

# **ASTRONOMÍA, MATEMÁTICAS Y OTRAS CIENCIAS EN LA DIVERSIFICACIÓN CURRICULAR DE SECUNDARIA.**

**Luis ROSADO.** Facultad de Ciencias (Físicas).UNED.Madrid.

**Francisco José RUIZ REY.** I.E.S. Monterroso. Estepona (Málaga).

## **Esquema/Sumario**

### **1 INTRODUCCIÓN**

**1.1 Justificación humanística.**

**1.2 Justificación psicopedagógica.**

**1.3 Nivel educativo al que va dirigido la propuesta.**

### **2 MARCO TEÓRICO**

**2.1 Visión constructivista.**

**2.2 Breve recorrido histórico por la historia de la Astronomía**

### **3 MARCO EXPERIMENTAL**

El esquema de todas las **prácticas** es el siguiente:

- *Cuestionario de ideas previas sobre el tema central de la práctica.*
- *Exposición de la práctica con su cuestionario matemático.*
- *Análisis de aspectos matemáticos.*
- *Análisis de aspectos científicos subyacentes.*
- *Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.*
- *Temporalización.*

**Prácticas.**

**3.1 Distancias en el Sistema Solar.**

**3.2 El Sol.**

**3.3 ¿Cuántas partículas hay en el Universo?.**

**3.4 Vida en el Universo. Fórmula de Drake.**

**3.5 Agujeros negros.**

**3.6 Colisiones cósmicas.**

**Otros aspectos.**

**3.7 Actividades complementarias.**

**3.8 Materiales imprescindibles.**

**3.9 Algunas direcciones de Internet de interés.**

### **4 EVALUACIÓN**

**4.1 Comentarios generales sobre evaluación.**

**4.2 ¿Cómo y qué evaluar teniendo en cuenta nuestras pautas de trabajo?.**

### **5 CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS**

### **6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

**6.1 Referencias bibliográficas comentadas.**

**6.2 Páginas de Internet consultadas.**

### **7 GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**PALABRAS CLAVE** (ver su definición en el **GLOSARIO**): *Año luz, agujero negro, aprendizaje significativo, asteroide, big bang, cometa, conocimientos previos, constelaciones, corona, cromosfera, eclíptica,*

*elipse, espectro, fotosfera, fulguración, galaxia, magnitud, magnitud absoluta, magnitud aparente, meteorito, órbita, paralaje, parsec, protoplaneta, protuberancia solar, satélite, sistema solar, supernova, unidad astronómica, vía láctea, viento solar, zodiaco.*

**ANEXO I: Experimento práctico con materiales simples.**

**ANEXO II: Práctica sobre el sistema solar.**

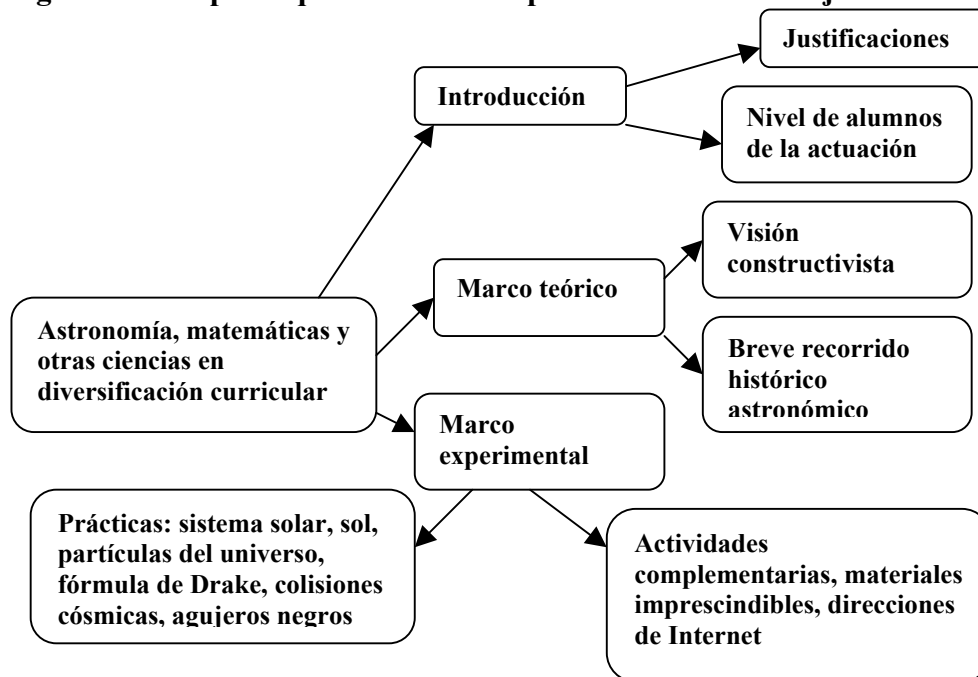
**OBJETIVOS GENERALES.**

- Aproximar al alumnado de secundaria a los datos y descubrimientos más recientes del mundo físico y astronómico, fomentando así la curiosidad por el mundo y la realidad que nos rodea.
- Aportar al profesorado actividades y sugerencias para trabajar con los alumnos de diversificación curricular, basándonos en datos y conceptos astronómicos.

**RESUMEN**

En este trabajo intentamos presentar un proyecto diseñado para los alumnos de diversificación curricular para el ámbito científico-técnico, utilizando como pilar central datos de carácter astronómico. En primer lugar, justificamos la necesidad de un cambio en el sistema de enseñar ciencia, para posteriormente presentar actividades que se analizan desde un prisma de tipo constructivista (utilizando las ideas previas del alumno, aprovechándolas e intentando cambiar las erróneas).

**Diagrama conceptual que muestra una panorámica del trabajo.**



## 1 INTRODUCCIÓN.

### 1.1 Justificación humanística.

Cuando nos encontramos lejos de la ciudad, en un espacio adecuado sin la contaminación lumínica propia de las luces artificiales, tenemos la posibilidad de observar el cielo en todo su esplendor. En este momento tan especial podemos realizar una pequeña introspección, y aparecerán de forma natural cuestiones que se plantearon nuestros antepasados, cuestiones que por ser antiguas no dejan de ser cruciales e interesantes, a la vez que incitan al diálogo e intercambio de pensamientos y sensaciones entre las personas (algo poco habitual en los tiempos individualistas en los que vivimos). Esta búsqueda en nuestro interior no es más que una búsqueda de nuestros orígenes como seres humanos, además de un análisis de nuestro papel en este universo cada vez más complejo y a la vez interesante que nos rodea.

Estas cuestiones de las que hablamos no son más que la propia esencia de nuestro ser, ¿qué hacemos aquí?, ¿cómo apareció todo lo que nos rodea?, ¿existe un fin último de todo esto?, ¿qué son esas luces que brillan en la oscuridad a lo lejos?, ¿a qué distancia se encuentran?, ¿por qué todo funciona tan bien y está tan bien estructurado?, etc. Cuestiones como las anteriores nos podríamos plantear bastantes, pero las respuestas a ellas no pueden venir del campo del esoterismo y de la religión, debe ser la ciencia quién encuentre las respuestas basándose en el **método científico**, analizando el mundo físico y obteniendo leyes que nos lo expliquen. Este análisis y estudio lo hace la **astronomía**, que desde sus inicios tiene una relación muy “íntima” con las **matemáticas** y la **física**.

Podríamos definir la **astronomía** como la ciencia del cielo y de todos los objetos que contiene, desde el Sol y la Luna hasta los remotos sistemas estelares, que están tan alejados que los vemos como eran hace miles de millones de años. La definición anterior no tiene nada que ver con la **astrología**, que intenta vincular las estrellas con la personalidad y destino humanos, y que **no es una ciencia** y carece totalmente de fundamento, y lo mejor que podemos decir de ella que es completamente inofensiva siempre que quede confinada en los embarcaderos, las carpas de los circos y las columnas de las revistillas, (Sagan, 1997)

### 1.2 Justificación psicopedagógica desde el punto de vista matemático.

Es bastante común que nos encontremos en los centros de Secundaria de nuestro país un gran desencanto entre los profesionales de la asignatura de Matemáticas. Este desencanto queda patente en algunas afirmaciones que estos profesionales realizan, afirmaciones del tipo:

- *Nuestros alumnos no tienen interés.*
- *Nuestros alumnos no estudian lo suficiente.*
- *Nuestros alumnos no siguen nuestras explicaciones.*
- *Nuestros alumnos no tienen capacidad de abstracción, sólo se dedican a repetir y no tienen iniciativa propia.*

Estas afirmaciones y muchas otras que se nos podrían ocurrir, tienen lugar diariamente en las reuniones de Departamento de Matemáticas de nuestros centros de enseñanza.

Por otra parte, el alumnado también tiene su propia opinión sobre el asunto:

- *La asignatura de Matemáticas es un rollo, no hay quién la entienda.*
- *No me entero de nada en las clases, me aburro soberanamente y no sé que es lo que tengo que estudiar en casa.*
- *Las Matemáticas tienen un lenguaje particular al que no logro acceder.*
- *No entiendo para que sirven todos esos conceptos que me explican en clase de Matemáticas.*

Todos estos pensamientos están en la mente de nuestros alumnos, y es bastante probable que estos pensamientos sean sólo un pequeño porcentaje de lo que ellos contemplan. Toda esta perspectiva nos lleva a pensar que existe un claro divorcio entre el profesor de Matemáticas y los alumnos a los que tiene que enseñar su asignatura, quedando claro por tanto, que existe un problema en el aprendizaje de la asignatura de Matemáticas en nuestros centros de Secundaria, problema sobre el que hay que reflexionar y que requiere soluciones hábiles y rápidas. Para buscar soluciones, previamente deberemos analizar las posibles causas que sustentan el escaso entendimiento entre el alumnado y el profesorado de la asignatura de Matemáticas, siendo algunas de esas **causas**, a nuestro modesto entender, las siguientes:

- *Apatía, desinterés y falta de trabajo del alumnado actual.* El alumnado actual es menos trabajador, se esfuerza menos y está acostumbrado a que se le dé todo casi hecho.
- *Divorcio escuela-entorno exterior.* Pensamos que la escuela se ha quedado obsoleta, y tiene que aprovechar todo el caudal informativo y tecnológico que tiene lugar en el exterior cambiando a un ritmo vertiginoso.
- *Presencia dentro del sistema de alumnos que no quieren estar en él.* En la enseñanza actual, obligatoria hasta los 16 años, existe un tipo de alumnado que está escolarizado a la fuerza y que lo único que quiere es abandonar la escuela e integrarse en el mundo del trabajo.
- *Pérdida de horas en la asignatura de Matemáticas.* En el sistema actual la asignatura de Matemáticas ha perdido dos horas semanales con respecto a sistemas anteriores.
- *Excesivo academicismo por parte de los profesores de Matemáticas.* Los profesores de la asignatura de Matemáticas han de abandonar sus prejuicios e intentar abandonar el rigor matemático, que llevado al extremo aburre al alumnado por su escasez de claridad, además deben concienciarse que las verdades matemáticas que intentan explicar no se consiguieron de la noche a la mañana, sino que fueron producto de un proceso prueba-error, propio del método científico, método basado en

una serie de aspectos que son: a) detección de la existencia de un problema. b) separación de los aspectos no esenciales del problema. c) reunión de todos los datos posibles que inciden en dicho problema. d) elaboración de una generalización provisional. e) predicción de resultados de otros experimentos. f) elaboración de una hipótesis, teoría o ley, si los resultados son satisfactorios.

- *Desconocimiento por parte del profesorado de los procesos propios de la adolescencia.* Por regla general, el profesorado no tiene una preparación psicopedagógica apropiada con la que entender las reacciones de sus alumnos, reacciones propias de la etapa que éstos están atravesando.
- *Falta de conexión de la asignatura de Matemáticas con las demás ciencias.* Es evidente que existe esta falta de conexión citada, los conceptos matemáticos se explican fuera de todo contexto científico, sin coordinación con la física y las demás ciencias, ante lo cual el alumno se siente desorientado.
- *Falta de aplicación de las nuevas tecnologías en la clase de Matemáticas.* Parece que las Matemáticas y las nuevas tecnologías (informática, Internet, enciclopedias electrónicas, etc.) no pueden integrarse de forma satisfactoria.

Es probable que se nos ocurran más causas del divorcio antes citado, nosotros hemos citado éstas como las más significativas, esperando así abrir un pequeño debate en el que el profesorado reflexione sobre todas estas cuestiones.

