



CIENCIA Y FE DE LA MANO

ALBERTO GONZÁLEZ SANTOS

PRÓLOGO

Cuando empecé a conocer la biblia con cierto interés también empezaba mi etapa de estudiante universitario, cursaba Ciencias Químicas. Fruto de la actividad de predicación del Evangelio, enseguida me encontré, en los círculos en los que solía participar, con el debate entre ciencia y Biblia, participé en él con interés; pretendía defender a mi Señor. Ahora, al cabo del tiempo, creo sinceramente que este debate no tiene sentido; no puedo considerar científicos a los que descalifican la Fe y con ella a los que la profesamos, pero también me cuesta entender a los que dicen que son maestros de la Biblia y menosprecian o demonizan la ciencia, estos últimos suelen llegar a esas conclusiones por el, ya mencionado propósito, de ser defensor de la Fe, loable pero innecesario, ¡El Señor no lo necesita! Algunos, después de haber leído alguna publicación divulgativa, creen que tienen suficientes datos para entrar en discusión en ramas del saber que pueden llevar cientos de años en desarrollo.

¿En que parte del debate se habría puesto, por ejemplo, Johannes Kepler? Este eminente matemático y astrónomo estudió teología en la universidad de Tubinga, posteriormente enseñó en el seminario protestante de Graz. A Kepler le pasó lo que a tantos otros y lo que, aun estando a años luz en conocimientos, me pasa a mí, fue capaz de ver en su actividad una confirmación de su fe, llegó a escribir en su obra "El misterio cósmico" lo siguiente: "Yo deseaba ser teólogo; pero ahora me doy cuenta a través de mi esfuerzo de que Dios puede ser celebrado también por la astronomía».

La Biblia contiene lo que Dios nos quiere decir. La biblia no es algo tan trivial como un libro de ciencia, estos quedan obsoletos y usados como material histórico en el momento en que, a través del esfuerzo que Kepler menciona, cambian los datos. Se perfeccionan los métodos y los equipos, sin embargo el mensaje de La Palabra no cambia, no está sujeta a las mismas limitaciones humanas. Los libros de ciencia contienen lo que la ciencia dice o dijo en su momento acerca de los procesos naturales a la luz de la interpretación de los datos, La biblia contiene lo que Dios nos quiere decir sobre todo lo que existe, incluida nuestra propia vida, y eso es inmutable y eterno, porque Él es inmutable y eterno.

Aún puedo recordar como si lo estuviera viviendo la profunda impresión que sentí una mañana en clase de bioquímica, mientras que un profesor nada sospechoso de querer ensalzar la Gloria de Dios explicaba los complejos mecanismos enzimáticos del ciclo de Krebs y cómo quedé sobrecogido ante la maravilla de la creación de Dios en algo tan aparentemente insignificante como el ahorro energético en nuestro cuerpo ¡Que perfección, tanto en lo enorme como en lo minúsculo! A Él no le pasa nada desapercibido. Quizás para otros esto puede ser obstáculo, para mí fue estímulo.

Años más tarde me encontré en una situación que sin tener nada que ver produjo en mí otra gran sorpresa, la de ver como el ser humano, en este caso un niño puede poner su mente al servicio de la búsqueda de la verdad, sabiendo que lo más seguro es que nos equivoquemos. Solo Él es la Verdad. Era también por la mañana, quizás más temprano, el autor de éste estudio, un niño de ocho años, mientras tomaba su leche con cacao me hizo una de las preguntas más sorprendentes de mi vida: ¿Que es el infinito papá? Mi primera reacción fue no hacerle caso pero por fortuna actué de otra forma. Le hice pensar en el número más alto que fuera capaz de imaginar y le dije que le sumara 1 y luego otro 1 y así varias veces, ¿y si no paras...? Pues eso es el infinito. Quedó aparentemente satisfecho y siguió desayunando. Al minuto levantó de nuevo la vista y me espetó con los ojos muy abiertos: "Y eso cómo se escribe" ¡Como me quedé! haciendo malabares pedagógicos tracé en el aire el signo matemático de infinito, el famoso ocho horizontal, dando varias vueltas con el dedo, más leche con cacao... Al final de una succulenta conversación pasando por conceptos de números negativos y más cosas me dijo: Entonces Dios es infinito pero el tiempo es como la mitad ¿no? Menos mal que había que irse al cole...

Ahora mientras que escribo estas torpes líneas esperando a que se ponga el Sol y salgan las estrellas en el cielo de la sierra de Madrid algo más limpio que el de la capital doy gracias al Al Que Existe por mi hijo Alberto por su hermano el risueño e imparable Marcos, por la mujer que mi creador me regaló para colaborar con Él trayendolos al mundo y la magnifica labor que como madre ha hecho y le ruego que me conceda algo más de tiempo para ver como disfrutan de cosas tan profundas como escribir el prologo del pequeño libro de un hijo, aunque como en nuestro caso, no sea con pretensiones de ganar un Nobel sino con la, no menos loable intención de dar Gloria a Dios

Gracias Padre. Andrés González.

CONTENIDO

1.	Introducción.....	6
2.	La creación (Génesis 1 – 2:3).....	8
3.	Un poco de historia.....	10
4.	El sistema solar y otros sistemas planetarios.....	18
5.	Las supernovas y los elementos pesados.....	23
6.	El universo a gran escala.....	26
7.	Macro y micro. La mecánica cuántica.....	31
8.	Materia y energía.....	34
9.	La teoría de la relatividad.....	38
10.	De nuevo la creación.....	43
11.	Conclusiones.....	45

1. INTRODUCCIÓN

Desde los orígenes del hombre todos los fenómenos naturales han sido explicados con la existencia de divinidades cuya “ocupación” era producirlos. Esos fenómenos fuera del alcance del ser humano eran necesarios para cosechas, mantenimiento del ganado, ir a la guerra, navegar... en resumen, para prácticamente cualquier actividad humana. El ser humano no dedicaba demasiado tiempo al cómo, y solo unos pocos privilegiados que tenían lo que hoy llamaríamos tiempo libre pensaban en el por qué. Es así como surge la filosofía natural en la antigua Grecia.

El término “física” proviene del griego *physis*, que significa naturaleza. Podemos considerar, por tanto, al primer “físico” de la historia a Aristóteles (siglo IV a.C.), una de cuyas obras se titula precisamente así. Sin embargo, no es adecuado el término “científico”, dado que no seguía dicho método, que nacería muchos siglos más tarde, en la Europa del siglo XVII. Según el Oxford English Dictionary, el método científico es "*un método o procedimiento [...] que consiste en la observación sistemática, medición y experimentación, y la formulación, análisis y modificación de las hipótesis.*" No es hasta el renacimiento cuando empieza a surgir un conflicto entre la filosofía natural y la fe.

A lo largo de la edad media las religiones monoteístas se fueron imponiendo en Europa, el Norte de África y Oriente Próximo, dando lugar a la sustitución de los cientos de dioses politeístas, cada uno de los cuales explicaban un fenómeno natural, por uno solo. Sin embargo, la posición del hombre seguía siendo la misma: era necesario tener contento a ese único dios (más fácil que antes) para que la naturaleza fuese favorable. Es en medio esta situación donde surgen todo tipo de abusos, desde las bulas papales del Cristianismo hasta la Guerra Santa del Islam. Desde esa posición de poder, las religiones no podían permitir que nada ni nadie pusiera en duda su versión oficial.

Sin embargo, durante el siglo XVI comienzan a surgir estudiosos, generalmente religiosos, que eran los que sabían leer y escribir, y además podían dedicarse al estudio de la naturaleza que empiezan a formular hipótesis contrarias a las establecidas. Más adelante explicaremos los casos de Nicolás Copérnico o Galileo Galilei. En este punto comienza a existir divergencia entre los dogmas sobre la naturaleza de la Iglesia Católica (en la que nos centraremos por proximidad) y la realidad observada y estudiada por personas dedicadas a ello que, poco a poco, podemos empezar a considerar científicos.

Durante muchos años se ha mantenido ese enfrentamiento a distintos niveles aunque, curiosamente, una buena parte de los científicos importantes de la historia han sido hombres que, de una forma u otra, creían en un Dios creador. Es evidente que el enfrentamiento ya no está al nivel de los años del Tribunal del Santo Oficio de la Inquisición, pero sigue habiendo una corriente cristiana que se niega a aceptar la realidad que la ciencia nos muestra.

