Vaticano. Pero, en el imaginario colectivo, sigue siendo el científico que se rebeló contra la Inquisición al grito de «eppur si muove» que significa “y sin embargo se mueve”.

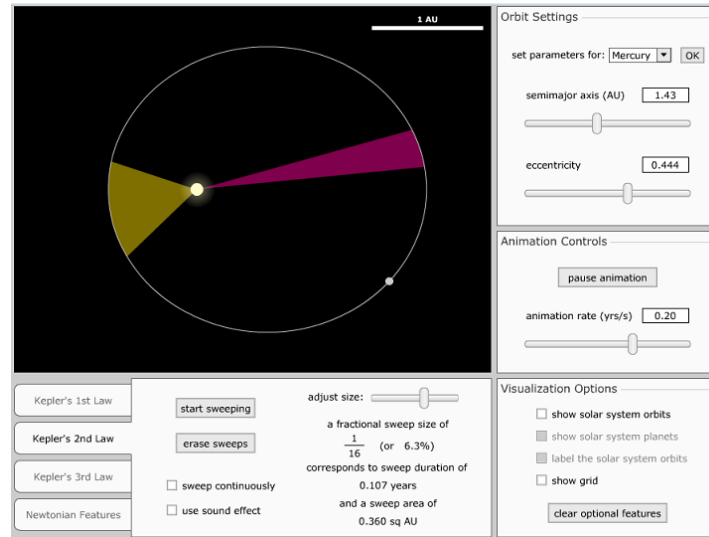
Actividad: escribe tu opinión sobre este relato.

- ⇒ Actividad A6^{[5], [8]}. Distingue y justifica que es un movimiento aparente y uno real, a partir de la figura.



- ⇒ Actividad A7. Aplicación “Planetary Orbit Simulator” para comprobar y visualizar el cumplimiento de las tres leyes de Kepler.





<http://astro.unl.edu/naap/ssm/animations/ptolemaic.html>

⇒ Actividad A10. Video youtube: “Resumen Isaac newton y la Gravedad”

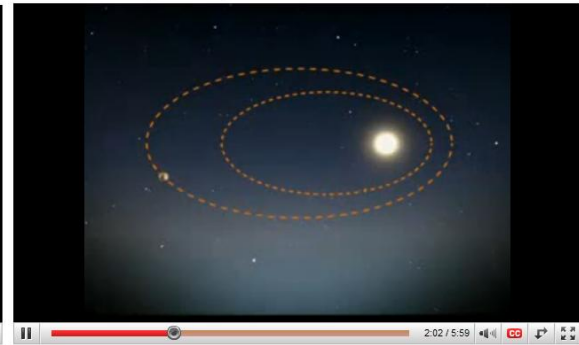
Resumen Isaac Newton y la gravedad

hdk2752 7 videos Suscribirse



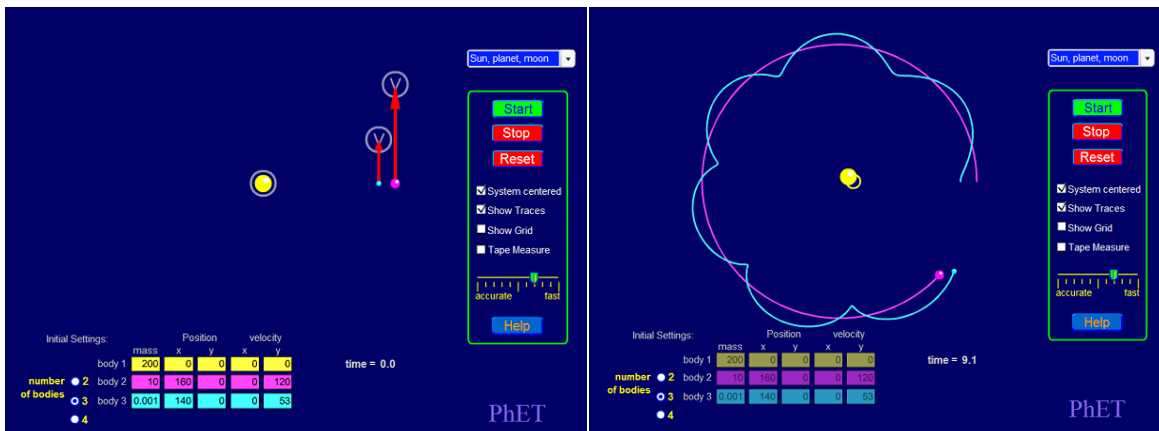
Resumen Isaac Newton y la gravedad

hdk2752 7 videos Suscribirse



<http://www.youtube.com/watch?v=vyBx4CsAHO4>

⇒ Actividad A11. Actividad con el simulador PhET “Interactive Simulations”



http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=My_Solar_System

⇒ Actividad **A13**. Actividad experimental.