Una vez analizadas algunas de las causas que provocan el mal entendimiento entre el alumnado y los profesores de Matemáticas, utilizando una visión constructiva del problema, hemos de buscar **soluciones**. Estas soluciones deben ser realistas y fáciles de aplicar, entendemos que esas soluciones son en realidad los **objetivos específicos** de nuestro trabajo. Consideramos que pueden ser las siguientes:

- *Abandonar el academicismo matemático, sustituyéndolo por una metodología dinámica en la que el alumno sea el principal protagonista del proceso de aprendizaje.*
- *Utilizar los resultados del mundo físico (astronomía, física, ciencias), para a través de ellos estudiar conceptos matemáticos. En definitiva, matematización de situaciones del mundo real.*
- *Abandonar el concepto de que las Matemáticas tienen sentido por sí solas, identificando su presencia en las distintas ciencias.*
- *Introducción progresiva de las nuevas tecnologías en la clase de Matemáticas.*
- *Aprovechamiento de las ideas previas del alumnado.*

Otros objetivos, ya no nuestros, sino de la administración, deben ser:

- *Eliminación de la promoción automática del alumnado.*
- *Disminución de la ratio profesor-alumnos.*

- *Aumento del número de horas de la asignatura de Matemáticas.*
- *Mejora de los medios técnicos y tecnológicos de nuestros centros.*

### **1.3 Nivel educativo al que va dirigida la propuesta.**

Nos parece que el perfil de alumnado que mejor se adapta a nuestra propuesta didáctica es el alumnado de *diversificación curricular*. Vamos a explicar a continuación el concepto, desde el punto de vista legal y dentro de los currículos de nuestros centros de Secundaria:

Podemos definir la diversificación curricular como una medida de carácter extraordinario y específico, cuyo principal objetivo es que los alumnos con determinadas dificultades especiales, mayores de 16 años, superen los objetivos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). La estructura de los programas de diversificación incluye, al menos, tres áreas en cada ámbito, siendo éstos el ámbito científico-tecnológico y el ámbito lingüístico-social. Las áreas del ámbito científico-tecnológico son: Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza y la Tecnología (Rosado y Carrera, 1998).

Hemos elegido este tipo de alumnos porque, aunque son alumnos con ciertas deficiencias, suelen ser alumnos con interés y ganas de trabajar. Además, el desarrollo de nuestro trabajo nos permite trabajar con las áreas mencionadas (la Astronomía puede perfectamente interconectarse con las Matemáticas, las Ciencias Naturales y con la Tecnología, estableciéndose la conexión con esta última a través de la elaboración de materiales de tipo astronómico). A pesar de esto, no nos resistimos a comentar que el marco experimental, que expondremos posteriormente, puede aplicarse en la asignatura de Matemáticas de 3º y 4º de ESO, e incluso, en algunas partes de la asignatura de bachillerato, ya que se recorren bastantes de los aspectos fundamentales del currículo de Matemáticas (números, lenguaje funcional, geometría, álgebra).

## **2 MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 Visión constructivista.**

El *constructivismo* constituye un marco para el desarrollo de modelos didácticos, basado en la idea de que el individuo aprende construyendo sus propios conocimientos, interaccionando los *conceptos previos* que tenía con las informaciones nuevas que le llegan. Los conocimientos nuevos se construyen a partir de los previos, cambiando éstos y provocándose así lo que se llama el *cambio conceptual* y teniendo lugar el llamado *aprendizaje significativo* (Rosado y Vaquerizo, 1998).

Hemos de tener bastante claro que nuestros alumnos siempre saben algo de muchos temas sobre los que se les pregunta, debiéndose esto a que los alumnos siempre tienen ideas previas de origen sensorial (generadas por percepciones sensoriales cotidianas), de origen cultural (generadas por creencias sociales) o de origen educativo (generadas por materiales y actividades didácticas). Es obvio por tanto, que hay que aprovechar estas ideas previas del alumnado, para así reconducir su proceso de aprendizaje, siendo interesante la creación de cuestionarios de ideas previas,

cuestionarios no muy complicados, que nos permitan detectar fácilmente las deficiencias del alumnado así como su grado y estructura de conocimiento.

Esta visión *constructivista*, con el aprovechamiento de las ideas previas (que pueden ser difusas o estar muy arraigadas en la estructura cognitiva del individuo) constituye el marco teórico del trabajo práctico y experimental que expondremos más adelante.

## **2.2 Breve recorrido histórico por la historia de la astronomía.**

Los astrónomos desde la Antigüedad, consideraron el cielo desde el punto de vista religioso, ya que para ellos, era la morada de los dioses, supervisores del día y la noche, de los grandes eclipses de Luna y de Sol. Los astrónomos-sacerdotes escrutaban el cielo, tomaban notas, compilaban calendarios y actuaban como depositarios de las leyendas relacionadas con el cielo. No había una distinción clara entre astronomía y astrología.

Entre los primeros pueblos conocidos que guardaron documentos sobre astronomía están los *acadios*, moradores, hace unos 4500 años, de la parte septentrional de lo que más tarde sería Babilonia. Hay algunos indicios de que sus ideas sobre los movimientos del Sol, la Luna y los planetas fueron codificadas, posteriormente, por los **babilonios**, cuyos astrónomos sacerdotes, a partir de sus observaciones, pudieron predecir las trayectorias de los objetos errantes en el cielo.

### *Los primeros calendarios.*

Se cree que los **chinos** son los primeros que diseñaron un calendario, por un ejemplar que data de 1300 a.C. Los babilonios y también los antiguos **egipcios**, desarrollaron a partir de sus estudios sobre el cielo, una serie de calendarios, notables por su gran precisión.

Disponer de un calendario implicaba poder registrar las estaciones y, así, saber cuándo plantar y recoger las cosechas. Para los egipcios, cuya economía dependía de la agricultura, un instrumento así significaba poder predecir en qué momento se producirían las subidas del Nilo, que regaban sus campos.

### *Navegación.*

Desde que se hicieron a la mar las embarcaciones, los navegantes han mantenido una estrecha relación con el cielo, pues, lejos de tierra firme, precisaban estudiar la posición de las estrellas para guiarse. Los **isleños de la Polinesia** sabían cómo navegar por los inmensos tramos del Pacífico, como el que separa Tahití de Hawai, trazando su itinerario por las estrellas, cuya situación, junto a las formas de los vientos predominantes, aprendían a través de los poemas que memorizaban y que se transmitían, oralmente, de generación en generación.

### *Dibujar el Universo.*

Los **antiguos griegos** fueron los primeros en intentar dar una explicación a los fenómenos naturales sin tener que recurrir a causas sobrenaturales; así, la astronomía pasó de considerarse como un culto a consagrarse como una ciencia. Los pensadores helenos comprobaron que las ideas astrológicas

dominantes no se correspondían con las “leyes” del universo que ellos estaban empezando a descubrir. **Tales** (siglo VI a.C.), entusiasta viajero y pionero de los grandes filósofos griegos, aportó a su país el conocimiento y los documentos de los babilonios y los egipcios, y expuso teorías meridianas entre las ideas mitológicas del pasado y los descubrimientos científicos del futuro. Creía, siguiendo las creencias babilonias, que la Tierra era plana y que flotaba en el agua como un tronco.

**Aristóteles**, que vivió entre los años 384 y 322 a.C. y está considerado como uno de los filósofos griegos más influyentes, argumentó tres pruebas empíricas para explicar que la Tierra era redonda, aunque seguía manteniendo la teoría de que era el centro del Universo, alrededor del cual giraban el Sol, la Luna, los planetas y una esfera que contenía todas las estrellas “fijas”.

Por otra parte, **Aristarco**, que vivió un siglo más tarde, desarrolló un razonamiento para demostrar que el Sol era el centro de todas las cosas. Aunque su exposición era más científica que la de Aristóteles, sus teorías encontraron pocos seguidores y la historia es parca en referencias a sus ideas heliocéntricas.

Otro destacado astrónomo y sabio griego, **Ptolomeo de Alejandría**, publicó, el año 140 d.C. aproximadamente, una admirable enciclopedia de la ciencia clásica, el *Almagest*, en el cual plasmó siglos de observaciones babilónicas sobre los movimientos de los planetas, para apoyar sus argumentos de que la Tierra era el centro del Universo. Su complejo sistema de “círculos dentro de círculos” acabaría convirtiéndose en un acertado método matemático para pronosticar los movimientos de los planetas.

El “sistema del mundo” de Ptolomeo, conocido como el sistema ptolemaico, desarrollaba las ideas que regirían el mundo de la astronomía durante quince siglos. Su muerte marcó el fin de la era clásica de la astronomía.

Con la irrupción de las teorías de **Nicolaus Copernicus**, clérigo polaco nacido en 1473, empezó a desmoronarse el sistema de Ptolomeo. Ya desde el comienzo de sus estudios, Copérnico creyó que es el Sol, y no la Tierra, el que está en el centro del sistema de los planetas y estrellas, aunque no acabó su trabajo sobre esta materia hasta su vejez. En 1543, antes de morir, publicó su obra maestra, *Sobre la Revolución de las Esferas Celestes*, que subvertiría la visión que la humanidad tenía del cosmos, desencadenando una polémica que encontró su mayor punto de encono, como era previsible, en la actitud hostil de la Iglesia, que sostenía, como dogma inalterable, la creación divina del universo con la Tierra como único centro posible.

Como sistema de predicción matemática, el planteamiento de Copérnico no tuvo más éxito que el de Ptolomeo, pero dos acontecimientos posteriores sirvieron de detonante a la revolución copernicana; las observaciones sobre el cielo, sorprendentes y precisas, de **Tycho Brahe** y la utilización de un sencillo catalejo por Galileo.

Una tarde del año 1572, el astrónomo danés Tycho Brahe descubrió una nueva estrella brillante en la constelación de Cassiopeia. Se dice que, ante tamaña sorpresa, pidió a su vecino que le golpeará para asegurarse que no estaba soñando. Ahora sabemos que este nuevo elemento era una supernova, es decir, la violenta explosión de una estrella a punto de extinguirse que produce una luminosidad mayor que todas las estrellas de nuestra galaxia juntas. En 1604, una segunda supernova iluminando el espacio se sumó a la cadena de descubrimientos que abatieron la piedra angular de la teoría de Ptolomeo, empeñada en que la esfera más lejana que contiene todas las estrellas era invariable. Era como si los cielos se hubieran asociado con el Renacimiento en Europa.

Otra de las grandes contribuciones de Tycho Brahe fue pasar a su ayudante, **Johannes Kepler**, las notas de sus observaciones, llevadas a cabo entre 1576 y 1597, sobre los movimientos de los planetas. Estos apuntes, que son uno de los máximos logros de la astronomía a simple vista, permitieron trabajar a Kepler durante años, hasta elaborar sus tres leyes del movimiento planetario, mediante las cuales pudo predecir las posiciones de los astros con más precisión que la obtenida por Ptolomeo o por cualquiera de sus sucesores.

En 1609, un científico italiano llamado **Galileo Galilei** oyó hablar de un invento sorprendente, compuesto por dos lentes de cristal, sujetas a una distancia fija entre sí y respecto al ojo, mirando a través del cual los objetos lejanos podían aumentar de tamaño. Se construyó el artilugio, un simple telescopio, lo giró hacia el cielo y, entre otros innumerables hallazgos, descubrió que Jupiter, el planeta gigante, tenía cuatro lunas girando, en órbitas sencillas y casi circulares, a su alrededor, quedando plasmada así una versión en miniatura del sistema solar descrito por Copérnico.

Cuando Galileo publicó sus descubrimientos, evidenció su abandono del sistema ptolemaico, aunque en 1616 la Iglesia le instó con dureza a que cambiara su forma de pensar. Aún así, en 1632 publicó su libro *Diálogo sobre los dos grandes sistemas del mundo*, en el que tres personajes discuten sobre la naturaleza del universo, siendo uno de ellos (con el sugerente nombre de Simplicio) defensor encarnizado de la teoría de Ptolomeo. El Papa, dándose por aludido y creyéndose ridiculizado, puso a Galileo a merced del Santo Oficio de la Inquisición, bajo la acusación de herejía. Obligado a “abandonar la falsa opinión de que el Sol es el centro del mundo”, Galileo, tras un juicio “indulgente” con la gravedad del delito, acabó sus días bajo arresto domiciliario. Pero ni la Inquisición ni su sentencia fueron capaces de detener la arrolladora influencia de sus descubrimientos, que cambiaron irreversiblemente la faz de la astronomía. Tres siglos después, la Iglesia Católica reconsideró el caso y absolvió a Galileo de cualquier falta... en 1992. En 1989, una nave espacial, bautizada con su nombre, fue lanzada para estudiar Júpiter y sus satélites, aquellas lunas que él había sido el primero en atisbar por su telescopio.

Tras esta pequeña introducción de tipo histórico, uno de nuestros grandes objetivos debe ser hacer entender a los alumnos la importancia de los descubrimientos que la ciencia realiza, así como la importancia de los personajes que en éstos intervienen, personajes relevantes que el alumnado debe conocer y respetar, accediendo si es posible a sus biografías y descubrimientos más notorios.

A continuación proponemos un breve cuestionario de ideas previas sobre Astronomía (siguiendo la pauta marcada por Rosado y Silva, 1998), este cuestionario debe ser abierto, asequible al alumnado y con preguntas que abarquen los distintos ámbitos del conocimiento astronómico. Proponemos las siguientes cuestiones:

- *¿Qué diferencias sustanciales encuentras entre astronomía y astrología?*
- *¿Conoces la diferencia entre las teorías geocéntrica y heliocéntrica?*
- *¿Sabes que es el Big-Bang?*
- *¿Y el Big-Crunch?*
- *¿Conoces cuál es la velocidad de la luz?*
- *¿Se puede superar esta velocidad?*
- *¿Cuántos años de vida tiene el Universo?*
- *¿Es el Universo algo estacionario o dinámico?*
- *Cita, por orden creciente de tamaño, estructuras que aparezcan en el Universo*
- *¿Son las estrellas tal como las vemos ahora?*
- *¿Qué es una galaxia?*
- *¿Qué forma tienen los distintos tipos de galaxias?*
- *¿Se acercan o separan entre sí las galaxias?*
- *Cita personajes griegos que tuviesen que ver con el estudio de la Astronomía*
- *¿Sabes quienes fueron Kepler, Galileo, Newton, Hubble, Einstein y Hawking?*

Hemos intentado resumir en unas cuantas cuestiones algunos aspectos astronómicos, estas cuestiones son claramente insuficientes y seguro que podemos poner muchas más que enriquezcan el tema, ese aspecto se lo dejamos abierto al profesorado que quiera introducir esta forma de trabajar en sus clases. Pensamos que este cuestionario, con su resolución, puesta en común y corrección puede llevarnos **3 sesiones de clase**. Posteriormente, podemos proponer a los alumnos algunas actividades complementarias:

- a) Visión de un vídeo genérico que trate estos temas, con su posterior comentario (**2 sesiones** más).
- b) Consulta bibliográfica de biografías de algunos personajes. Podemos hacer grupos de trabajo, realizando una encuesta previa

para ver que personajes les resultan más interesantes a los alumnos (2 sesiones más).