Personalmente, como cristiano evangélico, me supone un gran dolor ver cómo algunas personas seguidoras de estas corrientes que, en ocasiones, toman argumentos científicos sesgados o mal informados, e incluso textos bíblicos mal interpretados. Esas personas, conocidas en general como “creacionistas” nos dan fama a los que, creyendo también en un Dios Creador del universo, además de personal, nos esforzamos por estudiar la naturaleza desde

un punto de vista científico y, por tanto, objetivo. Estas personas suelen hacer el ridículo ante la sociedad afirmando cosas como que “el universo tiene 6000 años” porque “así lo dice la biblia”, o que “la teoría de la evolución es imposible porque viola el Segundo Principio de la Termodinámica”, cuando probablemente ni saben qué significa dicho principio, ni entienden un concepto tan complicado como la entropía, fundamental para explicarlo.

Con este estudio pretendo exponer una serie de cuestiones que, a mi juicio, nos darán una visión global y muy descriptiva del la “filosofía natural”, hoy conocida como física, así como mostrar que no entra, en ningún caso, en conflicto directo con nuestra fe, ni nos debe suponer un problema de conciencia. Lo más importante que debemos tener en cuenta es que ni la Biblia es un tratado científico ni pretende serlo en ningún caso. Tampoco la ciencia pretende entrar en juzgar nuestra vida espiritual, ya que no es su papel, pero sí analiza la realidad que nos rodea y trata de buscarle una explicación.

Por último, y es fundamental que tenga en cuenta esto durante toda la lectura, no intento convencer a nadie ni hablar ex-cathedra, sino mostrar mi humilde punto de vista como cristiano y físico titulado en un tema en el que creo poder aportar algo y que me apasiona, a la vez que me preocupa.

2. LA CREACIÓN (GÉNESIS 1 – 2:3)

A continuación podemos leer el relato de la creación de la biblia, separado por días, según la versión Reina-Valera de 1960.

Día 1: Cielos y tierra; luz; día y noche. (1-5)

1:1 En el principio creó Dios los cielos y la tierra.

1:2 Y la tierra estaba desordenada y vacía, y las tinieblas estaban sobre la faz del abismo, y el Espíritu de Dios se movía sobre la faz de las aguas.

1:3 Y dijo Dios: Sea la luz; y fue la luz.

1:4 Y vio Dios que la luz era buena; y separó Dios la luz de las tinieblas.

1:5 Y llamó Dios a la luz Día, y a las tinieblas llamó Noche. Y fue la tarde y la mañana un día.

Día 2: Cielos-expansión; separación de las aguas (6-8)

1:6 Luego dijo Dios: Haya expansión en medio de las aguas, y separe las aguas de las aguas.

1:7 E hizo Dios la expansión, y separó las aguas que estaban debajo de la expansión, de las aguas que estaban sobre la expansión. Y fue así.

1:8 Y llamó Dios a la expansión Cielos. Y fue la tarde y la mañana el día segundo.

Día 3: Tierra y mar. Plantas (9-13)

1:9 Dijo también Dios: Júntense las aguas que están debajo de los cielos en un lugar, y descúbrase lo seco. Y fue así.

1:10 Y llamó Dios a lo seco Tierra, y a la reunión de las aguas llamó Mares. Y vio Dios que era bueno.

1:11 Después dijo Dios: Produzca la tierra hierba verde, hierba que dé semilla; árbol de fruto que dé fruto según su género, que su semilla esté en él, sobre la tierra. Y fue así.

1:12 Produjo, pues, la tierra hierba verde, hierba que da semilla según su naturaleza, y árbol que da fruto, cuya semilla está en él, según su género. Y vio Dios que era bueno.

1:13 Y fue la tarde y la mañana el día tercero.

Día 4: Sol, luna y estrellas. (14-19)

1:14 Dijo luego Dios: Haya lumbreras en la expansión de los cielos para separar el día de la noche; y sirvan de señales para las estaciones, para días y años,

1:15 y sean por lumbreras en la expansión de los cielos para alumbrar sobre la tierra. Y fue así.

1:16 E hizo Dios las dos grandes lumbreras; la lumbrera mayor para que señorease en el día, y la

lumbrera menor para que señorease en la noche; hizo también las estrellas.

1:17 Y las puso Dios en la expansión de los cielos para alumbrar sobre la tierra,

1:18 y para señorear en el día y en la noche, y para separar la luz de las tinieblas. Y vio Dios que era bueno.

1:19 Y fue la tarde y la mañana el día cuarto.

Día 5: Animales marinos y aves (20-23)

1:20 Dijo Dios: *Produzcan las aguas seres vivientes, y aves que vuelen sobre la tierra, en la abierta expansión de los cielos.*

1:21 Y creó Dios los grandes monstruos marinos, y todo ser viviente que se mueve, que las aguas produjeron según su género, y toda ave alada según su especie. Y vio Dios que era bueno.

1:22 Y Dios los bendijo, diciendo: *Fructificad y multiplicaos, y llenad las aguas en los mares, y multiplíquense las aves en la tierra.*

1:23 Y fue la tarde y la mañana el día quinto.

DÍA 6: ANIMALES DE LA TIERRA. EL HOMBRE. (24 – 31)

1:24 Luego dijo Dios: *Produzca la tierra seres vivientes según su género, bestias y serpientes y animales de la tierra según su especie. Y fue así.*

1:25 E hizo Dios animales de la tierra según su género, y ganado según su género, y todo animal que se arrastra sobre la tierra según su especie. Y vio Dios que era bueno.

1:26 Entonces dijo Dios: *Hagamos al hombre a nuestra imagen, conforme a nuestra semejanza; y señoree en los peces del mar, en las aves de los cielos, en las bestias, en toda la tierra, y en todo animal que se arrastra sobre la tierra.*

1:27 Y creó Dios al hombre a su imagen, a imagen de Dios lo creó; varón y hembra los creó.

1:28 Y los bendijo Dios, y les dijo: *Fructificad y multiplicaos; llenad la tierra, y sojuzgadla, y señoread en los peces del mar, en las aves de los cielos, y en todas las bestias que se mueven sobre la tierra.*

1:29 Y dijo Dios: *He aquí que os he dado toda planta que da semilla, que está sobre toda la tierra, y todo árbol en que hay fruto y que da semilla; os serán para comer.*

1:30 Y a toda bestia de la tierra, y a todas las aves de los cielos, y a todo lo que se arrastra sobre la tierra, en que hay vida, toda planta verde les será para comer. Y fue así.

1:31 Y vio Dios todo lo que había hecho, y he aquí que era bueno en gran manera. Y fue la tarde y la mañana el día sexto.

2:1 Fueron, pues, acabados los cielos y la tierra, y todo el ejército de ellos.

2:2 Y acabó Dios en el día séptimo la obra que hizo; y reposó el día séptimo de toda la obra que hizo.

2:3 Y bendijo Dios al día séptimo, y lo santificó, porque en él reposó de toda la obra que había hecho en la creación.

3. UN POCO DE HISTORIA

Las esferas celestes

Desde la antigüedad el hombre ha mirado al cielo al llegar la noche y ha podido ver ciertas pautas en él. Lo primero que uno observa en una noche oscura y despejada es el distinto brillo de las estrellas o de los astros, y que, aparentemente, a lo largo de la noche giran alrededor de un punto situado en el mismo lugar que la estrella polar. De lo siguiente que se da cuenta, si se observa con cuidado durante varias noches es que hay algunos de estos astros que se mueven, en apariencia, erráticamente. Los griegos denominaron a estos astros como estrellas errantes o planetas, término que proviene del griego *πλανήτης* (“*planētēs*”) y que significa “vagabundo, errante”, debido a que, aparentemente, se salían de trayectorias circulares, consideradas como la perfección en el mundo clásico.