OBJETIVOS: Calcular la aceleración de la gravedad con los resultados obtenidos en la experiencia de oscilación de un péndulo simple.

MATERIAL: Hilo inextensible, soporte-pie, nuez doble, varilla, esfera metálica con gancho, cronómetro, regla para medir la longitud del hilo.

DESARROLLO: Disponer el péndulo con una longitud aproximada de 1 metro. La longitud debe medirse con precisión máxima de 1 mm.

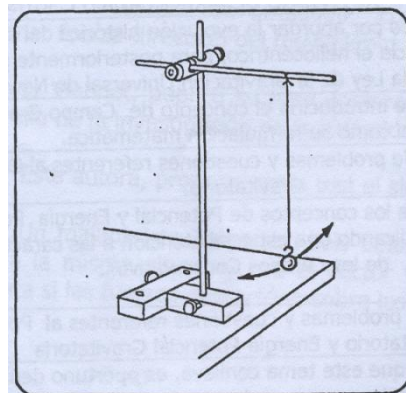
Hacer oscilar el péndulo, separando la masa unos 20 cm. de su posición de equilibrio y no dando impulso inicial. Pasadas dos o tres oscilaciones, cronometrar unas 50.

Anotar: la longitud del péndulo, el tiempo cronometrado y el número de oscilaciones contadas.

Repetir las medidas al menos tres veces. Hallar los valores medios de la longitud y del tiempo, y calcular la aceleración de la gravedad aplicando:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Realizar otro ensayo acortando la longitud del péndulo en 20 cm. Repetir en un tercer ensayo acortando la longitud otros 20 cm. Realizar los cálculos.



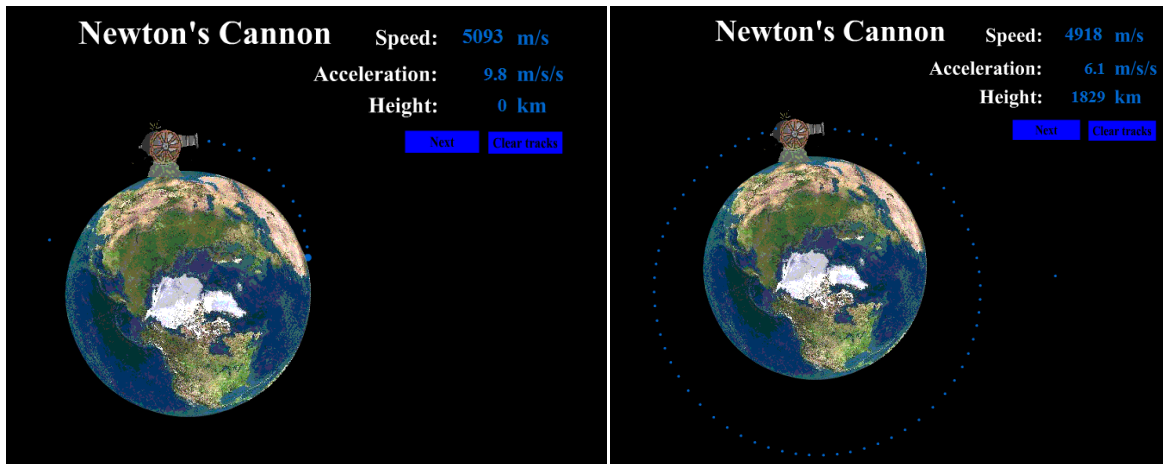
COMPLETAR LA TABLA:

ENSAYO	LONGITUD l (m)	OSCILACIONES n	TIEMPO t (s)	PERIODO $T = \frac{t}{n}$	$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$

ACTIVIDADES:

- ✓ Hallar el valor medio de la aceleración de la gravedad.
- ✓ Indicar las causas posibles de error.

⇒ Actividad **A18**. Actividad con el “cañón de newton”



<http://waowen.screaming.net/revision/force&motion/ncananim.htm>

⇒ Actividad **A19**. Texto: “¿Te has perdido alguna vez? ¿Qué es el GPS?”



¿TE HAS PERDIDO ALGUNA VEZ?

¿QUÉ ES EL GPS?