- c) Consulta a través de los buscadores de Internet de aspectos genéricos de Astronomía para fijar conceptos, así como de biografías de personajes interesantes (3 sesiones más).

### **3 MARCO EXPERIMENTAL.**

El esquema a seguir que proponemos en las prácticas que conforman el marco experimental, es el siguiente:

- ❖ *Cuestionario de detección de ideas previas astronómicas sobre el tema central de la práctica. Puesta en común y debate.*
- ❖ *Exposición de la práctica con su cuestionario matemático. Corrección de las cuestiones matemáticas.*
- ❖ *Análisis de los aspectos matemáticos que se tratan en dicha práctica, aspectos que deben pertenecer al currículo de la asignatura de Matemáticas.*
- ❖ *Análisis y explicación de contenidos de otras ciencias (física, astronomía ciencias naturales) que se abordan en la práctica.*
- ❖ *Estudio bibliográfico, videográfico o a través de Internet, de los aspectos astronómicos citados en la detección de ideas previas. Trabajo en equipo.*
- ❖ *Temporalización de cada uno de los apartados anteriores.*

Una vez planteado el esquema de trabajo a seguir, pasamos a exponer las distintas prácticas o unidades didácticas.

#### **3.1 Distancias en el Sistema Solar.**

##### **3.1.1 Cuestionario de ideas previas sobre el Sistema Solar.**

- *Elabora un modelo coherente que explique la génesis (formación) del Sistema Solar*
- *Cita los planetas que forman parte del Sistema Solar*
- *¿Cuáles de estos son los telúricos?*
- *¿Cuáles son los gaseosos?*
- *Ordena los planetas en función de su tamaño.*
- *¿Quién es el centro del Sistema Solar?*
- *Aparte del Sol y los planetas ¿qué otros cuerpos forman parte del Sistema Solar?*
- *¿Qué son los cometas?*
- *¿De dónde provienen los cometas?*
- *¿Qué es el cinturón de asteroides?*
- *¿Dónde se encuentra dicho cinturón?*
- *¿Sabes lo que es la eclíptica?*
- *¿Consideras que existen otros sistemas solares en otros lugares del universo?*
- *¿Consideras que el patrón de formación de sistemas solares tiene que ser parecido al que siguió el nuestro?*

### 3.1.2 Exposición de la práctica.

Consideramos la siguiente tabla:

Mercurio	58	0.387	1/3	3 minutos
Venus	108	0.723	3/4	6 minutos
La Tierra	150	1	1	8 minutos
Marte	228	1.524	3/2	13 minutos
Júpiter	778	5.203	5	$\frac{3}{4}$ hora
Saturno	1427	9.539	10	1 hora 20 min.
Urano	2870	19.18	20	2 horas 40 min.
Neptuno	4497	30.06	30	4 horas
Plutón	5900	39.44	40	5 horas 30 min.

La primera columna numérica indica la distancia del planeta al Sol, en millones de kilómetros. La segunda también, pero empleando la distancia Sol-Tierra como unidad, lo que se llama “unidad astronómica”, 1 AU. La tercera emplea también esa misma unidad, pero da valores menos precisos y más fáciles de memorizar. La cuarta emplea como unidad de distancia el tiempo que tarda la luz en recorrerla, también “en números redondos”.

*Cuestiones sobre la tabla:*

- 1) Escribe los valores de la cuarta columna en segundos.
- 2) Comprueba que los valores de la tercera columna son aproximaciones de los valores de la segunda. Obtén los errores cometidos, tomando como valor real los valores de la segunda columna.
- 3) Redondea a dos cifras decimales los números de la segunda columna.
- 4) Comprueba que los números de la segunda columna se obtienen dividiendo los de la primera por 150.
- 5) Representa en un sistema de ejes cartesianos los datos de las dos primeras columnas (la variable independiente será la distancia en millones de kms., la variable dependiente será la distancia en U.A.). ¿Qué tipo de función obtienes?. ¿Cuál es su pendiente?.
- 6) En la columna correspondiente a las distancias en U.A., ¿observas alguna regularidad o pauta que sigan estos números?.
- 7) Rellena la siguiente tabla:

n	0	3	6	12	24	48	96	192	384
$(n+4)/10$									

- 8) ¿Se parecen los datos de la segunda fila de la tabla anterior a algún dato de la tabla de distancias astronómicas?.

En este apartado debemos explicar o recordar al alumno los conceptos de redondeo, manejo de unidades de medida de tiempo, representación gráfica de funciones sencillas a la vista de una tabla de datos y pautas y regularidades. Si observamos deficiencias en estos aspectos, deberemos buscar algunas actividades que refuercen estos conceptos, actividades fáciles y de sencilla corrección.

### 3.1.3 Análisis desde el punto de vista matemático.

A continuación exponemos los distintos conceptos, procedimientos y actitudes del currículo de Matemáticas que aparecen en los ejercicios que componen la práctica.

#### *Conceptos.*

- Interrelación fracción-decimal.
- Aproximación, redondeo y acotación de errores.
- La gráfica como modo de representación de la relación entre dos variables.
- Funciones del tipo  $y=mx$ .
- Pautas y regularidades. Sucesiones.

#### *Procedimientos.*

- Familiarización con el uso de aproximaciones, comprendiendo que el resultado numérico de un determinado cálculo, no siempre es el resultado correcto del problema planteado.
- Utilización de la calculadora para operaciones sencillas y de fácil manejo.
- Elaboración de gráficas de funciones lineales dada por su expresión analítica.
- La representación gráfica como medio de “visualizar” una función.
- Utilización de tablas de datos y su relación funcional.
- Deducción de leyes de formación en diferentes series numéricas.

#### *Actitudes.*

- Valoración de la precisión, simplicidad y utilización del lenguaje numérico.
- Reconocimiento y valoración crítica de la utilidad de la calculadora y otros instrumentos para la realización de cálculos e investigaciones numéricas.
- Reconocer la utilidad de la representación gráfica como medio de interpretación rápida y precisa de fenómenos cotidianos y científicos.
- Sensibilidad y gusto por la limpieza, orden y claridad en el tratamiento y representación de datos.

### 3.1.4 Análisis de la práctica bajo el prisma de otras ciencias.

Una vez realizados los cálculos matemáticos, nosotros como profesores que debemos fomentar la interdisciplinariedad de las Matemáticas con otras ciencias, podemos hablar a los alumnos de la ley de Bode (que él mismo atribuía a su compatriota Titius), obteniendo esta ley las distancias astronómicas (medidas en U.A.) mediante la pauta representada por la tabla del ejercicio 7, con la salvedad de que para  $n=24$  obtenemos una distancia de 2.8 U.A., distancia que no se corresponde con ningún planeta, pareciendo que la ley falla. Este fallo no es tal, ya que el sacerdote siciliano Piazzi experimentó una gran alegría, cuando precisamente desde esa distancia, **Ceres** iluminó débilmente sus asombradas pupilas en 1801. Aunque posteriormente **Herschel** escamoteó la calidad de planeta a Ceres, la ley de

Bode alcanzó mayor enigma y prestigio. Pero antes se había descubierto Urano y su distancia al Sol correspondía a  $n=96$ . ¿Qué teoría futura sobre la formulación del sistema planetario daría cuenta de este capricho totalmente aritmético de la naturaleza?. Pero las distancias de Neptuno y Plutón no se ajustan a la ley de Bode y los astrónomos actuales vuelven la cara haciendo oídos sordos a esta ley. Sin embargo, aunque hoy sabemos como se formaron los planetas, no sabemos precisar dónde, y la ley de Bode u otro ajuste más actualizado, debe ser un reto para las diferentes teorías. Hay que tener presente, antes de pasar esta ley de los libros de ciencia a los de historia, que también se cumple una ley semejante con los satélites de Saturno. Añadiendo 4 a los números 0, 1, 2, 4, 8, 16,... obtenemos unos números proporcionales a las distancias.

### 3.1.5 Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet del Sistema Solar.

En este apartado dividimos a los alumnos en grupos para buscar información de carácter científico con los medios de los que disponemos. a) En primer lugar, podemos utilizar un vídeo del Sistema Solar, visionándolo y posteriormente comentándolo en una puesta en común. b) Posteriormente, dividimos a la clase en grupos adjudicando a cada grupo un planeta, los cometas y los asteroides, temas que los alumnos mirarán en Internet en cualquiera de los buscadores astronómicos de los que dispone. c) En esta fase, los alumnos elaborarán trabajos y resúmenes de toda la información obtenida. d) En esta última fase expondrán los trabajos y se revisarán los cuestionarios previos existentes sobre el Sistema Solar para así consolidar los nuevos conceptos (conceptos éstos, que ya sí disponen de un rigor científico). Todo esta propuesta de trabajo con las nuevas tecnologías, puede ser ampliada si se tienen conocimientos de informática, confeccionando documentos y diapositivas, como proponen Rosado y Acedo, 1998.

### 3.1.6 Temporalización de las actividades de la práctica.

- *Cuestionario de ideas previas sobre el Sistema Solar.* Consideramos necesarias **dos sesiones** de trabajo (entendiendo como tales sesiones de una hora), una sesión para la exposición del cuestionario y otra para su puesta en común y comentarios.
- *Exposición de la práctica y su estudio matemático.* Consideramos que **cuatro sesiones** pueden ser suficientes, quedando estructuradas de la siguiente forma: una sesión para la presentación del ejercicio y comentarios que puedan surgir sobre él; dos sesiones para su corrección y explicaciones matemáticas pertinentes; una última sesión (o incluso dos) para ejercitar y reafirmar los conceptos matemáticos que han surgido.
- *Análisis de otras cuestiones científicas subyacentes.* En este apartado podemos invertir **dos sesiones**.

- *Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.* Invertiremos **ocho sesiones**, repartidas equitativamente entre las cuatro fases del proceso.

**En total** invertiremos unas **16 sesiones** (es probable que sean suficientes o incluso demasiadas, ha de quedar claro que lo que expresamos aquí son propuestas de trabajo, las cuáles dependen de los medios disponibles, de los alumnos, y de otros condicionantes, por lo tanto el número expresado no es un número inmutable).

### 3.2 El Sol.

#### 3.2.1 Cuestionario de ideas previas sobre el Sol.

- *¿Es el Sol el centro del Sistema Solar?*
- *¿A qué distancia se encuentra de la Tierra?*
- *¿Qué partes forman al Sol?*
- *¿Conoces el procedimiento de transformación energética que tiene lugar en el Sol?*
- *Cita algunos criterios lógicos que te permitan clasificar las distintas estrellas.*
- *¿Sabrías indicar cuál es el tiempo de vida esperado para nuestro Sol?*
- *Cuando el Sol muera ¿qué le ocurrirá?, ¿qué pasará con la Tierra?.*
- *¿Sabes lo que es una estrella doble?*
- *¿Piensas que en nuestro sistema solar puede que tengamos una estrella doble?*
- *¿A qué estructuras más grandes pertenecen las estrellas?*
- *¿Conoces los conceptos de magnitud visual y magnitud absoluta de una estrella?*

#### 3.2.2 Exposición de la práctica con su cuestionario matemático y corrección correspondiente.

Consideremos la siguiente tabla de datos relativos al Sol:

Temperatura	5800° K
Radiación total	$3.83 \cdot 10^{23}$ Kw.
Magnitud visual	-26.8
Magnitud absoluta	+4.7
Período de rotación	25-30 días
Diámetro	1392530 Km.
Volumen	$1.41 \cdot 10^{18}$ m <sup>3</sup> .
Masa	$2 \cdot 10^{30}$ Kg.
Densidad	1.41
Distancia a la Tierra	$150 \cdot 10^6$ Km.

*Cuestiones sobre la tabla.*

- Utilizando las unidades adecuadas, comprueba que en la tabla masa = volumen \* densidad.
- Utilizando el diámetro del Sol, calcula el área y volumen de dicha esfera. (Busca las fórmulas asociadas en un libro de Matemáticas).

- c) Sabiendo que la velocidad de la luz es de 300000 km/s. (hemos redondeado su valor para facilitar el cálculo y para que sea un valor fácil de recordar), y utilizando la distancia Tierra-Sol de la tabla, calcula el tiempo que tarda la luz en llegar a la Tierra desde el Sol.
- d) Sabiendo que el radio de la Tierra es de 6375 km., ¿cuántas tierras cabrían en el Sol?.
- e) Escribe en metros el diámetro del Sol. Escribe dicho valor en notación científica.