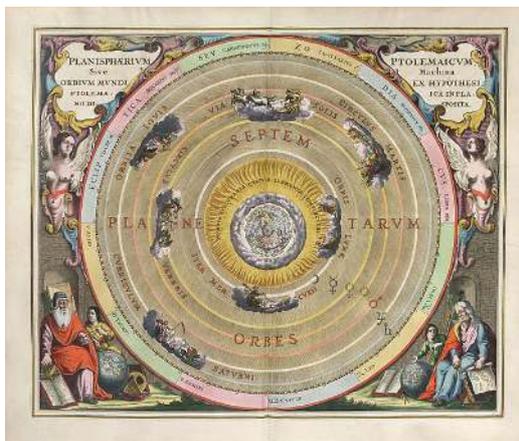


Figura 1: El planisferio de Ptolomeo, o el mecanismo de las órbitas celestes. Imagen de Andreas Cellarius (1661)

Hubieron de pasar aún varios siglos para que todos estos movimientos celestes fuesen sistematizados. Claudio Ptolomeo vivió en el siglo II después de Cristo y fue el primero en estandarizar un modelo general para los movimientos de los astros. La obra en la que expone su modelo es conocida como *Almagesto* por haber sido conservada a través de los árabes. El título en griego es, traducido, *El gran tratado*. Curiosamente (más adelante veremos el porqué de esta afirmación), Ptolomeo afirma explícitamente que su sistema no pretende descubrir la realidad, y que es sólo un método de cálculo que, poco a poco, se va complicando con la introducción de más y más epiciclos, es decir, círculos girando en círculos, que se introducían para que las observaciones encajasen con el modelo.

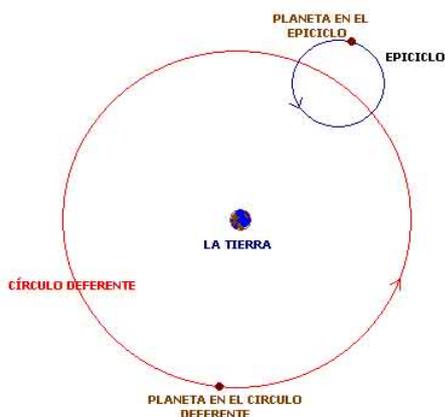


Figura 2: Un epiciclo es una circunferencia cuyo centro va girando a lo largo de la línea de otra circunferencia.

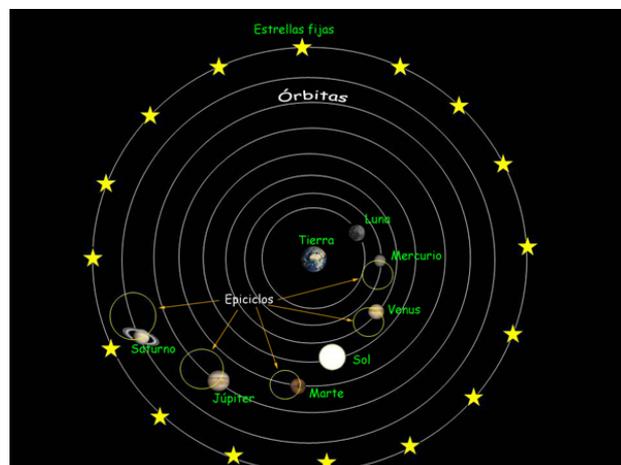


Figura 3: Esquema del sistema Ptolemaico con los epiciclos.

Nicolás Copérnico

La aparición del sistema copernicano es considerada por muchos autores como la conversión de la astronomía en ciencia. Nicolás Copérnico vivió entre 1473 y 1543. No fue un gran científico, al nivel de Newton o Einstein, pero su propuesta se considera un gran hito en la humanidad. Básicamente, lo que hizo fue replantear el sistema ptolemaico, que estaba ya muy parcheado. Su intención fue, en esencia, la misma que la de Ptolomeo: un modelo matemático más simple.

De Revolutionibus Orbium Celestium (“Sobre el movimiento de las órbitas celestes”) fue publicada el mismo año de su muerte como obra póstuma, y dice la leyenda que murió con un ejemplar recién impreso en sus manos (recordemos que la imprenta se inventó unos 100 años antes). Dedicada al papa Pablo III, se divide en seis volúmenes:

- El primero contiene una visión general de la teoría heliocéntrica y una corta explicación de sus ideas del universo.
- El segundo volumen es teórico y habla de los principios de la astronomía esférica. También contiene una lista de estrellas, que más adelante se utilizarán para distintos argumentos.
- El tercer volumen habla principalmente de los movimientos del Sol.
- El cuarto volumen describe la Luna y sus movimientos orbitales.
- El quinto y el sexto volúmenes contienen una explicación del nuevo sistema.

Esta obra tiene un prefacio escrito por Andreas Oisander, el editor, en la que afirma, para evitar que se convirtiese en un libro prohibido, lo siguiente: “no es necesario que las hipótesis sean verdaderas, ni siquiera verosímiles, sino que buscan concordar con las observaciones”.

Tycho Brahe y Johannes Kepler

Tycho Brahe fue un noble danés que vivió durante la segunda mitad del siglo XVI. Se puede considerar el primer “científico”, ya que realizó observaciones muy precisas y extensas en el tiempo. Su idea era crear un nuevo modelo distinto del aristotélico-ptolemaico y del de Copérnico, ya que ambos fallaban. La propuesta era devolver la tierra al centro, con el sol girando a su alrededor y los planetas alrededor de éste. Durante su juventud pudo observar una supernova en la constelación de Casiopea, visible incluso en días claros, lo que era algo que chocaba frontalmente con la creencia de la época de que la esfera superior, la que contenía las estrellas, era inmutable. Llamó a este fenómeno “Stella Nova”, término que ha perdurado hasta nuestros días.

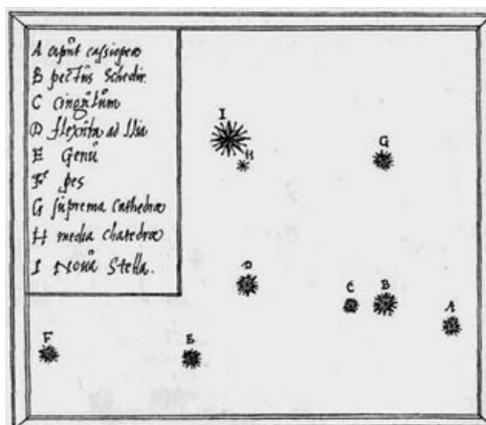


Figura 5: Esquema de Casiopea con la "Nova Stella" (letra I) descubierta por Tycho



Figura 4: Portada de "De Revolutionibus Orbium Celestium"



Figura 6: Retrato de Tycho Brahe

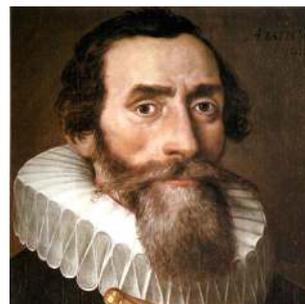


Figura 7: Retrato de Johannes Kepler

Johannes Kepler fue discípulo de Tycho Brahe y aprovechó su impecable recogida de datos para elaborar la primera ley matemática que determinaba el movimiento celeste, en concreto, las tres leyes que llevan su nombre y que aún se estudian en el bachillerato científico. Creía que había una “música celestial” que salía de los movimientos planetarios, y es por esto por lo que dedicó toda su vida a estudiar estos movimientos. Kepler era creyente y veía en su modelo cosmológico una celebración de la existencia, sabiduría y elegancia de Dios. Escribió: «yo deseaba ser teólogo; pero ahora me doy cuenta a través de mi esfuerzo de que Dios puede ser celebrado también por la astronomía». Murió en 1630. Señalar como nota curiosa que su madre fue procesada y ejecutada por brujería.

Galileo Galilei

Coetáneo de Kepler, tuvo el problema de nacer en una zona de mayor influencia del Vaticano. En contra de la creencia popular, Galileo no inventó el telescopio, sino que mejoró el antejo que llegó a sus manos en Venecia, haciéndolo más potente (hasta 10 aumentos) y consiguiendo que las imágenes no se deformaran. Publicó todas sus notables observaciones en una obra llamada *Siderius Nuncius* (mensajero sideral) en 1610, siendo revolucionaria en más de un sentido, ya que está publicada en italiano, y no en latín.