El Sistema de Posicionamiento Global GPS (siglas en inglés de Global Positioning System), es un método de posicionamiento y navegación basada en las señales transmitidas por la constelación de satélites NAVSTAR (siglas en inglés de Navigation Satellite Timing And Ranging), que son recibidas por receptores portátiles en Tierra. Las señales múltiples que se reciben simultáneamente provenientes de las sucesivas posiciones de los satélites, se utilizan para resolver las ambigüedades y permitir con esto, la determinación de la posición tridimensional del punto por conocer. El GPS fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con el objetivo de mejorar la exactitud para la navegación terrestre, marina y aérea, para de esta manera proveer posicionamiento geográfico preciso en cualquier parte del mundo a usuarios en Tierra por medio del uso de receptores portátiles. De esta manera, el 22 de febrero de 1978 se puso en órbita el primero de los satélites NAVSTAR, fecha que marcó un nuevo hito en la historia de la Navegación y Geodesia en todo el mundo. El proyecto GPS determinó en un principio el lanzamiento de un grupo de 10 satélites o bloque experimental, que tuvo como objetivo determinar la efectividad del sistema. Después de estos trabajos de investigación, se puso en marcha el bloque operativo, que el 26 de junio de 1993 colocó en órbita el satélite número 24, con lo cual quedó completa la constelación que permite un cubrimiento espacial de 24 horas en cualquier parte del mundo. Actualmente la precisión de un levantamiento



GPS está cifrada en el rango de los 3-10 metros en tiempo real, esto es en el momento de la observación.

¿CÓMO FUNCIONA EL GPS?

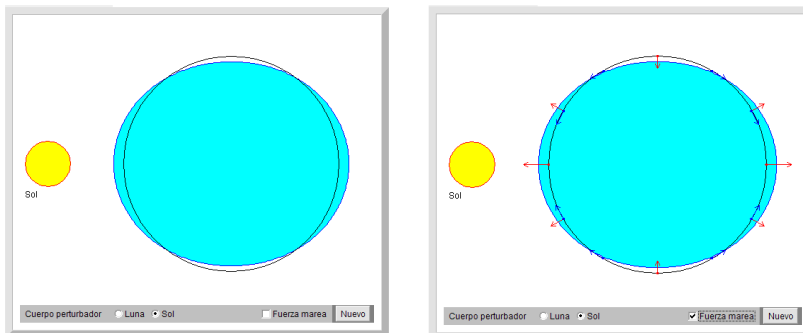
Saber que una señal electromagnética viaja a la velocidad de la luz ($C = 300,000 \text{ km/s}$) en el vacío es la clave para comprender el funcionamiento del GPS. Determinando cuánto tiempo toma a la señal viajar desde el satélite al receptor, puede calcularse la distancia (d) que existe entre ambos. La posición del receptor en un sistema cartesiano X, Y podría calcularse por intersección cuando se tengan calculadas las distancias precisas hacia por lo menos tres satélites de posición conocida. En realidad el posicionamiento GPS no es tan sencillo, pero el planteamiento anterior anticipa la base teórica del sistema.