Leeremos detenidamente las cuestiones planteadas, describiendo luego los conceptos matemáticos subyacentes como el de esfera (incidiendo sobre su área y volumen), relacionaremos el volumen con la masa y la densidad, y explicaremos la expresión en notación científica. Estos conceptos se pueden reforzar utilizando datos de los radios, masa y densidades de los planetas del sistema solar, para así practicar con las fórmulas geométricas y físicas.

### 3.2.3 Análisis de aspectos del currículo de Matemáticas tratados en la práctica.

#### *Conceptos.*

- Potencias de 10. Números con muchas cifras.
- Notación científica.
- El lenguaje algebraico. Significado de variables.
- Sustituciones sencillas en ecuaciones.
- Cálculo de superficies y volúmenes de cuerpos espaciales sencillos.

#### *Procedimientos.*

- Empleo de las potencias, en particular las de base 10, siendo consciente de la ventaja que supone su utilización.
- Empleo de la calculadora para trabajar con potencias.
- Lectura, escritura y comparación de números en notación científica.
- Realizar sustituciones en fórmulas conocidas.

#### *Actitudes.*

- Valoración de la precisión, simplicidad y utilización del lenguaje numérico para representar, comunicar o resolver diferentes situaciones de la vida cotidiana.
- Valorar el lenguaje algebraico para expresar relaciones de todo tipo, así como por su facilidad para representar y resolver problemas.
- Reconocimiento y valoración de la utilidad de la geometría para conocer y resolver diferentes situaciones del entorno físico.
- Sensibilidad ante las cualidades estéticas de las configuraciones geométricas, reconociendo su presencia en la naturaleza, en el arte y en la técnica.

### 3.2.4 Análisis de otras cuestiones científicas subyacentes.

En este apartado analizaremos con ayuda de algún manual de física o ciencias naturales los conceptos de masa, volumen y densidad (aclarando al alumnado la diferencia entre masa y peso), explicando la relación física existente entre los tres conceptos. También abordaremos el concepto de

velocidad (con su relación con el espacio y el tiempo), estudiando el concepto de velocidad de la luz y el concepto de año-luz. (Esto se podría completar explicando a los alumnos la experiencia de Roemer para la medida de la velocidad de la luz). También analizaremos los diferentes tipos de estrellas, así como los conceptos de magnitud visual y magnitud absoluta.

#### 3.2.5 Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.

En primer lugar tendremos una sesión de vídeo con una proyección sobre el Sol. Posteriormente haremos una puesta en común tratando los diferentes aspectos del funcionamiento del Sol, aclarando pequeñas cuestiones que aparecerán en el vídeo como partes del Sol, fulguraciones, protuberancias solares, viento solar, etc. Más tarde, llevaremos a los alumnos a la biblioteca o al aula de informática para que obtengan información escrita, fotográfica o a través de los buscadores de Internet del Sol. En una tercera fase, pediremos a los alumnos elaboren resúmenes de la información obtenida (los resúmenes pueden ser escritos, añadiéndoles fotografías, o bien, utilizando un procesador de texto escaneando imágenes procedentes de Internet, esto será posible siempre que dispongamos de los medios adecuados). En una última fase, los alumnos expondrán sus trabajos y resúmenes, tras lo cuál revisaremos las ideas previas existentes sobre el Sol y las compararemos con los trabajos expuestos haciendo una puesta en común.

#### 3.2.6 Temporalización.

- *Cuestionario de ideas previas sobre el Sol.* Le dedicaremos **dos sesiones** de trabajo, una para la presentación del cuestionario y otra para el debate sobre éste.
- *Exposición de la práctica y su estudio matemático.* Emplearemos **una sesión** en la presentación del ejercicio y en la explicación de lo que queremos; **dos sesiones más** para su corrección y explicación de términos matemáticos y físicos que aparecen (podríamos ampliar alguna más para practicar utilizando masas y datos de otros planetas del sistema solar).
- *Análisis de otras cuestiones científicas subyacentes.* En el estudio de los conceptos de masa, volumen y densidad podemos emplear dos sesiones consultando libros de física o de ciencias; para el análisis y estudio de los conceptos de magnitud absoluta y visual de las estrellas podemos emplear **otras dos sesiones**.
- *Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.* Siguiendo un esquema parecido a la práctica del Sistema Solar, utilizaremos **8 sesiones** repartidas en 4 fases de dos cada una.

**En total** nos salen **15 sesiones** de trabajo (hemos de incidir en el comentario anterior sobre este particular, en el que decíamos que este número no era inmutable).

### 3.3 ¿Cuántas partículas hay en el Universo?.

“Asimov (1994: 27-28) nos detalla de una forma razonada el número de partículas que conforman nuestro Universo:

*En realidad, no hay una respuesta concreta a esta pregunta, porque de entrada no sabemos cómo es de grande el universo. Sin embargo, hagamos algunas hipótesis.*

*Uno de los cálculos es que hay 1000000000000 (o  $10^{11}$ , un 1 seguido de 11 ceros) de galaxias en el universo. Cada una de estas galaxias tiene por término medio una masa de 1000000000000 (o  $10^{11}$ ) veces mayor que la del Sol.*

*Quiere decirse que la cantidad total de materia en el universo es igual a  $10^{11} * 10^{11}$  o  $10^{22}$  veces la masa del Sol. Dicho de otro modo, en el universo hay materia suficiente para hacer 1000000000000000000000000 (diez mil trillones) de soles como el nuestro.*

*La masa del Sol es  $2 * 10^{33}$  gramos. Esto significa que la cantidad total de materia en el universo tiene una masa de  $10^{22} * 2 * 10^{33}$  o  $2 * 10^{55}$  gramos (veinte nonillones).*

*Procedamos ahora desde el otro extremo. La masa del universo está concentrada casi por entero en los nucleones que contiene. (Los nucleones son las partículas que constituyen los componentes principales del núcleo atómico). Los nucleones son cosas diminutas y hacen falta  $6 * 10^{23}$  de ellos para juntar una masa de 1 gramo.*

*Pues bien, si  $6 * 10^{23}$  nucleones hacen un gramo y si hay  $2 * 10^{55}$  gramos en el universo, entonces el número total de nucleones en el universo es de  $6 * 10^{23} * 2 * 10^{55}$  o  $12 * 10^{78}$ , que podemos escribir como  $1.2 * 10^{79}$ .*

*Los astrónomos opinan que el 90% de los átomos del universo son hidrógeno, el 9% helio y el 1% elementos más complicados. Una muestra típica de 100 átomos consistiría en 90 átomos de hidrógeno, 9 átomos de helio y 1 átomo de oxígeno (por ejemplo). Los núcleos de los átomos de hidrógeno contendrían 1 nucleón cada uno: 1 protón. Los núcleos de los átomos de helio contendrían 4 nucleones cada uno: 2 protones y 2 neutrones. El núcleo del átomo de oxígeno contendría 16 nucleones: 8 protones y 8 neutrones. Los cien átomos juntos contendrían, por tanto, 145 nucleones: 116 protones y 26 neutrones.*

*Existe una diferencia entre estos dos tipos de nucleones. El neutrón no tiene carga eléctrica y no es preciso considerar ninguna partícula que lo acompañe. Pero el protón tiene carga eléctrica positiva, y como el universo es, según se cree, eléctricamente neutro, tiene que existir un electrón (con carga eléctrica negativa) por cada protón.*

*Así pues, por cada 142 nucleones hay 116 electrones (para compensar los 116 protones). Para mantener la proporción, los  $1.2 * 10^{79}$  nucleones tienen que ir acompañados de  $1 * 10^{78}$  electrones. Sumando los nucleones y los electrones, tenemos  $2.2 * 10^{79}$  partículas de materia en el universo. Lo cual se puede escribir como*



### 3.3.4 Análisis de otras cuestiones científicas subyacentes.

Con ayuda de manuales de física o ciencias naturales, explicaremos a los alumnos algunos de los modelos atómicos (Bohr, Rutherford, Thomson) y trabajaremos con los alumnos las partículas elementales más simples.

### 3.3.5 Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.

El estudio bibliográfico ya se ha hecho en la fase de análisis de cuestiones científicas, por lo que pasaremos a poner un vídeo de física sobre modelos atómicos, comentándolo posteriormente en una puesta en común. Más tarde, visitaremos el aula de informática y buscaremos en Internet información sobre modelos atómicos y partículas subatómicas (es interesante que el profesor “cribe” la información para que no se torne demasiado compleja). En la siguiente fase, los alumnos elaborarán resúmenes y trabajos con la información obtenida para su posterior puesta en común. Finalmente revisarán sus ideas previas a la luz de la información obtenida.

### 3.3.6 Temporalización.

- *Cuestionario de ideas previas.* **Dos sesiones** de trabajo, una para la exposición del cuestionario y otra para el debate y puesta en común.
- *Exposición del ejercicio y su estudio matemático.* **Dos sesiones**, una para la lectura del texto y aclaración de éste, y otra para la resolución de las cuestiones.
- *Análisis de los aspectos matemáticos que aparecen.* Como la notación científica ya apareció anteriormente y los porcentajes deben ser dominados con facilidad, emplearemos **una sesión** para repasar operaciones de este tipo.
- *Análisis de los aspectos científicos subyacentes.* En el estudio de los modelos atómicos y las partículas subatómicas invertiremos **tres sesiones**.
- *Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.* Emplearemos **6 sesiones** repartidas de la siguiente manera: dos sesiones para visionar el vídeo y comentarlo; dos sesiones más para trabajar en el aula de informática; dos sesiones para poner en común los trabajos y resúmenes y revisar las ideas previas a la vista de la información obtenida.

**En total** tenemos que disponer de **14 sesiones**, volviendo a reiterar nuevamente que estos números son sólo indicativos ya que dependen de la estructura del grupo, preparación de éste, ganas de trabajar y otros condicionantes.

## 3.4 Vida en el Universo. Fórmula de Drake.

### 3.4.1 Nociones sobre la fórmula de Drake.

Un proyecto científico destinado a la búsqueda de vida inteligente en el universo, como el SETI, es necesariamente muy complejo y costoso, porque exige la utilización de instrumentos muy avanzados como por ejemplo los modernos radiotelescopios para indagar en las profundidades del cosmos. Más allá de la poderosa motivación que impulsa al hombre a realizar este tipo de investigaciones, es necesario ante todo que el proyecto descansa

sobre sólidas bases científicas y ofrezca unas probabilidades de éxito para justificar su financiación.

Estos requisitos estaban sin duda muy claros para el más famoso de los pioneros en este campo, el radioastrónomo estadounidense **Frank Drake**, que en 1960 inició el primer proyecto SETI, orientando la antena de su instrumento hacia dos estrellas semejantes al Sol. En efecto, Drake concibió una fórmula para calcular la cantidad de civilizaciones tecnológicas que puede haber actualmente en nuestra galaxia y, de hecho, el número resultante es extraordinariamente elevado, tanto que la inversión en un proyecto como el SETI queda plenamente justificada. Aun así, la fórmula está basada en factores que no son científicamente determinables de manera unívoca, sino que son fruto de especulaciones, y ésta es precisamente su limitación.

*Una fórmula no unívoca.*

Así pues, la fórmula de Drake permite calcular el número de civilizaciones tecnológicas contemporáneas ( $N$ ) presentes en la galaxia, como un producto de diferentes factores, cada uno de los cuales expresa la probabilidad de que se verifiquen ciertas condiciones consideradas fundamentales para el desarrollo de tales culturas. La fórmula es la siguiente:

$$N=N_s * F_s * F_p * N_t * F_v * F_{vi} * F_{ct} * VM_{ct}$$

El primer término,  $N_s$ , es el número de estrellas existentes en nuestra galaxia, y es, probablemente, el que se puede establecer con mayor exactitud: se sitúa entre 100000 y 300000 millones, según los distintos cálculos.  $F_s$  indica la proporción de estrellas simples de tipo solar y  $F_p$ , el porcentaje de estas estrellas que pueden tener un sistema planetario. Se considera que las características fundamentales para que una estrella posea un sistema planetario con planetas situados a la distancia oportuna (de manera que exista un ambiente apto para la vida, es decir, ni demasiado frío ni demasiado cálido, según nuestros conocimientos biológicos) son las de nuestro Sol; una estrella simple, enana amarilla de baja temperatura superficial, que gira lentamente y posee abundantes elementos pesados.

El término  $N_t$  representa la fracción de estrellas con un planeta en la posición oportuna, es decir, a una distancia que garantice variaciones térmicas reducidas, y con condiciones físicoquímicas semejantes a la Tierra (como la presencia de una atmósfera de composición análoga y de agua, por lo tanto planetas “habitables”).

$F_v$  indica el porcentaje de estrellas con un planeta habitable donde se ha desarrollado la vida; pero sólo en una fracción de estos planetas ( $F_{vi}$ ) puede haber vida inteligente; finalmente, la evolución hacia una civilización tecnológica sólo puede haberse verificado en un porcentaje  $F_{ct}$  de éstos últimos.

En realidad, sabemos muy poco acerca de las probabilidades de que se desarrolle la vida en ambientes ajenos al nuestro, y todavía menos sobre la posibilidad de que no supere la fase bacteriana o, por el contrario,

evolucione hacia vida inteligente, capaz de aprovechar los recursos del ambiente.