Es sobradamente conocido su conflicto con la Iglesia, sin embargo, lo cierto es que no fue el gran mártir que se cuenta. Tuvo un primer aviso por la visión copernicana del cosmos de sus obras, y, tras ser denunciado a la inquisición, se comprometió a no volver a tratar el tema. Guardó silencio hasta que, al morir Pablo V, Urbano VIII, que era amigo suyo y había intercedido ante el Santo Oficio por él, fue nombrado papa, volvió a publicar sobre teorías copernicanas, lo que le llevó al conocido proceso. Durante el mismo fue obligado a declarar lo siguiente:

“Yo Galileo Galilei, juro que siempre he creído, creo y creeré lo que cree la iglesia católica”;

“He sido hallado culpable de herejía [...]. Abjuro [...] condeno y detesto dichas ideas [...] y juro que nunca defenderé dicha herejía”.

Finalmente, fue condenado a prisión domiciliaria perpetua, una suerte que fue bien distinta a Giordano Bruno, condenado a morir en la hoguera. A pesar de todo, Galileo no estaba en contra de la Iglesia, sino a favor de la ciencia. Fue, de hecho, el primero en considerar las matemáticas “el lenguaje divino”, llegando a afirmar

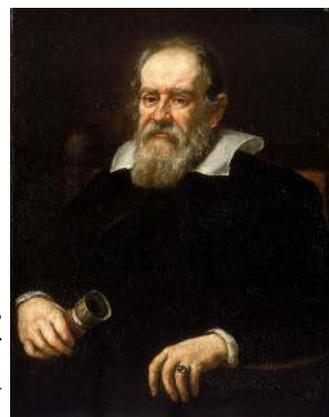


Figura 8: Galileo Galilei(1564 - 1642)

que “*Las matemáticas son el lenguaje con el que Dios ha escrito el universo*”.

Sir Isaac Newton

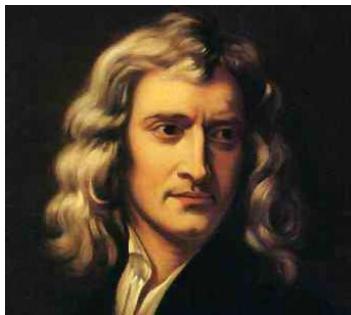


Figura 9: Sir Isaac Newton (1642 - 1727)

Sir Isaac Newton es, quizá, el mayor cerebro científico de la historia. Es considerado el creador de la ciencia moderna. Desarrolló todo tipo de herramientas matemáticas, y creó la primera ley universal, la gravitación, válida tanto en la Tierra como en la esfera celeste. Escribió mucho sobre teología, más que de ciencia, aunque de marcado corte deísta (no creía en un Dios personal ni en la trinidad).

Newton fue un hombre muy poderoso: fue miembro del parlamento, lideró una gran reforma monetaria y llegó a ser nombrado Sir por la reina Ana. Murió en 1727 y fue enterrado en la abadía de Westminster junto con los más grandes hombres de Inglaterra.

Newton no hizo más que descubrir lo que Jeremías ya menciona sobre la existencia de dichas leyes que rigen el movimiento de la luna y las estrellas.

Jeremías

31:35 *Así ha dicho Jehová, que da el sol para luz del día, las leyes de la luna y de las estrellas para luz de la noche, que parte el mar; y braman sus ondas; Jehová de los ejércitos es su nombre:*

31:36 *Si faltaren estas leyes delante de mí, dice Jehová, también la descendencia de Israel faltará para no ser nación delante de mí eternamente.*

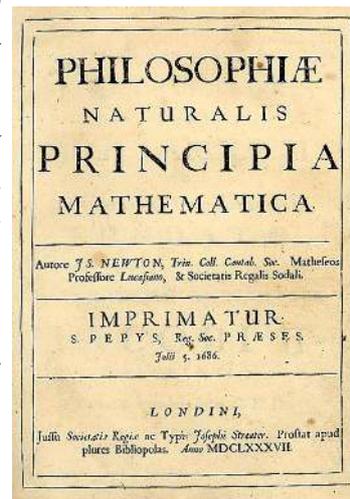


Figura 10: Portada de los Principia Mathematica de Newton, una de las obras científicas más importantes de la historia

La revolución industrial

A finales del siglo XIX los avances científicos parecen llegar a su máximo, y el hombre empieza a caer en una vanidad y un orgullo que le hace pensar que, de una forma u otra, se ha hecho “igual a Dios”. Laplace (astrónomo, físico y matemático francés) afirmaba

“Podemos mirar el estado presente del universo como el efecto del pasado y la causa de su futuro. Se podría concebir un intelecto que en cualquier momento dado conociera todas las fuerzas que animan la naturaleza y las posiciones de los seres que la componen; si este intelecto fuera lo suficientemente vasto como para someter los datos a análisis, podría condensar en una simple fórmula el movimiento de los grandes cuerpos del universo y del átomo más ligero; para tal intelecto nada podría ser incierto y el futuro así como el pasado estarían frente sus ojos”.



Figura 11: Una de las causas fundamentales de la revolución industrial fue el avance de la ciencia durante el siglo XIX

La ciencia parecía estar llegando al final, solo quedaban algunas cuestiones por aclarar, concretamente, la naturaleza del éter (medio en el que se propagaba la luz) y las peculiaridades de

la emisión del cuerpo negro.

En respuesta a esas dos preguntas, aparecen dos revoluciones en la física: la mecánica cuántica y la relatividad. La primera concluía que no se puede determinar con total precisión la posición y la velocidad de ninguna partícula; la segunda, que el tiempo ya no era una constante universal, cuestiones ambas muy difíciles de entender con la intuición, pero ampliamente probadas experimentalmente.

Albert Einstein

Albert Einstein fue el otro gran genio de la física (junto con Newton) y, sin duda, el más mediático y conocido. Su elemento diferencial fue mantener siempre la mente abierta, y estar dispuesto a no dar por sentados los conocimientos hasta ese momento. Se preguntó cómo se vería el mundo moviéndose a la par que un haz de luz y, a partir de dos postulados muy sencillos llegó a su teoría de la relatividad especial, que publicó en 1905. Estos postulados consistían en que 1) las leyes de la física son las mismas en todo el universo y 2) la velocidad de la luz es constante en cualquier sistema de referencia inercial (se mueva a la velocidad que se mueva). Tuvo muchísimos problemas ya que era judío, y no era una época muy buena para los judíos en Alemania. Al contrario de lo que mucha gente cree, Einstein fue brillante en las matemáticas durante su infancia. El mito se ha extendido probablemente porque la nota máxima del sistema suizo (6) es igual a la mínima para aprobar del alemán. Sin embargo, sí que tuvo dificultades en su época de estudiante universitario con la geometría diferencial, esencial para el desarrollo posterior de la teoría de la relatividad general, pero no por aptitud sino por actitud, vaya que no iba a clase. Fue su amigo Marcel Grossmann quien le ayudó a este desarrollo.

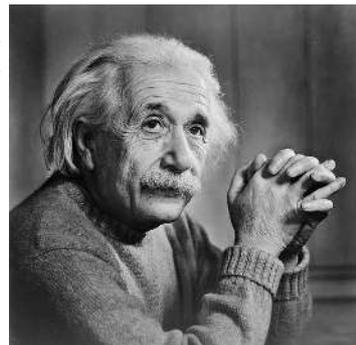


Figura 12: Albert Einstein (1879 - 1955)

La popularidad de Einstein se disparó en 1919 cuando la teoría de la relatividad general, que mejoraba la ley de gravitación universal de Newton, fue probada. Volveremos sobre esta teoría más adelante.

En 1933, cuando Hitler llegó al poder en Alemania, Einstein se encontraba en Estados Unidos y ya no volvería a la Universidad de Berlín, en la que era catedrático. Se sabe que aceptó una oferta de la Universidad Central de Madrid, la cual aceptó, aunque no llegó a presentarse, por motivos políticos de simpatía con la II República española. Ya en Estados Unidos, una carta suya al presidente Franklin D. Roosevelt fue un detonante decisivo en el inicio del Proyecto Manhattan, carta que, con el tiempo, lamentó profundamente. Viviría en Estados Unidos hasta su fallecimiento en 1955.

El siglo XX: Leavitt, Noether y Hubble

No quiero dejar esta época sin mencionar a dos mujeres de excepcional valía y cuyas aportaciones son, sin duda, decisivas para la concepción de la astrofísica y la física teórica. Ellas son Henrietta Leavitt y Emmy Noether.