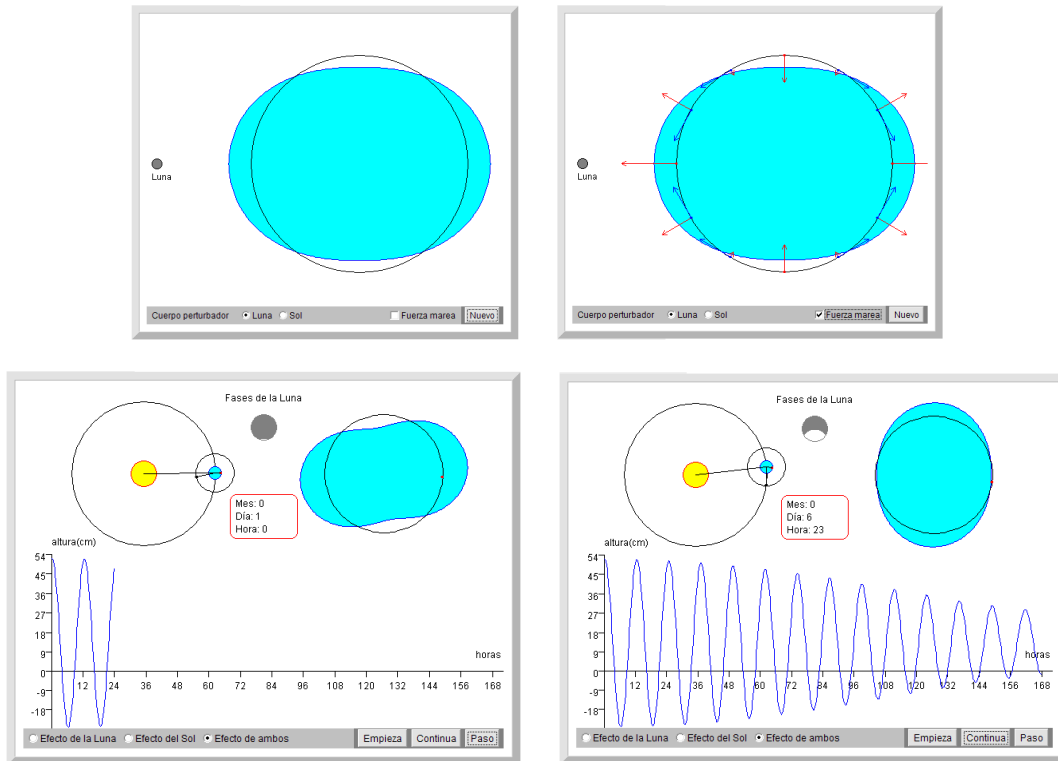


⇒ Actividad **A20**. Actividad con Google Earth.



⇒ Actividad **A21**. Actividad para visualizar como se produce el efecto de las mareas.





<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/celeste/mareas/mareas.htm>

⇒ Actividad A22. Visualización del video “la teoría de la relatividad de Einstein”



<http://www.youtube.com/watch?v=fhIdnhcbbdY>

⇒ Actividad A23. Visualización del video “Relatividad General”



<http://www.youtube.com/watch?v=3dPi5hIWlKM>

⇒ Actividad **A24**. Visualización del video "Einstein. Relatividad General".



<http://www.youtube.com/watch?v=vyVUbUrB2YY&feature=related>

CIERRE / ACABADO

⇒ Actividad **A26**. Lectura y comprensión.

Pregunta: ¿Cuánto tiempo seguirá girando la Tierra? ^[6]

Responde: *Sheldon Glashow, premio Nobel de Física 1979*

"No es una mala pregunta. Sólo por eso yo me hice físico, porque no entendía lo que nos contaban en el colegio de las vueltas que dan la Tierra y la Luna. Sabemos que la Tierra gira cada vez más despacio y la Luna se aleja cada vez más. Lo que ocurrirá en el futuro no podemos sino conjeturarlo. Nosotros, los físicos, creemos que la Luna, después de salirse de su órbita actual, volverá a caer hacia la Tierra. « ¿Pero cómo? - preguntarás ahora-. ¿No acaba de decir que se alejaría poco a poco de la Tierra?» Tienes razón. Pero sucederá, sin embargo, porque el Sol, al cual se habrá acercado la Luna cada vez más, hará que regrese hacia nosotros. No tengo más remedio que pedirte que lo creas bajo palabra, porque la demostración es complicada, y yo mismo he tenido que estudiar muchísimo para llegar a entenderlo. El acercamiento de la Luna a la Tierra será un suceso peligroso, porque nuestro satélite se verá sometido a fuerzas enormes que acabarán por romperlo. Sus trozos lloverán sobre nuestro planeta y lo arrasarán. Pero no te preocupes porque aún han de pasar millones de años para que eso ocurra. Yo creo que para entonces la humanidad habrá encontrado otro universo con otro Sol, otra Tierra y otra Luna."

Responde a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuál es el futuro del Universo?