El último factor ( $VM_{ct}$ ) hace referencia a la duración media de una civilización tecnológica, como fracción de la edad de la galaxia. Evidentemente, es preciso que las otras culturas sean contemporáneas a la nuestra para que existan posibilidades de contacto. También este factor es fruto de extrapolaciones basadas en nuestra historia.

*El factor distancia.*

Atribuyendo valores considerados realistas a los diversos factores de la fórmula de Drake, obtenemos un número enorme de civilizaciones tecnológicas contemporáneas a la nuestra: tal vez decenas de millones. Sin embargo, si consideramos que el volumen ocupado por ellas se reduce al plano galáctico, podemos calcular que la distancia media entre una y otra debe de ser del centenar de años luz, una distancia insalvable con las tecnologías actuales, incluso para el simple intercambio de mensajes.

El factor distancia, que no está contemplado en la fórmula de Drake, es muy importante: aunque el número de civilizaciones con las que podemos entablar contactos sea enorme, las distancias son tan impresionantes que el diálogo se vuelve imposible.

Esta dificultad se añade a la incertidumbre que pesa sobre muchos de los parámetros de la fórmula, que pueden elegirse de manera bastante arbitraria, para llegar finalmente a resultados muy diferentes.

Aun así, si consideramos que en el universo hay por lo menos 100000 millones de galaxias, cada una de las cuales está compuesta por 100000 de estrellas, resulta imposible no confiar en la existencia de otras civilizaciones. Un cálculo optimista permite pensar en varios billones de planetas con vida inteligente. En cuanto a las posibilidades de contacto... esa es otra historia.

3.4.2 Cuestionario de ideas previas sobre la posibilidad de vida extraterrestre.

- *¿Crees que puede existir vida en otros lugares del Universo?. Razona tu pensamiento.*
- *¿Es alta o baja la probabilidad de existencia de ese tipo de vida?. Razona tu afirmación.*
- *Si existiese vida, ¿sería parecida o muy distinta a la existente en la Tierra?.*
- *¿Cuál es el elemento de la tabla periódica que es más propenso a la formación de organismos más complejos?*
- *¿Qué son los aminoácidos?*
- *¿Cuántos aminoácidos existen?*
- *La vida tal como la conocemos en la Tierra, ¿apareció aquí o proviene del espacio exterior?*
- *Si proviene del espacio exterior, ¿cómo llegó a nuestro planeta?.*

- *¿Existen en el espacio exterior nubes que contengan materiales indispensables para la vida?*
- *¿Crees que el agua es indispensable para la vida?. ¿Por qué?*
- *¿Piensas que puede haber vida en otros sistemas planetarios parecidos al nuestro?*
- *¿Se encontrarán cerca o muy lejos?*
- *¿Crees que pueden existir civilizaciones tecnológicas que nos visitan y observan?*
- *¿Es fácil o difícil que nos visiten esas civilizaciones?*
- *¿Sabes lo que es un radiotelescopio?*
- *Si obtuviéramos una fórmula para calcular el número de civilizaciones tecnológicas que habitan nuestra galaxia, ¿sería esta fórmula útil?, ¿sería exacta o nos llevaría a errores graves de apreciación?*

Planteamos las cuestiones siguiendo nuestro esquema de trabajo, explicándolas brevemente y posteriormente analizándolas en un debate (debate que prometer ser muy interesante, por la notoriedad del tema tratado).

#### 3.4.3 Exposición del ejercicio.

Previamente, exponemos a los alumnos la fórmula de Drake, comentada anteriormente, dicha fórmula ha de ser explicada con detalle dada el gran número de términos que posee. Una vez explicada y detallada, proponemos a los alumnos la siguiente tabla:

*¿Cuántas civilizaciones tecnológicas pueden existir?*

FACTOR	CALCULO PESIMISTA		CALCULO OPTIMISTA	
	En porcentaje	En número	En %	En número
Número de estrellas en la galaxia.		100000 millones.		300000 millones
Estrellas de rotación lenta.	93%	93000 millones	93%	279000 millones
Estrellas de tipo solar.	25%	23250 millones	25%	69750 millones
Estrellas simples.	40%	9300 millones	40%	27900 millones
Estrellas de población I.	10%	930 millones	10%	2790 millones
Estrellas con planeta en posición oportuna.	50%	465 millones	50%	1395 millones
Estrellas con planeta semejante a la Tierra.	10%	46.5 millones	50%	697.5 millones
Estrellas con planeta "habitable".	50%	23.25 millones	50%	348.75 millones
Estrellas con planeta y vida bacteriana.	3%	697500	92%	320.85 millones
Estrellas con planeta y civilización tecnológica.	2%	13950	60%	192.5 millones
Distancia media entre las civilizaciones tecnológicas de la galaxia.	1790 años luz.		75 años luz.	

(Cálculo del número de civilizaciones tecnológicas contemporáneas a la nuestra presentes en la galaxia según la fórmula Drake. Algunos parámetros de la fórmula clásica han sido disociados posteriormente para demostrar la enorme influencia de las diversas hipótesis adoptadas sobre el resultado obtenido).

Cuestiones sobre la tabla:

- Expresa todos los números que aparecen en notación científica.
- Comprueba que los datos de la tabla son correctos. (Para ello tienes que comprobar que se van cumpliendo los distintos cálculos porcentuales)

Los aspectos matemáticos del ejercicio (notación científica y porcentajes) han sido ya tratados en ejercicios anteriores, por lo que esta práctica nos puede servir de repaso y para fijar dichos conceptos.

#### 3.4.4 Análisis de los aspectos matemáticos del ejercicio.

Los conceptos, procedimientos y actitudes que aparecen plasmados en esta práctica, referentes a las potencias y porcentajes, han sido ya relatados en prácticas anteriores.

#### 3.4.5 Análisis de otras cuestiones científicas subyacentes.

- *Aspectos de carácter biológico:* Con la ayuda de libros de texto de ciencias naturales, explicaremos a los alumnos la facilidad que tiene el carbono para formar organismos complejos, así como la importancia del agua como disolvente vital. Asimismo, podemos tratar también el tema de los aminoácidos y las proteínas (todo esto sin perder de vista que debemos dar unas nociones simples y asequibles al tipo de alumnado que tenemos).
- *Aspectos de carácter astronómico y físico:* Trataremos el tema de la búsqueda de vida extraterrestre (citaremos el programa SETI), así como algunas cuestiones de búsqueda de sistemas planetarios extrasolares (tema tratado por Rosado y López, 1998).

#### 3.4.6 Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.

Proporcionaremos a los alumnos un vídeo que hable de la búsqueda de vida extraterrestre, tras lo cuál realizaremos una puesta en común y debate sobre éste. En una segunda fase, llevaremos al alumnado al aula de informática para que busquen información sobre el programa SETI en internet, además le indicaremos a los alumnos que busquen también información sobre Europa, satélite de Jupiter, ya que parece que en él hay indicios de que existe agua. En una tercera fase, los alumnos analizarán toda la información obtenida realizando resúmenes y trabajos con el procesador de textos. En una última fase, los alumnos pondrán en común sus trabajos y revisaremos la encuesta de ideas previas a la luz de los nuevos datos.

#### 3.4.7 Temporalización.

- *Cuestionario de ideas previas.* Emplearemos **dos sesiones**, una para la exposición del cuestionario y otra para la puesta en común y el debate.
- *Exposición de la práctica y su estudio matemático.* Emplearemos **tres sesiones**, una sesión para la exposición y explicación de los términos de la fórmula de Drake, junto a la propuesta del ejercicio; otra sesión para la corrección del ejercicio; y una última sesión para repasar la notación científica y los porcentajes con ejercicios muy simples.
- *Análisis de las cuestiones científicas subyacentes.* Para la explicación de los aspectos biológicos reseñados emplearemos **dos sesiones** (es interesante en esta explicación pedir asesoramiento a los profesores de ciencias, y si es posible, que alguno se persone en clase para apoyarnos en nuestras explicaciones). En la explicación de tipo astronómico podemos emplear **dos sesiones** más, para explicar el programa SETI de

búsqueda de inteligencia extraterrestre, citar a los alumnos lo que es un radiotelescopio (comentando la ubicación de los más importantes). Puede ser interesante aportar fotografías, recortes de periódicos y revistas, etc., todo un material que hable de este proyecto y nos sirva de ayuda y guía en nuestro trabajo (sin perder de vista que la información de prensa que aportemos, debe ser revisada previamente por nosotros, para que no surjan problemas de entendimiento de esa información).

- *Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.* Los aspectos bibliográficos han sido ya estudiados en los apartados anteriores, por ello comenzamos hablando de la sesión de vídeo, a la que dedicaremos **dos sesiones**, una para la visión del vídeo y otra para su comentario y debate. En la parte correspondiente al trabajo en el aula de informática y puesta en común con revisión de ideas previas, dedicaremos en total **6 sesiones**.

**En total** dedicaremos **17 sesiones**, siendo perfectamente válidos los comentarios expresados con anterioridad que hacían referencia a lo relativo del número expresado, dependiendo de los alumnos, medios y otros condicionantes.

### **3.5 Agujeros negros. Acercamiento al concepto.**

#### 3.5.1 Nociones teóricas del concepto.

*“Agujeros negros es un apodo denigrante, dictado por la envidia. Son todo lo contrario que agujeros, no hay nada más pleno, más pesado, denso y compacto, ni con tanta obstinación para dominar la gravedad que encierran, como si apretaran los puños, rechinaran los dientes y arquearan la espalda”.* Así los describía el escritor Calvino en la obra *Viejas y nuevas cosmocómicas*.

La definición de agujero negro fue propuesta por J. A. Wheeler en 1969, aunque la idea de la existencia de “estrellas invisibles” data de dos siglos antes. En 1783, John Mitchel, profesor de Cambridge, publicó un ensayo en el que afirmaba que una estrella de densidad igual al Sol, pero con un radio 500 veces menor, tendría un campo gravitatorio tan intenso que no dejaría salir la luz de su interior. Una estrella de estas características sería por lo tanto invisible, porque ni la luz conseguiría abandonarla.

*¿Cómo se forman los agujeros negros?*

Supongamos una estrella como el Sol que va agotando su combustible nuclear convirtiendo su hidrógeno en helio y éste en carbono, oxígeno y finalmente hierro llegando un momento en que el calor producido por las reacciones nucleares es poco para producir una dilatación de sol y compensar así la fuerza de la gravedad. Entonces el sol se colapsa aumentando su densidad, siendo frenado ese colapso únicamente por la repulsión entre las capas electrónicas de los átomos. Pero si la masa del sol es lo suficientemente elevada se vencerá esa repulsión pudiéndose llegar a fusionar los protones y los electrones de todos los átomos. El sol se

convertiría en una esfera de neutrones y por lo tanto de densidad elevadísima. Sería lo que se denomina una estrella de neutrones.

Naturalmente las estrellas de neutrones no se forman fácilmente, ya que al colapsarse la estrella la energía gravitatoria se convierte en calor rápidamente provocando una gran explosión. Se formaría una nova o una supernova expulsando en la explosión gran parte de su material, con lo que la presión gravitatoria disminuiría y el colapso podría detenerse. Así se podría llegar a lo que se denomina enana blanca, en la que la distancia entre los núcleos atómicos ha disminuido de modo que los electrones circulan libres por todo el material, y es la velocidad de éstos la que impide un colapso mayor. Por lo tanto la densidad es muy elevada pero sin llegar a la de la estrella de neutrones. Pero la velocidad de los electrones tiene un límite: la velocidad de la luz; y cuando el equilibrio estelar exige una velocidad superior, el colapso a neutrones es inevitable.

Se ha calculado que por encima de 2.5 soles de masa, una estrella de neutrones se colapsaría más aún fusionándose los neutrones. Esto es posible debido a un principio físico conocido por principio de exclusión de Pauli, por el cual la repulsión de los neutrones tiene un límite impuesto por el hecho de que la velocidad de vibración de éstos alcance la velocidad de la luz.

Debido a que no habría ninguna fuerza conocida que detuviera el colapso, este continuaría hasta convertir a la estrella en un punto creándose un agujero negro. Este volumen puntual implicaría una densidad infinita, por lo que fue rechazado en principio por la comunidad científica, pero S. Hawking demostró que esta singularidad era compatible con la teoría de la relatividad general de Einstein.

*¿Cómo hacen los astrónomos para descubrir agujeros negros?*

El hecho de que no escape la luz de ellos obligó a los astrónomos, acostumbrados a medir los cuerpos celestes por la luz que emiten o reflejan, a descubrir nuevas técnicas de observación.

Aunque los objetos en sí no se pueden detectar, porque ninguna radiación escapa de la gravedad, su presencia se puede deducir midiendo las velocidades de los discos de gas atrapados en las garras de los agujeros negros, como el agua que se arremolina alrededor de un desagüe.

En 1994, el telescopio espacial Hubble proporcionó sólidas pruebas de que existe un agujero negro en el centro de la galaxia M87. La alta aceleración de gases en esta región indica que debe haber un objeto o grupo de objetos de unos 3500 millones de masas solares.

Explica John Kormendy, de la Universidad de Tejas en Austin, miembro de un equipo internacional de astrónomos que informó recientemente de los últimos hallazgos en una reunión de la Sociedad Astronómica Estadounidense celebrada en Rochester, anunció el descubrimiento de nuevos agujeros negros de gran densidad en centros galácticos, basándose

en las observaciones del nuevo espectrógrafo instalado recientemente en el telescopio Hubble que acaba de descubrir más objetos de este tipo.