Henrietta Leavitt trabajaba en el observatorio de Harvard, contratada como mano de obra barata. Era muy común en la época contar con mujeres por poder pagarles salarios más bajos.

En 1908 descubrió las cefeidas, estrellas que presentan variación de luminosidad siguiendo una ley que Henrietta descubrió. Gracias a esta ley, se podía medir la distancia a la tierra de estas estrellas con gran precisión.



*Figura 14: Henrietta Leavitt
(1868 - 1921)*

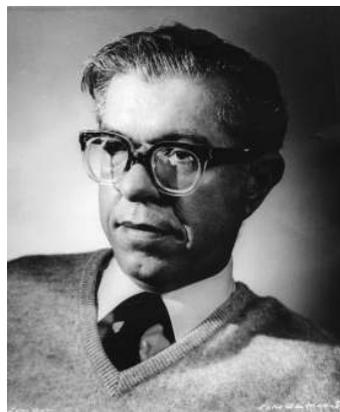


*Figura 13: Emmy Noether
(1882 - 1935)*

Emmy Noether fue una matemática de gran brillantez que pasó muchos años a la sombra, e incluso dando clases y conferencias en nombre de otros matemáticos varones, por supuesto. Suyo es uno de los teoremas más importantes en la física y, para mi, uno de los más bellos que reza lo siguiente: “Cualquier simetría de un sistema físico, tiene su correspondiente ley de conservación”, así como a la inversa. Por ejemplo, el principio de conservación de la energía es consecuencia de la simetría temporal en la que vivimos, y significa que da igual que hagamos un experimento hoy o dentro de una semana: el resultado será el mismo.



*Figura 15: Edwing Hubble
(1889 - 1953)*



*Figura 16: Frederick Hoyle
(1915 - 2001)*

Volviendo a la astronomía, que ya va evolucionando hacia la astrofísica, Edwing Hubble descubrió en 1929 que el universo se expandía. Era una consecuencia lógica de esta observación deducir que, si todo el universo parecía expandirse, en algún momento estuvo todo en el mismo lugar junto. Esto se conoce como la teoría del “Big Bang” gracias a Frederick Hoyle, uno de los mayores detractores de este modelo. Volveremos sobre esto más adelante. A la vez se desarrollaba la Cosmología del Estado Estable, de la que Hoyle era un gran defensor, que postulaba la existencia de un universo eterno, inmutable y en expansión. Esta teoría fue refutada por el descubrimiento de la radiación de fondo de microondas en 1965, que no encajaba en la Cosmología del Estado Estable, pero sí en la Cosmología Relativista.

Actualidad

Hoy en día se podría decir que cada vez sabemos menos. Hay muchísimos campos de investigación abiertos que, a su vez, dan lugar a otros. Ya no hay “físicos, astrónomos, matemáticos, teólogos y filósofos”, puesto que el conocimiento se ha especializado tanto que es prácticamente imposible permanecer actualizado de todos los campos.

En el campo de la Astrofísica y la cosmología, los descubrimientos más recientes e importantes son el crecimiento exponencial de exoplanetas (planetas fuera de nuestro sistema solar) y el descubrimiento de la expansión acelerada del universo. Detectados recientemente gracias a las misiones Kepler (de la NASA) y Corot (de la Agencia Espacial Europea), actualmente hay más de 770 planetas descubiertos fuera del sistema solar, y millones de candidatos a serlo. Y bien cerca, en el sistema estelar binario Alfa Centauri, las estrellas más cercanas a la Tierra, tenemos un exoplaneta de tamaño parecido al de la Tierra descubierto en octubre de 2012.

En cuanto a la expansión acelerada del universo, se atribuye a la llamada “energía oscura”, que haría las veces de “presión negativa”, un concepto un tanto complicado de entender. Sus descubridores fueron galardonados con el premio Nobel en el año 2011.

En los siguientes apartados trataremos en algo más de profundidad estos temas.

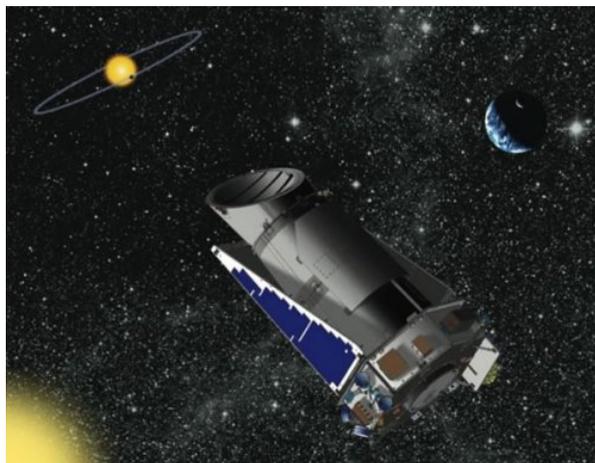


Figura 17: Representación gráfica del satélite Kepler

4. EL SISTEMA SOLAR Y OTROS SISTEMAS PLANETARIOS

Salmo 8

8:1 *¡Oh Jehová, Señor nuestro, Cuán glorioso es tu nombre en toda la tierra! Has puesto tu gloria sobre los cielos;...*

8:3 *Cuando veo tus cielos, obra de tus dedos, La luna y las estrellas que tú formaste,*

8:4 *Digo: ¿Qué es el hombre, para que tengas de él memoria, Y el hijo del hombre, para que lo visites?*

Origen del sol y los planetas. ¿Qué es un planeta?

Hace algunos años la Unión Astronómica Internacional, causó gran revuelo al sacar a Plutón de la categoría de “planeta”. Pero lo que parecía una actuación caprichosa era, en realidad, una necesidad científica de dar una definición exacta de planeta, hasta ese momento prescindible. Por aquella época, no solo se iban descubriendo cuerpos similares a Plutón en el conocido como cinturón de Kuiper, sino que se confirmaba la existencia de decenas de planetas orbitando en torno a otras estrellas. Por tanto, los únicos planetas no eran las conocidas como “estrellas errantes”, sino que el término debía adquirir una nueva dimensión.

La definición adoptada fue: “Un planeta es un cuerpo celeste que

- (1) orbita alrededor de una estrella o remanente de ella,
- (2) tiene suficiente masa para que su gravedad supere las fuerzas del cuerpo rígido, de manera que asuma una forma en equilibrio hidrostático (prácticamente esférica) y
- (3) ha limpiado la vecindad de su órbita, o lo que es lo mismo tiene predominancia orbital.”
(Soter, Steven. *What Is A Planet?* Scientific American, enero 2007)

El primer punto no requiere demasiada explicación: es un cuerpo que se mantiene en una órbita circular o elíptica en torno a una estrella, o los restos de una de ellas.

El segundo punto implica que para considerar “planeta” a un cuerpo celeste, tiene que ser lo suficientemente grande como para que la atracción gravitacional que se produce entre todas las partículas por tener masa los mantenga de forma esférica. La esfera es la forma geométrica en la que todos los puntos están lo más cerca posible del centro de la misma, que en el caso de un cuerpo con masa, es el centro de gravedad, y, por tanto, el estado de mínima energía.

El tercer punto es el que dejaría fuera a Plutón, y significa que un planeta tiene el tamaño suficiente como para, gracias a su masa, atraer todos los cuerpos de su órbita gravitacionalmente. Según estas tres condiciones, el sistema solar tiene sólo ocho planetas.

En cuanto a su origen, nadie sabe a ciencia cierta cómo se formó el sistema solar. Se estudian varios mecanismos que podrían funcionar y que las simulaciones dan como válidos, pero la realidad es que el cosmos es un laboratorio un tanto “peculiar”, puesto que no puedes

modificar tus experimentos según la necesidad.

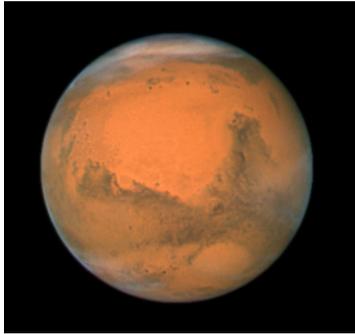


Figura 18: Marte o el planeta rojo



Figura 19: Planeta Júpiter, el más grande del sistema solar.