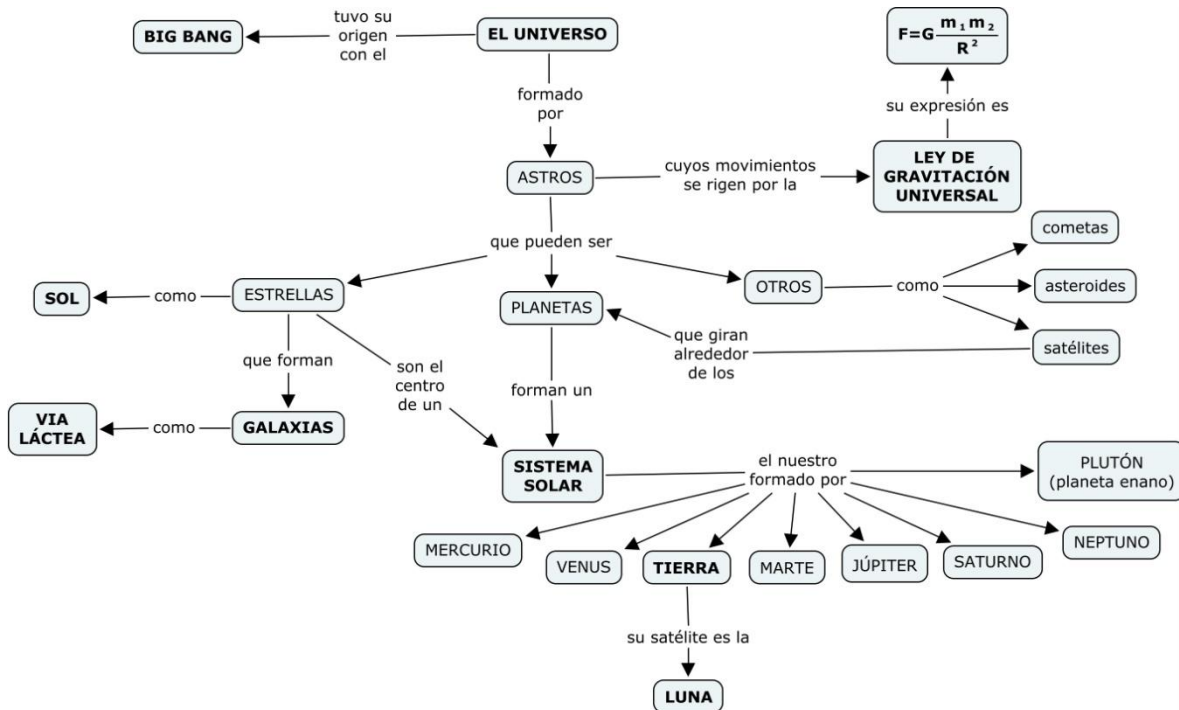
- ¿Crees que las leyes físicas son inamovibles o son susceptibles de revisiones para mejorarlas a la luz de nuevas teorías? ¿Pon un ejemplo?

⇒ Actividad **A27**. Actividades de autoevaluación.

1. ¿Cuál de estas afirmaciones es correcta:
 - 1.- La Estrella polar es la más brillante.
 - 2.- La Estrella Polar es la primera que se ve.
 - 3- Tiene una altura que depende de la longitud del observador.
 - 4- Tiene una altura que depende de la latitud del observador.
2. ¿Cuál de estos científicos estableció primero el sistema geocéntrico:
 - 1-Galileo
 - 2-Kepler
 - 3-Copérnico
 - 4-Ptolomeo
3. Newton estableció el principio de gravitación universal:
 - 1-reflexionando después de ver caer una manzana
 - 2- a partir de los trabajos de galileo, Copérnico y Kepler
 - 3-deduciéndolo de los propios principios de la Dinámica
 - 4-por casualidad como todos los grandes descubrimientos
4. Compara la fuerza con que se atraen dos masas de 5 kg. separadas 13 m. con la que ejercen dos masas de 23 kg. separadas 144 m.
5. El periodo orbital de un cometa es 5 años, mientras que el semieje mayor de su órbita es 132 millones de km. ¿Cuánto vale el periodo de un cometa cuyo semieje orbital mayor es de 209 millones de km?
6. Un satélite gira en órbitas circulares de 6991 km. de radio ¿Cuánto vale su periodo orbital? Datos: $G=6,67 \cdot 10^{-11}$; masa de la Tierra: $6 \cdot 10^{24}$ kg.
7. La masa de un planeta es 2,45 veces la terrestre y su radio es 2,05 veces el de la Tierra. ¿Cuántos newton pesará allí un astronauta de 70 kg de masa?
8. Un asteroide pasa a 262 millones de km. del Sol en su afelio y al 10% de esta distancia en el perihelio ¿Si en el perihelio tiene una velocidad de 25 km/s, qué velocidad tendrá en el afelio?
9. Las mareas que se perciben en la Tierra se deben:
 - a. a la agitación producida por el movimiento terrestre.
 - b. a la acción de la gravedad lunar sobre la superficie.
 - c. a la diferencia entre la acción de la gravedad lunar ejercida sobre el centro y un punto de la superficie de la Tierra.
 - d. a ninguna de las causas anteriores.
10. ¿Cuál de estas causas sugirió que el Universo se expande?:
 - a. El movimiento de los espectros de las galaxias al rojo.