### 3.5.2. Cuestionario de ideas previas.

- *¿Cuál es el destino final de una estrella?*
- *¿Crees que el tamaño de la estrella determinará en algo su destino final?*
- *¿Te suena el término agujero negro?*
- *¿A que se refiere este término?*
- *Si un objeto no deja salir nada de él, ni siquiera la luz, ¿cómo podremos advertir su presencia?*
- *Para que un cohete pueda abandonar la Tierra, ¿a qué fuerza debe vencer?*
- *¿Es posible abandonar un agujero negro*

Plantaremos este pequeño cuestionario de ideas previas (cuestionario que podemos relacionar con el que trataba de las estrellas), para que los alumnos piensen y debatan sobre él.

### 3.5.3 Exposición de la práctica y con su cuestionario matemático.

Previamente explicaremos los conceptos de velocidad de fuga y radio de un agujero negro (las fórmulas que aparecen pueden tener una cierta dificultad, por lo tanto sólo nos dedicaremos a trabajar con ellas con ayuda de la calculadora, meditando sobre los términos que aparecen en ellas y no entrando en demasiadas complicaciones, la mayor profundización puede tener lugar en cursos de más nivel).

#### *Velocidad de fuga y radio de un agujero negro.*

Siguiendo las huellas de Isaac Newton, observemos también nosotros una manzana, pero esta vez lanzada hacia arriba, en vertical. La fruta subirá hasta una cierta altura, se detendrá y posteriormente caerá de nuevo. La altura conseguida dependerá de la velocidad inicial de lanzamiento. Por ejemplo, si la lanzamos a 10 m/s, alcanzará 5.1 m de altura, si no tenemos en cuenta la fricción del aire. Duplicando la velocidad, la altura será cuatro veces mayor. Sin tener en cuenta la fricción del aire, ¿existe una velocidad inicial que permita a la manzana proseguir indefinidamente su movimiento ascendente, sin regresar nunca más al suelo?. Sí, existe, y recibe el nombre de “velocidad de fuga”.

La velocidad de fuga se calcula según la siguiente fórmula  $v_f = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$ ,  
dónde G es la constante de gravitación universal cuyo valor es  $6.67 * 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$ , M es la masa del cuerpo (de forma esférica) y r la distancia al centro de la esfera.

La siguiente tabla recoge la velocidad de fuga de algunos cuerpos celestes:

Cuerpo celeste	Velocidad de fuga (km/s)
cometa Halley	0.002
Ceres (asteroide)	0.5
Marte	5.0
Tierra	11.2
Júpiter	60
Sol	620
Sirio B (enana blanca)	4700
estrella de neutrones	180000
agujero negro	300000

El radio de un agujero negro, que en términos técnicos se denomina *radio de Schwarzschild*, se obtiene de forma fácil poniendo en la fórmula anterior como velocidad de fuga 300000 km/s y despejando el valor de r, obteniendo así  $r = \frac{2GM}{c^2}$ , donde c es la velocidad de la luz. Si el Sol fuese un agujero negro, tendría un radio de 3 km, mientras que la Tierra sería como una uña de pulgar.

A continuación exponemos una tabla de radios de agujeros negros según su masa:

MASA	RADIO
$2 \cdot 10^{30}$ kg.(un sol)	3 km.
25 soles (gigantes azules)	75 km.
1000 soles	3000 km.
$10^7$ soles (núcleo galáctico)	$3 \cdot 10^7$ km.
$10^{11}$ soles (galaxia)	$3 \cdot 10^{11}$ km.

Fijándonos en esta última tabla podemos plantear algunas cuestiones simples a los alumnos:

- Expresa en kg. la masa de una galaxia, de un núcleo galáctico, de 1000 soles y de una gigante azul (siempre tomando como referencia la masa del Sol). Utiliza la notación científica.
- ¿Observas alguna particularidad en la tabla?.
- Analiza la proporcionalidad subyacente en los datos de la tabla.
- Representa en un sistema cartesiano la relación masa-radio que aparece en la tabla. ¿De qué tipo es tal relación?.

En esta ocasión hemos incluido en la presentación del ejercicio la explicación de los conceptos físicos (con sus fórmulas respectivas), puesto que creíamos indispensable este paso para que los alumnos pudiesen acceder a la lectura razonada de las tablas. Exponemos el ejercicio a los alumnos para su posterior corrección y puesta en común de los conceptos tratados

(notación científica y lenguaje gráfico y tratamiento de datos a través de tablas). Estos aspectos se pueden ampliar, utilizando una tabla de masas y radios de los planetas del sistema solar, calculando las velocidades de fuga de cada planeta. Posteriormente con esos datos podemos realizar gráficos masa-velocidad de fuga y radio-velocidad de fuga, estudiando así varios tipos de funciones.

#### 3.5.4 Análisis de los aspectos matemáticos tratados.

Los conceptos, procedimientos y actitudes referentes a los aspectos matemáticos tratados (notación científica, lenguaje gráfico e interpretación de datos en tablas) han sido ya comentados en ejercicios anteriores.

#### 3.5.5 Análisis de las cuestiones científicas subyacentes.

Los conceptos físicos que aparecen en el ejercicio son los conceptos de velocidad de fuga y radio de un agujero negro, los cuales ya han sido analizados en la exposición de la parte práctica, de todas formas pensamos que se puede añadir el estudio de la ley de la gravitación universal de Newton, explicando su fórmula y las leyes de Newton (para ello podemos utilizar cualquier manual de física elemental).

#### 3.5.6 Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.

Los alumnos visitarán la biblioteca para acceder a libros de física elemental para entrar en contacto con los conceptos expresados, asimismo consultarán algún manual de astronomía para tomar contacto con el concepto de agujero negro. En una segunda fase visionarán un vídeo que trate este fenómeno astronómico, con el posterior debate y puesta en común. En una tercera fase, visitarán el aula de informática, consultando a través de Internet el concepto de agujero negro, para posteriormente realizar trabajos y resúmenes sobre el concepto de agujero negro, estrellas, tipos de estrellas y estudio de la vida de las estrellas. En una última fase, expondrán los trabajos y revisarán las ideas previas que tenían sobre los agujeros negros y las estrellas.

#### 3.5.7 Temporalización

- *Cuestionario de ideas previas.* En la presentación, resolución y puesta en común podemos emplear **una sesión**.
- *Exposición de conceptos de velocidad de fuga, radio del agujero negro y prácticas sencillas sobre estos términos.* En la parte de exposición teórica de los conceptos emplearemos **una sesión**; en la presentación del ejercicio y posteriores ampliaciones con otras actividades emplearemos **tres sesiones más**.
- *Análisis de cuestiones científicas.* Aunque esto ya se ha tratado en el apartado anterior, dedicaremos **dos sesiones** a tratar la ley de gravitación y las leyes de Newton.
- *Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.* Invertiremos en total **ocho sesiones**, repartidas así: dos para trabajo bibliográfico, dos más para el vídeo y su posterior comentario, dos más para el trabajo en

el aula de informática y otras dos para exposición de los trabajos y revisión de ideas previas.

**En total** dispondremos de **15 sesiones** de trabajo. Hemos de volver a mencionar que este número es aproximado dependiendo de los medios utilizados, alumnos y otros aspectos que pueden condicionar el proceso.

### **3.6 Colisiones cósmicas.**

#### 3.6.1 Comentarios previos.

Desde siempre, las colisiones cósmicas han formado planetas en nuestro sistema solar y han moldeado la Tierra y la Luna. En julio de 1994 vimos cómo se producía una colisión relativamente cercana, cuando los fragmentos de un cometa bombardearon la superficie de Júpiter.

¿Qué ocurriría si una colisión de estas magnitudes se produjera en la Tierra?. ¿Se parecería su efecto al que causó la desaparición de los dinosaurios hace 65 millones de años?. Los científicos han empezado a estudiar los cometas y asteroides distantes de la Tierra que podrían atacarla en años venideros, existiendo programas de seguimiento de las trayectorias de estos objetos. Parece que estamos ofreciendo una visión alarmista y pesimista de tema, pero no debemos preocuparnos de forma excesiva, lo importante es realizar un estudio serio del tema bajo el prisma científico y probabilístico. Para ello analizaremos previamente **los tipos de objetos que nos golpean**:

Muchos investigadores hacen una distinción entre objetos de diámetro pequeño, digamos de 10 m., a los que suelen llamar **meteoroides** (también llamados meteoritos) y los de medidas superiores a 10 m., que se suelen denominar **asteroides** si tienen composición rocosa, o **cometas**, si están compuestos mayoritariamente por hielo y otras sustancias volátiles. Es interesante comentar que la mayoría de los meteoroides no alcanzan el suelo, ya que se desintegran al contactar con la atmósfera debido a las altas temperaturas de fricción con ella.

#### 3.6.2 Cuestionario de ideas previas sobre objetos que pueden colisionar con la Tierra.

- *¿Crees que es muy probable, probable o poco probable que un objeto de grandes dimensiones alcance a la Tierra?*
- *¿Era más probable este hecho en los albores de la formación del Sistema Solar?*
- *¿Qué tipo de objetos chocan con la Tierra?*
- *¿Sirve la atmósfera de escudo contra esos objetos?*
- *¿Qué son las estrellas fugaces?*
- *¿Qué son los cometas?*
- *¿Qué partes forman un cometa?*
- *¿Crees que la desaparición de los dinosaurios tiene alguna relación con estos fenómenos?*
- *¿Conoces algún cometa que nos visite regularmente?. ¿Con qué frecuencia nos visita?*

- ¿Qué fenómeno o agente geológico borra las huellas de impactos de cuerpos procedentes del espacio exterior?
- ¿De qué tamaño (diámetro) debería ser un objeto para que su impacto en la Tierra desencadenase la desaparición de nuestra civilización?

Una vez expuestas las cuestiones, pasamos a debatir sobre ellas mediante una puesta en común. Nos parece interesante hacer hincapié a los alumnos en el hecho de que un objeto relativamente pequeño puede desencadenar graves consecuencias para la humanidad, aunque creemos que no hay que exagerar la cuestión creando pánico o alarmismo ante tal situación.

### 3.6.3 Exposición de la práctica matemática.

Planteamos a los alumnos los siguientes datos:

<b>Causas de muerte</b>	<b>Posibilidades</b>
Accidente en vehículo motorizado.....	1 entre 100
Asesinato.....	1 entre 300
Incendio.....	1 entre 800
Accidente por armas de fuego.....	1 entre 2500
Impacto de asteroide o cometa (límite inferior).....	1 entre 3000
Electrocución.....	1 entre 5000
Impacto de asteroide o cometa.....	1 entre 20000
Accidente aéreo.....	1 entre 20000
Inundación.....	1 entre 30000
Tornado.....	1 entre 60000
Picadura o mordedura venenosa.....	1 entre 100000
Impacto de cometa o asteroide (límite superior).....	1 entre 250000
Accidente pirotécnico.....	1 entre 1 millón
Intoxicación alimentaria por botulismo.....	1 entre 3 millones

Cuestiones para los alumnos:

- Lee atentamente los datos presentados, ¿qué opinas sobre ellos?
- Elabora una tabla en la que las posibilidades se expresen con números decimales.
- Expresa en porcentajes las posibilidades presentadas.

Presentamos a los alumnos las cuestiones, pasando posteriormente a su corrección, explicando posteriormente el concepto de probabilidad como relación entre casos favorables y casos posibles, así como la relación entre los conceptos de frecuencia relativa, porcentaje y probabilidad. Nos parece interesante para reforzar el concepto de probabilidad la propuesta de ejercicios simples que utilicen la regla de Laplace (ejercicios con modelos de monedas, cartas, etc.)

### 3.6.4 Análisis de los aspectos matemáticos tratados.

Los conceptos, procedimientos y actitudes del currículo de la asignatura de matemáticas que se tratan son los siguientes:

*Conceptos.*

- Frecuencia absoluta y relativa.
- Ley de los grandes números. Probabilidad de un suceso.

- Regla o ley de Laplace para sucesos elementales equiprobables.

#### *Procedimientos*

- Reconocimiento de la existencia de fenómenos aleatorios en situaciones de la vida y en el conocimiento científico.
- Cálculo de probabilidades en casos sencillos, mediante el empleo de la ley de Laplace.

#### *Actitudes*

- Curiosidad e interés por el estudio de fenómenos aleatorios.
- Valoración crítica de las informaciones probabilísticas que aparecen en los medios de comunicación, sabiendo detectar si los hubiere, abusos y usos incorrectos de las mismas.
- Sentido crítico ante las creencias populares sobre fenómenos aleatorios.

#### 3.6.5 Análisis de otras cuestiones científicas subyacentes.

- *Aspectos astronómicos:* Los términos o conceptos astronómicos aquí tratados son los objetos como asteroides, meteoritos o cometas. También aparecen cuestiones interesantes como la génesis del sistema solar (parece ser que los objetos que pueden chocar con nosotros proceden de los primeros tiempos de vida de nuestro sistema solar).
- *Aspectos geológicos:* Es interesante analizar los diferentes elementos que forman parte de los objetos citados, así como la forma de éstos. Asimismo podemos estudiar las distintas eras de la historia geológica y biológica de la Tierra, así como la frecuencia de las grandes extinciones masivas.