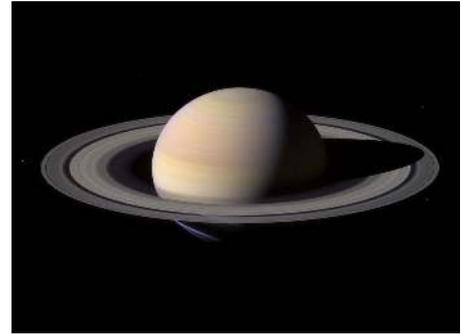


Figura 20: Saturno, el planeta con anillos

Otras estrellas y sistemas estelares.

En 1988 se descubrió el primer planeta extrasolar, pero no hubo noticias de otro hasta 1993, año en el que se hallaron tres más. Desde entonces no han cesado de confirmarse nuevos exoplanetas, de tal modo que en el año 2013 hay más de 700 planetas extrasolares confirmados como tales, y millones aguardan como candidatos a serlo. Candidatos, puesto que según las observaciones que hay que interpretar y descartar que sean otro tipo de cuerpo celeste. Y todo esto en una región notablemente pequeña de nuestra galaxia (véase figura 21). El universo está formado por miles de millones de galaxias. Resulta complicado creer que están ahí como adorno, y más leyendo el salmo 148.

Salmo 148

148:1 Alabad a Jehová desde los cielos; Alabadle en las alturas.

148:2 Alabadle, vosotros todos sus ángeles; Alabadle, vosotros todos sus ejércitos.

148:3 Alabadle, sol y luna; Alabadle, vosotras todas, lucientes estrellas.

148:4 Alabadle, cielos de los cielos, Y las aguas que están sobre los cielos.

148:5 Alaben el nombre de Jehová; Porque él mandó, y fueron creados.

148:6 Los hizo ser eternamente y para siempre; Les puso ley que no será quebrantada.

Aparte de la poesía que va implícita en cualquier salmo por tratarse de canciones, cabe preguntarse que, si la referencia a los “cielos” es a la morada celestial, ¿por qué no quedarse en

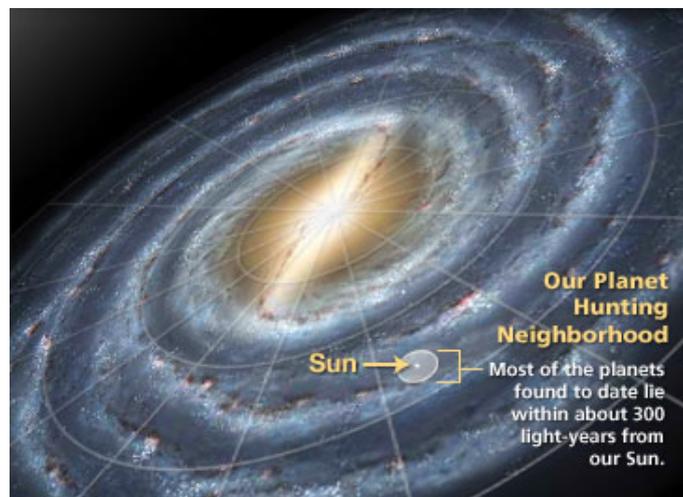


Figura 21: "Nuestra búsqueda de planetas en el entorno: La mayoría de los planetas encontrados hasta la fecha están a unos 300 años-luz

el versículo 2, simplemente animando a los ángeles a alabarle? No es la única referencia que se hace en la Palabra a “los cielos de los cielos” (Deuteronomio 10:14, 1 Reyes 8:27, 2º de Crónicas 2:6 y 6:18 o Nehemías 9:6) o a las estrellas como adoradoras, así como a los ejércitos de los cielos. Todos ellos tienen un papel de adoradores en los salmos y no como entidades inertes.

Es también destacable, por otro lado, la mención en el versículo 6 a la existencia de una ley que rige los cielos, una ley “que no será quebrantada”. Esta ley fue descubierta cientos de años más tarde por Kepler primero, luego universalizada por Newton y refinada por Einstein. Y, tal y como dice la palabra, ahí sigue sin haber sido quebrantada.

Veamos otros textos:

Jeremías 33:22. *“No puede ser contado el ejército del cielo, ni la arena del mar se puede medir.”*

Vemos aquí una nueva mención al ejército del cielo. Podríamos entrar ahora en una cuestión legítima y es que, si hay tanto sitio para habitar, ¿por qué iba a estar vacío? Citando a Carl Sagan “si estamos solos, cuánto espacio desaprovechado”. La palabra nos dice que Él no creó la tierra en vano, sino que la hizo para ser habitada.

Isaías 45:18. *“Porque así dijo el Señor, que creó los cielos; él es Dios, el que formó la tierra, el que la hizo y la compuso; no la creó en vano, para que fuese habitada la creó. Yo soy el Eterno, y no hay otro.”*

Una y otra vez se nos recuerda lo insignificante que es nuestro mundo ante Él. Basta observar la abundancia y tamaño del universo para darse cuenta de esto. Por tanto, y siguiendo este razonamiento, ¿iba a hacer Dios todo el universo para que solo lo habitásemos nosotros? Hemos mirado con cuidado, con proyectos internacionales como Kepler o Corot, y hemos encontrado en una pequeña sección de nuestra galaxia (ver figura 21) cientos de planetas de todos los tamaños, y eso con la limitada capacidad que tenemos para verlos. No caigamos en el orgullo de creernos especiales. Aunque quizá lo seamos, pero no para bien.

Mateo 18:12-14. *“¿Qué os parece? Si un hombre tiene cien ovejas, y se descarriá una de ellas, ¿no deja las noventa y nueve y va por los montes a buscar la que se había descarriado? Y si acontece que la encuentra, de cierto os digo que se regocija más por aquélla que por las noventa y nueve que no se descarriaron. Así, no es la voluntad de vuestro Padre que está en los cielos, que se pierda uno de estos pequeños.”*

¿Y si estas 99 ovejas que se quedan a salvo no fuesen los “santos creyentes” (recordemos que “no hay justo ni aún uno”, Romanos 3:10), sino mundos que no conocieron pecado, mientras que la oveja perdida fuese nuestro pequeño planeta azul?

Para profundizar en este tema, recomiendo el libro-estudio del pastor Joaquín Yebra “¿Un universo para ser habitado?”, que se puede descargar de forma gratuita de la página web www.ebenezer-es.org, en el apartado de “Publicaciones”.

5. LAS SUPERNOVAS Y LOS ELEMENTOS PESADOS

Junto con las novae, su nombre viene del término *Stella Nova* adoptado por Tycho Brahe para la primera que vio, que incluso se veía durante el día. Las novae y las supernovas son estrellas que llegan al final de su vida y que, mediante procesos que no son necesarios detallar en este estudio, emiten durante un corto período de tiempo (semanas o, como mucho, meses) una gran cantidad de luz, para luego apagarse de nuevo. La diferencia entre las novae y las supernovas es, obviamente, su potencia.

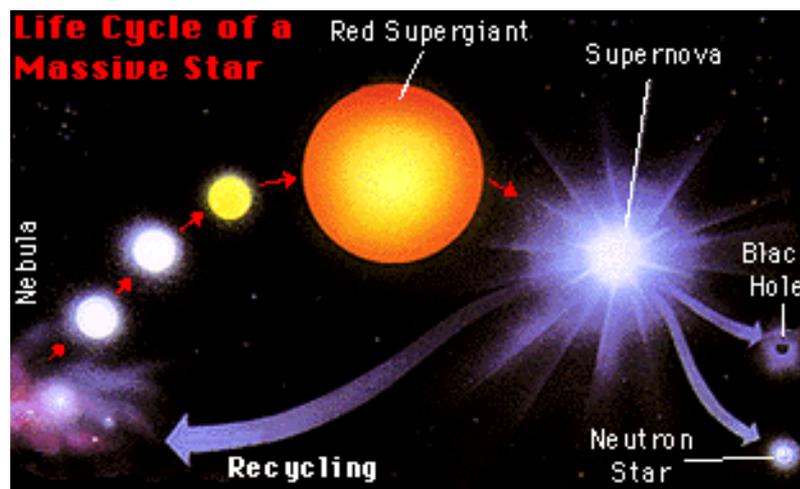


Figura 22: Ciclo vital de una estrella masiva. De nebulosa (izquierda) a la secuencia principal, después gigante roja y, por último, supernova para acabar como remanente estelar, ya sea como estrella de neutrones o como agujero negro.