- El movimiento de los espectros de las galaxias al azul.
- El tamaño enorme de las galaxias y su gran velocidad.
- La investigación sobre las fuerzas intergalácticas.

⇒ Actividad **A28**. Completar un mapa conceptual (le proporcionaremos al alumno el mapa conceptual con determinados huecos vacíos).



⇒ Actividad **A29**. Realización de una actividad tipo test desde la plataforma del centro.

Captura de pantalla de una plataforma de pruebas online. El encabezado muestra "JOSE M. SANCHEZ" y "UNIDAD: LA TIERRA EN EL UNIVERSO". El contenido principal es una pregunta de selección múltiple:

selecciona la/s respuesta/s correcta/s

12 / 20

Sobre un cuerpo con movimiento circular...

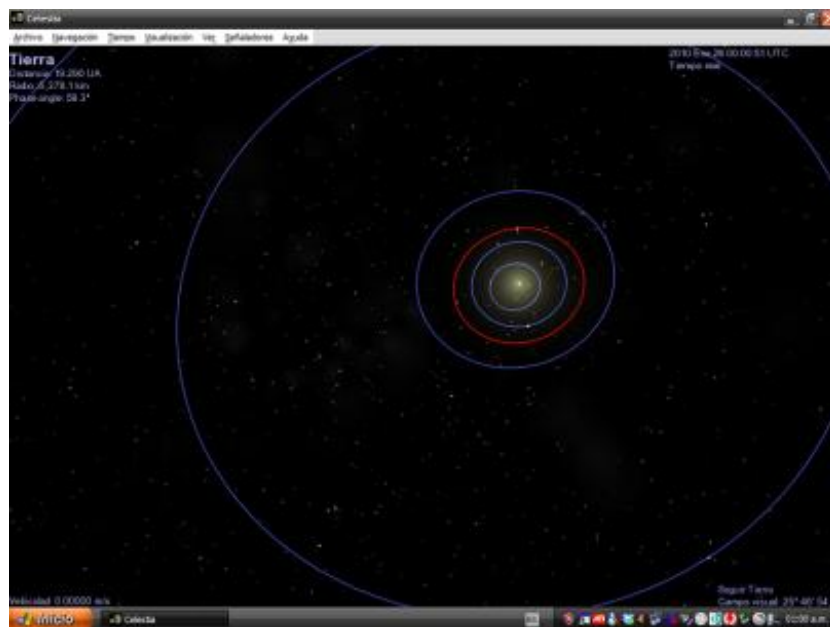
- la velocidad está dirigida hacia el exterior.
- no actúan fuerzas sobre el cuerpo.
- actúa una fuerza centrípeta.
- la velocidad esta dirigida hacia el interior.

[http://...\(plataforma del IES\)](http://...(plataforma del IES))

⇒ Actividad **A30**. Trabajar con los simuladores de observación Celestia y Stellarium.



Stellarium, permite observar el cielo a tiempo real como si tuviese un telescopio desde cualquier punto de la tierra.



Celestia, permite navegar por el Sistema Solar y el Universo a tiempo real, visualizando las orbitas que describen los planetas.

⇒ Actividad **A31**. Control de evaluación final de la unidad

1.- Sabiendo que la masa de Marte es de $6,42 \cdot 10^{23}$ kg y que su radio es de 3400 km, calcula:

a) el valor de la gravedad g en la superficie del planeta.

b) El peso de un astronauta de 70 kg de masa.

Dato: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ S.I.

2.- Calcula la masa de la Luna sabiendo que su radio es 3,6 veces menor que el terrestre y que cuando se deja caer una pelota desde una altura de 5 m, tarda 2,5 segundos en llegar al suelo.

Datos: $g_{\text{tierra}}=9,8$ m/s²; $M_{\text{tierra}}=5,98 \cdot 10^{24}$ kg; $R_{\text{tierra}}=6370$ km.

3.- Escribe la ley de Newton de la Gravitación Universal e indica el significado de cada uno de los términos de la misma.

4.- Cita y explica los siguientes hechos a partir de la teoría de la gravitación Universal:

- Órbitas planetarias del Sistema Solar.
- Trayectoria de un cometa o un asteroide.
- Formación de mareas.
- Órbita de satélites.

5.- Responde a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué diferencia hay entre un satélite artificial y uno natural? Cita algunos ejemplos.
- ¿Qué es un agujero negro?

6.- Resume el modelo cosmológico actual y las novedades que introduce la Teoría de la Relatividad General de Einstein.