#### 3.6.6 Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.

En primer lugar, propondremos a los alumnos la visión de un vídeo sobre cometas y asteroides, que posteriormente comentaremos en una puesta en común con su debate correspondiente. En una segunda fase, visitaremos la biblioteca para obtener información bibliográfica sobre estos cuerpos y sobre cuestiones de tipo geológico (eras de la Tierra, materiales que la componen, épocas de las desapariciones masivas, etc.). En una tercera fase los alumnos visitarán el aula de informática para obtener información sobre las cuestiones buscadas en los libros de la biblioteca, con la correspondiente realización de resúmenes y trabajos. En último lugar haremos una puesta en común, con la consiguiente revisión de las ideas previas a la luz de los datos obtenidos.

#### 3.6.7 Temporalización.

- *Cuestionario de ideas previas.* Necesitaremos **2 sesiones**, una para la exposición del cuestionario y otra para el debate y puesta en común.
- *Exposición de la práctica y su estudio matemático.* Lo trabajaremos en **4 sesiones**, repartidas así: una sesión para la presentación del ejercicio y su resolución, otra sesión para la explicación del concepto de probabilidad (aportando ejemplos sencillos), dos sesiones más para hacer ejercicios que refuercen el concepto.

- *Análisis de otras cuestiones de tipo científico.* Para las explicaciones y consultas de tipo astronómico y geológico emplearemos **2 sesiones**.
- *Estudio bibliográfico, videográfico y a través de Internet.* Emplearemos **2 sesiones** en la visión y comentario posterior del vídeo; **2 sesiones más** en las consultas a través de Internet y elaboración de los trabajos y resúmenes; otras **2 sesiones** para exposición de trabajos y por último **2 sesiones** para la revisión de ideas previas a la luz de los datos estudiados.

**En total** emplearemos **16 sesiones**. No debemos olvidar el hecho de que este número es orientativo y depende de la profundidad en la que queramos entrar, así como en el tipo de alumno que tenemos y medios de los que disponemos.

### **3.7 Actividades complementarias**

- ◆ Elaboración de murales de carácter astronómico, que contemplen los conceptos estudiados y en los que aparezcan fotos, dibujos, etc.
- ◆ Elaboración de un diccionario astronómico en el que aparezcan tanto términos simples como otros de mayor nivel.
- ◆ Análisis y estudio de recortes de prensa y revistas que versen sobre temas astronómicos (estos materiales han de ser previamente analizados por el profesor para que no creen en el alumno ideas equivocadas).
- ◆ Salidas de campo para realizar prácticas básicas de astronomía de posición.
- ◆ Estudio de programas o paquetes informáticos que puedan sernos de utilidad en las cuestiones que estamos tratando (procesadores de texto y algunas aplicaciones para presentaciones tipo Power Point)
- ◆ Estudio de los llamados *diagramas conceptuales*, tipos y forma de construirlos para fijar los conceptos estudiados.
- ◆ Ejercicios de autoevaluación (fichas de trabajo, diagramas conceptuales incompletos, etc.)
- ◆ Experimentos divertidos y fáciles de realizar para explicar cuestiones astronómicas y físicas.
- ◆ Ampliación de conceptos matemáticos, biológicos, geológicos y físicos no tratados en las prácticas anteriores (o tratados someramente) y que pertenecen al currículo de los alumnos de diversificación.

Teniendo en cuenta que el curso académico de los alumnos de diversificación en el ámbito científico-tecnológico contempla alrededor de 170 sesiones, de las que 103 se han dedicado a las prácticas anteriores, podemos utilizar en las actividades de carácter complementario alrededor de 70 sesiones, que se pueden dar de forma independiente o intercalándolas entre las sesiones prácticas expuestas anteriormente.

### **3.8 Materiales imprescindibles.**

- ❖ Bibliografía adecuada para tratar las nociones de astronomía que se tratan en el trabajo.

- ❖ Manuales básicos de Ciencias Naturales y de Física y Química (nivel 3º-4º ESO).
- ❖ Ordenadores en red conectados a Internet para hacer las búsquedas de las nociones astronómicas y realizar trabajos de resumen (hace falta disponer de Scanner e impresora adecuados).
- ❖ Televisión y vídeo para las sesiones de carácter videográfico.
- ❖ Colecciones de vídeos de astronomía. Pueden ser válidas: a) Colección Cosmos de Carl Sagan; b) El Universo, enciclopedia de astronomía y el espacio, de Planeta De Agostini.
- ❖ Cartulinas, papel, pegamento, cinta adhesiva, papel de aluminio, linterna, cuerda, tijeras, etc., materiales para realizar experimentos fáciles y simples de física y astronomía.
- ❖ Prismáticos adecuados para las sesiones prácticas de astronomía de posición.

### **3.9 Algunas direcciones de Internet de interés.**

AstroCity.net:<http://www.astrocity.net/index.html>

Astroenlazador:<http://go.to/astroenlazador>

Astrored o Info.astro:<http://www.info.astro.com>

Google:<http://www.google.com>

Revista Muy Interesante:<http://333.muyinteresante.es>

Revista Tribuna de Astronomía y Universo:<http://www.astronomia-e.com>

## **4 EVALUACIÓN.**

### **4.1 Comentarios generales sobre la evaluación.**

Desde un punto de vista constructivista, el sentido de la evaluación ya no es el mismo que se contemplaba en la enseñanza más tradicional, en la que el profesor era un transmisor de conocimientos, ya que el rol del profesor ha cambiado transformándose en un director de actividades. Bajo el nuevo prisma, la evaluación tiene dos finalidades, íntimamente unidas, que son la valoración de los objetivos y la valoración de los procesos y materiales empleados.

Es evidente que las calificaciones que otorgamos en las pruebas o exámenes no son, en muchas ocasiones, una medida real del estado cognitivo del alumno. Asimismo hay que decir que dichas calificaciones no son nada objetivas ya que dependen de multitud de factores como el tipo de prueba, persona que corrige, estado de ánimo del corrector, cansancio de éste, etc. Por otra parte los ejercicios tradicionales plantean situaciones repetitivas que no sirven para valorar la capacidad del alumno para enfrentarse a situaciones nuevas. En el proceso de aprendizaje, los exámenes como instrumento único e importante de valoración hacen que el alumno busque estrategias para aprobar los exámenes, estrategias que no suelen ser acertadas para su desarrollo cognitivo.

La evaluación debe ser un instrumento de aprendizaje y por lo tanto el alumno debe participar de ella.

## 4.2 ¿Cómo y qué evaluar teniendo en cuenta nuestras pautas de trabajo?

Con el esquema de trabajo que hemos expuesto a lo largo de nuestro trabajo y teniendo en cuenta el tipo de alumnos a los que va dirigido, la evaluación debe tener en cuenta múltiples aspectos para así ser lo más objetiva posible, ya que evaluar es tomar una decisión altamente importante, que requiere una gran cantidad de parámetros medibles para ser lo más objetiva y justa posible. Teniendo esto en cuenta debemos evaluar los siguientes aspectos:

- *Conocimientos y conceptos matemáticos.*
- *Técnicas matemáticas apropiadas.*
- *Conocimientos y conceptos astronómicos.*
- *Conocimientos y conceptos de carácter científico (físicos, biológicos, geológicos, etc.).*
- *Capacidad de trabajo en grupo.*
- *Orden y limpieza en la libreta de clase.*
- *Riqueza de expresión en las exposiciones orales.*
- *Intervenciones de clase que aporten algo positivo al proceso de enseñanza/aprendizaje.*
- *Utilización correcta de los medios informáticos utilizados.*
- *Utilización correcta de manuales y bibliografía variada.*
- *Utilización correcta de materiales para la elaboración de prácticas de tipo experimental.*

La evaluación de todos estos aspectos requiere por parte del profesor (director de actividades) un seguimiento extenso y diario de todos los alumnos, con una libreta del profesor donde se hagan continuas anotaciones sobre las distintas actuaciones del alumnado. Esto requiere un trabajo complementario del profesor, ya que debe tener en cuenta numerosos parámetros, que en la enseñanza tradicional no se baremaban (o se les tenía poco en cuenta). De todas formas, tampoco debemos olvidar la realización de pruebas o exámenes para fijar conceptos básicos, en estas pruebas se pueden utilizar varios modelos, siendo uno de ellos los diagramas conceptuales incompletos, éstos se entregan al alumno con los correspondientes conceptos para que él establezca las relaciones existentes entre ellos. También podemos utilizar pruebas parecidas a las prácticas que hemos expuesto, para que el alumno conteste a cuestiones matemáticas y de otras ciencias. Otra idea para evaluar que planteamos es la comparación entre las ideas previas y los conceptos científicos de tales ideas, pidiendo al alumno que compare lo que él contestó antes del proceso y lo que sabe una vez revisada la información, elaborando un trabajo que analice las diferencias entre ambos y los errores y aciertos que aparecían en el cuestionario de ideas previas.

## 5 CONCLUSIONES.

Este modesto trabajo, realizado desde una postura abierta al mundo que nos rodea intentando aprovechar algunas de las posibilidades que éste nos brinda, simplemente hemos querido hacer ver que muchos datos que “pululan” por ahí (datos reales, medidos por personajes insignes de la historia del pensamiento científico), nos pueden servir en el desarrollo cotidiano de una clase. El porqué de elegir el tema de la astronomía para poder realizar este trabajo, ha sido por el hecho de que la astronomía en la época en la que vivimos es, con la Medicina y la Biología, quizás una de las disciplinas en las que los avances son cada vez más llamativos, todo ello debido al gran interés que suscita, así como la gran ayuda técnica con la que cuenta. Esta ayuda puede resumirse en varios aspectos: radiotelescopios importantes en todo el mundo, telescopios espaciales como el Hubble y el XMM, telescopios que nos están ayudando a llegar a los albores del Big Bang (lo que se cree que son los albores de la “creación”), estaciones orbitales que cuentan con el apoyo de varios gobiernos, laboratorios espaciales para el estudio de la “vida” y sus condiciones, programas de búsqueda de vida extraterrestre como el SETI, programa que cuenta con un gran presupuesto (algunos científicos creen que si tuviéramos noticia de alguna señal “inteligente” procedente del espacio exterior, sería el descubrimiento más importante realizado por la humanidad) y otras maravillas técnicas.

Alguien puede pensar que todo este gasto e interés por estos temas es superfluo e innecesario. La respuesta a tal pensamiento es que todas las cuestiones que nos hacen mirar hacia el firmamento, son producto de un sentimiento muy antiguo de toda la humanidad, sentimiento que lo único que busca es la afirmación del propio “yo” del individuo y la búsqueda del sentido de nuestras vidas (podríamos discutir largamente sobre el llamado principio “antrópico”, que considera que el universo es así como es para albergar dentro de sí a individuos como nosotros, personalmente consideramos que este principio es demasiado egoísta, y lo único que hace es aumentar la autoestima de un género humano cada vez más egoísta, menos solidario consigo mismo y con su entorno). La búsqueda de la propia esencia, de la explicación a lo que nos rodea, con los valores numéricos que caracterizan a las masas de electrones, protones, etc., valores que caracterizan a las cuatro fuerzas fundamentales (fuerte, débil, electromagnetismo y gravedad), todos ellos valores, que con la más mínima variación, todo lo que nos rodea no existiría tal como es (nosotros mismos no existiríamos), nos puede hacer pensar que existe una razón última de nuestra presencia en este universo (de hecho, el universo es así por ese equilibrio numérico existente). Aunque todas estas cuestiones se escapan quizás del ámbito de la ciencia, lo que sí queremos es hacer un llamamiento desde estas humildes líneas, a que respetemos el método científico, con sus defectos y virtudes, porque pensamos que es el único que nos puede llevar

de la mano para contestar a todas las cuestiones que nos van surgiendo (cuestiones físicas, cuestiones matemáticas, cuestiones médicas, etc., cuestiones que la única forma de dilucidarlas es mediante la experimentación). Siempre desde el respeto a las distintas religiones y creencias, creemos necesario mencionar que nunca deben mezclarse cuestiones de fe y cuestiones esotéricas, con cuestiones de tipo científico, ya que éstas últimas tienen el rigor de un método y son estudiadas pormenorizadamente por muchos individuos que forman parte de la comunidad científica, mientras que las cuestiones de fe no resisten un mínimo rigor metodológico para ser demostrada su veracidad. Nos gustaría aprovechar a su vez estas líneas, para hacer un llamamiento de rotundo rechazo a las “supercherías” y engaños propios de los curanderos, médicos espiritistas y demás “ladrones”, que lo único que hacen es jugar con la desesperación de las personas para su lucro personal.

En último lugar, hacer referencia a la importancia que tiene que el alumno se sienta a gusto en clase de matemáticas y de cualquier ciencia en general, para lo que hay que intentar darle, bajo nuestro punto de vista, cuestiones cortas y de fácil construcción (no por ello exentas de profundidad matemática), y enterrar poco a poco el exceso de rigor y lenguaje matemático que no aparece para nada en el mundo de la calle. Este tipo de cuestiones son las expuestas en el trabajo, pudiéndose elegir múltiples de ellas dentro del mundo de la astronomía (estudio de fenómenos geométricos como la “paralaje”, por ejemplo, cuya implicación matemática tiene que ver con la trigonometría). Desde aquí animamos a buscar cuestiones “matematizables” en el exterior de las matemáticas ya construidas (de por sí, con construcciones largas e inmensamente complicadas para los propios profesionales de la asignatura) y que el alumno pueda manipular, todo ello sin olvidar por supuesto que estamos ante una “señora”, las matemáticas, que se merece el mayor respeto por ser el instrumento básico en el que se apoyan todas las disciplinas científicas, aunque pensando que esa “señora”, viviendo sola, sin nadie a quién ayudar, pierde su tiempo y además no hace fructífera su existencia.