Durante su vida, en la etapa conocida como secuencia principal, las estrellas fusionan núcleos atómicos para producir energía. Así, dos núcleos de hidrógeno se juntan en uno de helio produciendo una cantidad de energía muy elevada. Con apenas un miligramo de hidrógeno podríamos encender una bombilla de 100W durante todo un año. Este proceso es muy similar al que producen las bombas termonucleares de hidrógeno, creándose una situación de continua batalla entre la atracción gravitatoria de la estrella y la explosión termonuclear que dura miles de millones de años.

Cuando la secuencia principal acaba, el hidrógeno se ha terminado y la estrella comienza a crecer. Ésto ocurre porque el punto de equilibrio de la batalla explosión-gravedad cambia. Los procesos de fusión continúan a lo largo de la tabla periódica hasta llegar al hierro, que es el núcleo atómico más estable. La unión de dos elementos para dar un elemento más ligero que el hierro desprende energía en la reestructuración del núcleo atómico. Pero conseguir elementos más pesados que el hierro cuesta energía, por lo que no se pueden producir en esta fase.

Cuando la mayoría de los elementos que forman una estrella se han convertido en hierro, el combustible para la fusión nuclear ha terminado, y la gravedad gana la batalla, pero en su “caída”, la estrella emite una última erupción que apenas dura un instante, comparado con el tiempo de la secuencia principal. Es en este momento cuando aparecen novae o supernovas, dependiendo de la masa de la estrella.

Las supernovas se convierten durante el tiempo que dura su brillo en elementos más brillantes que el resto de la galaxia, y cuando terminan, expulsan elementos pesados a su alrededor. En ocasiones se forman las conocidas como nebulosas planetarias, con mucho, las imágenes más bellas del universo visible (figura 23).

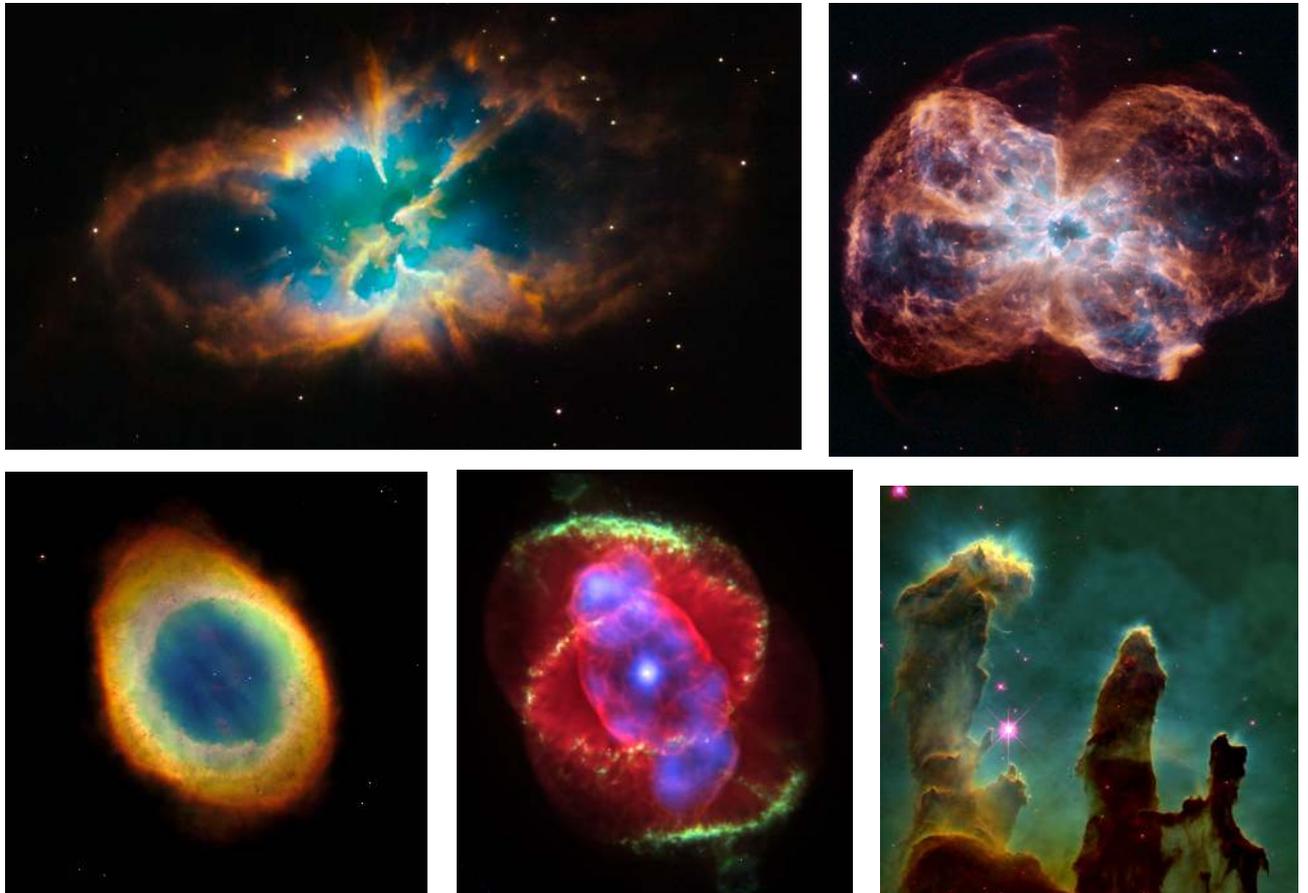


Figura 23: Las imágenes más bellas del universo son, por lo general, de nebulosas planetarias. De izquierda a derecha y de arriba a abajo, NGC2818, NGC 2440, NGC 6720 o Nebulosa del Anillo, NGC 6543 o Nebulosa Ojo de Gato y los “Pilares de la Creación”, dentro de la Nebulosa del águila o NGC 6611

Solo las supernovas desprenden energía suficiente para formar elementos más pesados, tales como el cobre, la plata, el platino, el oro, el arsénico, el plomo, el yodo o el mercurio, algunos de ellos indispensables para la vida tal y como la conocemos. Podemos, por tanto afirmar, que el único lugar del universo en el que tu anillo de casado, o tus pendientes de plata pueden haber sido forjados (los átomos que los componen) es en el corazón de una supernova. Interesante, ¿verdad?

La estrella de Belén

Vamos a analizar a continuación el relato conocido como “La estrella de Belén”.

Mateo 2

2:1 Cuando Jesús nació en Belén de Judea en días del rey Herodes, vinieron del oriente a Jerusalén unos magos,

2:2 diciendo: ¿Dónde está el rey de los judíos, que ha nacido? Porque su estrella hemos visto en el oriente, y venimos a adorarle.

...

2:7 Entonces Herodes, llamando en secreto a los magos, indagó de ellos diligentemente el tiempo de la aparición de la estrella;

2:8 y enviándolos a Belén, dijo: Id allá y averiguad con diligencia acerca del niño; y cuando le halléis, hacédmelo saber, para que yo también vaya y le adore.

2:9 Ellos, habiendo oído al rey, se fueron; y he aquí la estrella que habían visto en el oriente iba delante de ellos, hasta que llegando, se detuvo sobre donde estaba el niño.

2:10 Y al ver la estrella, se regocijaron con muy grande gozo.

2:11 Y al entrar en la casa, vieron al niño con su madre María, y postrándose, lo adoraron; y abriendo sus tesoros, le ofrecieron presentes: oro, incienso y mirra.

2:12 Pero siendo avisados por revelación en sueños que no volviesen a Herodes, regresaron a su tierra por otro camino.

Fuese una supernova, quizá una conjunción planetaria, tal vez un cometa... Lo que sí es muy posible y natural que, viniendo de oriente viesan la estrella delante de ellos en occidente, dado que se movería hacia allí por la rotación de la tierra. Sin embargo, dada la ausencia de testimonios destacables en la época, es posible que no fuese un fenómeno especialmente llamativo, como tampoco lo fue el nacimiento de Jesús, pero perfectamente identificable por astrónomos provenientes, de tierras como Persia o India, zonas en las que el estudio de los astros tenía una gran importancia.