## **6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **6.1 Referencias bibliográficas comentadas.**

- **ARRIBAS, A.** (1996). *Astronomía paso a paso. Segundo ciclo de la ESO*. Madrid. Equipo Sirius. Estamos ante un libro típico de Taller de Astronomía, casi todo el trabajo se hace a base de actividades gráficas, pequeños ejercicios y construcciones de algunos instrumentos.
- **ASIMOV, I.** (1994). *Cien preguntas básicas sobre la Ciencia*. Madrid Alianza Editorial. S.A. Ediciones del Prado. Es un libro que recoge las respuestas dadas por Asimov a cien preguntas sobre ciencia formuladas por los lectores de la revista “Science Digest”.
- **BATTANER LÓPEZ, E.** (1991). *Planetas*. Madrid. Alianza Editorial S.A. Madrid. Libro que combinando amenidad y rigor refleja los rasgos

esenciales de la astronomía y la astrofísica de los planetas, comentando a su vez anécdotas y curiosidades referentes a hallazgos de astros y asteroides pertenecientes al sistema solar.

- **DESONIE D.** (1999). *Colisiones cósmicas*. Barcelona. Ediciones Omega S.A. Es un libro que describe la historia de las colisiones cósmicas y responde y soluciona muchas de nuestras dudas y preguntas sobre el particular.
- **HEIDMANN, J.** (1993). *La vida en el Universo*. Madrid. Alianza Editorial S.A.. Libro en el que se presentan resultados de bioastronomía, disciplina que estudia la vida en el universo, analizando la presencia de moléculas orgánicas de cierta complejidad en el espacio interestelar, moléculas que pudieron ser las precursoras de la vida.
- **HORMIGO, T.** (1985). *Las medidas del Universo*. Alcoy. Editorial Marfil S.A. Libro que explica los procesos antiguos usados por los científicos para medir valores como la velocidad de la luz, la masa de la Tierra, masas de los planetas, velocidad de movimiento del sistema solar, etc.
- **LACROUX, J.**(1998). *Iniciación a la astronomía. Un viaje hasta los confines del Universo conocido*. Barcelona. Ediciones Omega S.A. Es un libro que nos lleva en un viaje hasta los confines del universo conocido, respondiendo a preguntas del tipo: ¿Cuál es la edad de la Tierra?, ¿puede el Sol llegar a apagarse?, ¿es el universo finito? y otras cuestiones de interés.
- **LEVY, DAVID H.**(1999).*Observar el cielo*. Barcelona. Ed. Planeta S.A. Es una guía completa e imprescindible para comprender la magia y misterios del cielo.
- **MOORE, P.** (1998). *Aprende tú solo astronomía*. Madrid. Ediciones Pirámide S.A. Es un libro que explica claramente los hechos básicos relacionados con la astronomía, muestra aspectos de nuestro sistema solar, nos da instrucciones para realizar sencillas fotografías y nos aporta una introducción a la Cosmología
- **SAGAN, C.** (1992) . *Cosmos*. Barcelona. RBA Editores S.A. Libro básico en cualquier biblioteca astronómica que se precie, marcó un hito en el acercamiento de la Astronomía a los menos eruditos y está muy bien complementado con una buena colección de vídeos.
- **SAGAN, C.**(1997). *El mundo y sus demonios*. Barcelona. Ed. Planeta S.A. Es un libro conmovedor y brillante en el que se nos demuestra que el pensamiento científico es necesario para salvaguardar nuestras instituciones democráticas y nuestra civilización técnica, mostrando a su vez como el pensamiento racional puede superar prejuicios y supersticiones para dejar al descubierto la verdad.
- **VANCLEAVE J.** (2001). *Astronomía para niños y jóvenes*. México D.F. De. Limusa S.A. Libro que nos ofrece 101 experimentos fáciles, seguros y entretenidos, en los que aprenderemos porqué giran los

planetas, qué es el viento solar, cuál es la distancia entre la Tierra y la Luna y muchas otras cuestiones de interés utilizando elementos fáciles como cuerda, clavos, cajas de zapatos, etc.

## 6.2 Páginas de Internet consultadas.

- **TORREGROSA LILLO, A.** ¿Cómo se forman los agujeros negros?.  
<http://www.geocities.com/angelto.geo/bhole/comose.html>
- **PLATA, R.E. y ALVARADO, J.** Agujeros negros.  
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Hangar/8084/capitulo1.html>

## 7 GLOSARIO DE TÉRMINOS.

**Año luz:** Unidad de distancia equivalente a la distancia recorrida por la luz en un año. La luz se desplaza a 300000 km./s, siendo un a. l. cerca de 9 billones 460 mil millones de kilómetros.

**Agujero negro:** Astro hipotético con una fuerza de gravitación tal, que nada puede escapar de él; su radio sería de unos pocos kilómetros.

**Aprendizaje significativo:** Cuando un aspecto de la realidad, que hasta ahora no habíamos entendido, cobra sentido a partir de las relaciones que somos capaces de establecer con los conocimientos y proposiciones que ya sabemos: La nueva información pasa a formar parte de la memoria comprensiva.

**Asteroide:** Pequeño planeta de forma irregular. Una gran parte de los asteroides se encuentra entre Marte y Júpiter.

**Big bang:** Se denomina así al instante en que se inició la evolución del universo.

**Cometa:** Cuerpo de carácter difuso que gira alrededor del Sol en órbitas generalmente muy elípticas y que en las cercanías del Sol generan una cola.

**Conocimientos previos:** Conocimientos específicos que el alumno posee; sus concepciones y representaciones acerca de los temas a tratar. Estos conocimientos pueden ser parciales o erróneos; el proceso de enseñanza-aprendizaje deberá ir reconstruyendo estas percepciones y aproximándolas cada vez más al conocimiento científico.

**Constelaciones:** Agrupación convencional de estrellas que dibujan figuras en el cielo. Hay 88 constelaciones.

**Corona:** Capa externa de la atmósfera del Sol. Aún menos densa que la cromosfera, alcanza 1 millón de grados de temperatura, y sólo es visible durante los eclipses totales.

**Cromosfera:** Es la capa más baja de la atmósfera del Sol. Este gas tenue, a 10000 grados de temperatura, se extiende hasta varios miles de km. de altitud.

**Eclíptica:** Plano en el que la Tierra realiza su órbita alrededor del Sol. Vista desde la Tierra, la eclíptica se materializa en el cielo como la línea sobre la que el Sol se desplaza a lo largo del año.

**Elipse:** Curva cerrada de forma ovalada. Los planetas giran alrededor del Sol en elipses, y no en círculos.

**Espectro:** Imagen obtenida por descomposición de la luz visible o de cualquier otra radiación. El espectro de la luz visible más conocido es el arco iris.

**Fotosfera:** Superficie del Sol que emite la luz visible.

**Fulguración:** Aumento extremadamente rápido de brillo en una pequeña área de la superficie solar.

**Galaxia:** Gigantesca agrupación de estrellas. Todas las estrellas del universo están agrupadas en galaxias irregulares o en forma de discos espirales. Cada galaxia contiene miles de millones de estrellas.

**Magnitud:** Medida del flujo luminoso emitido por un astro cuyo valor depende del receptor utilizado.

**Magnitud absoluta:** Magnitud que tendría una estrella a una distancia de 10 parsecs.

**Magnitud aparente:** el brillo de una estrella tal como la ve el observador

**Meteorito:** Cuerpo sólido (rocoso) que viaja errante por el espacio y que puede chocar con la Tierra o cualquier otro planeta.

**Órbita:** Trayectoria descrita por un cuerpo alrededor de otro, del cual es satélite.

**Paralaje:** Desplazamiento aparente de una estrella sobre el fondo de estrellas más lejanas, a medida que la Tierra se mueve alrededor del Sol.

**Parsec:** Unidad de medida astronómica correspondiente a la distancia que tendría una estrella que tuviera un paralaje de un segundo de arco.

**Protoplaneta:** Agregación importante de materia que dará origen a un planeta, tras varios millones de años de evolución.

**Protuberancia solar:** Erupción de materia que se produce en el Sol y que puede alcanzar grandes dimensiones.

**Satélite:** Cuerpo que gravita alrededor de un planeta: La luna es el satélite natural de la Tierra. El hombre ha enviado al espacio satélites artificiales, el primero de ellos fue el Sputnik I (el 4 de octubre de 1957).

**Sistema solar:** Conjunto de planetas y cuerpos celestes que giran alrededor del Sol: nueve planetas principales y una miríada de cometas y asteroides.

**Supernova:** Estrellas de gran masa que finaliza su vida con una gran explosión.

**Unidad astronómica (U.A):** Unidad de distancia definida por la distancia media Tierra-Sol (150 millones de km.).

**Vía láctea:** Es nuestra galaxia. El Sol no es más que una de las 100000 estrellas que la componen. Tiene forma de disco, de unos 100000 años luz de diámetro y 10000 años luz de espesor.

**Viento solar:** Flujo de partículas provenientes de la expulsión de materia por parte del Sol.

**Zodiaco:** Zona del cielo atravesada por la eclíptica, a lo largo de la cual se mueven los planetas, el Sol y la Luna.

## **ANEXO I: EJEMPLO DE EXPERIMENTO DE CARÁCTER PRÁCTICO UTILIZANDO MATERIALES SIMPLES.**

**Objetivo:** Determinar de qué forma la Tierra se encuentra protegida de los vientos solares.

### **Materiales:**

- *Popote (pajita).*
- *2 hojas de papel.*
- *Imán en forma de barra.*
- *Limadura de hierro, que se puede conseguir en un taller de torno.*

### **Procedimiento.**

- ◆ Cubre el imán con una hoja de papel.
- ◆ Dobla la segunda hoja de papel y esparce en ella las limaduras de hierro (en el doblez).
- ◆ Sostén el papel a 15 cm. del imán, aproximadamente.
- ◆ Sopla a través del popote.
- ◆ Dirige la corriente de aire hacia la limadura de hierro en el papel doblado. Gran parte de la limadura vuela hacia el imán.

### **Resultados.**

Las partículas de hierro quedan pegadas en el papel con la forma del imán que se encuentra debajo.

### **Explicación del fenómeno.**

Alrededor del imán se encuentra un **campo de fuerza magnético** que atrae la limadura de hierro. La Tierra tiene un campo de fuerza magnético alrededor. El área de acción del campo magnético se llama **magnetosfera**. La magnetosfera desvía y atrapa las partículas cargadas del Sol, de la misma forma que el imán que se encuentra bajo la hoja de papel atrajo la limadura. Las partículas cargadas vienen del Sol como el resultado de las llamaradas y manchas solares. Estas partículas en movimiento son llamadas vientos solares, y llegan a la órbita de la Tierra con velocidades hasta de 1.6 a 3.2 millones de km/h. Los astronautas en el espacio están expuestos a las partículas de las llamaradas solares debido a que las partículas de alta energía dañan a los tejidos vivos. Sin la magnetosfera los organismos vivos de la Tierra estarían en peligro al estar expuestos a las partículas cargadas.

**ANEXO II. PRÁCTICA SOBRE EL SISTEMA SOLAR (Puede servir de ejercicio de evaluación).**

Damos la siguiente tabla:

Planeta	Distancia media al Sol (medida en U.A.)	Radio (km)	Masa (kg.)	Principales gases en la atmósfera.
Mercurio	0.387	2439	$3.3 \cdot 10^{23}$	H, He, Neón
Venus	0.723	6052	$4.9 \cdot 10^{24}$	CO <sub>2</sub>
Tierra	1	6378	$6 \cdot 10^{24}$	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
Marte	1.524	3397	$6.4 \cdot 10^{23}$	CO <sub>2</sub>
Júpiter	5.203	71500	$1.9 \cdot 10^{27}$	H, He, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub>
Saturno	9.54	60300	$5.7 \cdot 10^{26}$	H, He, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub>
Urano	19.19	25600	$8.7 \cdot 10^{25}$	H, He, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub>
Neptuno	30.06	24800	$10^{26}$	H, He, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub>
Plutón	39.53	1150	$1.3 \cdot 10^{22}$	¿?

Cuestiones:

- 1) Redondea a la décima los elementos de la segunda columna. Haz lo mismo redondeando a la centésima.
- 2) Expresa en fracciones esos mismos elementos.
- 3) Escribe en m. y cm. los elementos de la tercera columna.
- 4) Ordena los planetas atendiendo a sus radios (en orden creciente).
- 5) Suponiendo que los planetas fueran esferas perfectas, y sabiendo que la su volumen (capacidad) responde a la fórmula  $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ , aproximando el número pi como 3.14. Construye, con ayuda de tu calculadora, una tabla de volúmenes de los planetas conociendo sus radios.
- 6) Una vez conocidos dichos volúmenes, divide la masa de cada planeta entre los volúmenes obtenidos. Lo que obtienes se llama densidad. Busca la acepción de este término en algún manual.
- 7) Ayudándote de un manual de ciencias, busca el significado de los símbolos de la última columna.
- 8) ¿Consideras que es importante la existencia de atmósfera en un planeta para que éste sea apto para el desarrollo de la vida?. Explica con detalle lo que piensas.