Una supernova, de duración no demasiado larga encajaría perfectamente en las características que conocemos. También un cometa, cuyo movimiento respecto del fondo celeste sería más evidente. En cualquier caso, es evidente que la intención de Mateo no es darnos una descripción científica del fenómeno, sino indicar la presencia de personas que supieron interpretarlo como señal del nacimiento del Rey de Reyes.

6. EL UNIVERSO A GRAN ESCALA

Génesis 15:5. *Y lo llevó fuera, y le dijo: Mira ahora los cielos, y cuenta las estrellas, si las puedes contar. Y le dijo: Así será tu descendencia.*

Génesis 22:17 *de cierto te bendeciré, y multiplicaré tu descendencia como las estrellas del cielo y como la arena que está a la orilla del mar; y tu descendencia poseerá las puertas de sus enemigos.*

Durante el tiempo en que ocurrieron los hechos relatados en esta parte del libro del Génesis no existían los telescopios. No se tenía mucha idea de la inmensidad del universo. Cuando en Génesis 15:5 Dios le dice a Abraham, en ese momento aún Abram, que intente contar las estrellas del cielo, si puede, si hubiese aceptado el desafío, con mucha paciencia y atención no habría llegado más allá de cuatro millares. Suponiendo datos conservadores, como cuatro hijos por generación, que en la época eran pocos, y ya vemos que Jacob tuvo doce hijos (y una hija, de la que solemos olvidarnos), con unos sencillos cálculos obtenemos como resultado que en seis generaciones llegaría a cumplirse la promesa, lo que supondría algo más de un siglo. No parece una promesa muy alentadora, ¿verdad?



Ahora observemos el capítulo 22, en el que se comparan el número de las estrellas del cielo y de granos de arena del mar. 4000 granos de arena los podemos contener en un vaso de trago corto o de chupito. Sin embargo, el texto nos habla de la arena del mar. Aparentemente no tendría mucho sentido para los estudiosos de la época. Sin embargo, haciendo algunos números podemos concluir lo siguiente:

Figura 24: 4000 granos de arena podrían entrar en un vaso como este.

- El número de granos de arena del mar, teniendo en cuenta su tamaño (0,5 mm), la superficie aproximada de los fondos marinos (el 70% de la superficie terrestre) y la profundidad de dicha superficie (siendo conservadores, unos 2 metros), obtenemos un número de unos $3 \cdot 10^{24}$ (un 3 seguido de 24 ceros, o 3 cuatrillones)
- El número de estrellas del universo visible se puede hacer aproximadamente del mismo modo. La página web www.atlasoftheuniverse.com nos da una magnitud de unos $3 \cdot 10^{22}$ (un 3 seguido de 22 ceros, o 30 000 trillones).

Como vemos, ambos valores no están tan lejanos, aunque lo parezca por ser uno 100 veces mayor que el otro. Hemos de tener en cuenta que son aproximaciones muy gruesas y muy genéricas. Por ejemplo, duplicando el tamaño aproximado de la arena, la cantidad calculada sería diez veces menor, es decir, tendría un cero menos. Sin embargo, nos puede servir en nuestro propósito de comparar cantidades de forma general.

Podríamos quedarnos aquí, conformarnos con que ya son datos que parecen más razonables en una promesa de gran descendencia y que se parecen entre sí. Lo bello viene cuando diferenciamos entre universo observable y universo total. Vivimos en una “burbuja” de universo visible de la que, por cuestiones físicas, no podemos salir ni mirar fuera de ella. No nos agobiamos, ya que es muy grande, unos 100 mil millones de años-luz, y cualquier cosa más allá, no puede ser considerado nuestro universo. Sin embargo, baste citar a Douglas Adam en su libro

“El restaurante del Universo”, donde dice lo siguiente acerca de su tamaño:

"[El universo es] Mayor que la cosa más grande que haya existido nunca, y más. Mucho mayor que eso, en realidad; verdadera y asombrosamente enorme, de un tamaño absolutamente pasmoso, algo para decir: «vaya, qué cosa tan inmensa». Es simplemente tan grande, que en comparación la grandeza misma resulta una nadería. Lo que tratamos de exponer es una especie de concepto que resultaría de lo gigantesco multiplicado por lo colosal multiplicado por lo asombrosamente enorme."

La edad del universo. ¿Por qué esta edad?

La edad del universo está estimada en unos 13700 millones de años. Concretamente, el proyecto WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, Investigación de la Anisotropía de Microondas Wilkinson) determinó una edad de 13 740 millones de años con un error de 110 millones de años, en torno al 1%.

Como siempre en estos casos, tratamos con un laboratorio en el que no podemos modificar las condiciones iniciales. Y como siempre en la ciencia, partimos de unas suposiciones razonables en base a ciencia anterior. Esta medida se basa en parámetros cosmológicos que no entraré a explicar aquí. Sin embargo, experimentos más recientes basados en otro proceso físico (el ciclo CNO, que ocurre en el interior de las estrellas mediante el cual generan energía) han estimado una edad de unos 15 000 millones de años. En cualquier caso, todo parece apuntar a que la edad del universo se cuenta en decenas de miles de millones de años, y no en miles de años, como algunos autores sostienen con el simple criterio de “contar generaciones en la biblia”. Volveremos a este punto más adelante.

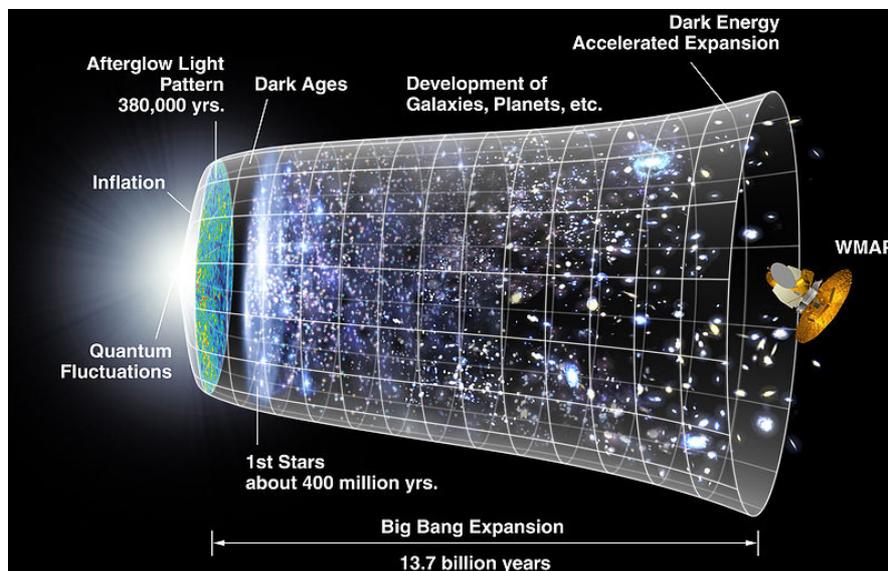


Figura 25: La historia del universo, según WMAP, con un error estimado del 1%. Podemos ver aquí distintos procesos: las primeras estrellas aparecen unos 400 millones de años después del Big Bang. Hacia el final se puede ver la expansión acelerada por la materia oscura, descubrimiento que valió un premio Nobel en el año 2011.

El “big bang”

Cuando Frederick Hoyle, defensor acérrimo de la cosmología del estado estático y crítico de la teoría del Big Bang, en una entrevista para la BBC el 28 de marzo de 1949 calificó el universo descrito en la teoría de la cosmología relativista como iniciado en un “Big Bang” o

gran explosión, no podía imaginar que este término, ya fuese peyorativo o ilustrativo para la audiencia, acabaría siendo el nombre de referencia para dicha teoría.

El “Big Bang” es una consecuencia natural de un universo en expansión. Si “rebobinamos” la película, veremos que lo que se expandía en una “reproducción normal”, ahora se va juntando, y no hace falta un título universitario para darse cuenta de que en algún momento, toda la materia estará junta. Ese sería el “Principio” de Génesis 1:1, momento en el cual no había nada, ni siquiera espacio y tiempo, y si no hay tiempo, es absurdo preguntarse qué había “antes”. Por supuesto, inmediatamente después, estaba todo.

Para explicar este fenómeno existen muchas y variadas teorías. Una de ellas, muy llamativa para mí, es la que defienden, entre otros, el gran cosmólogo Stephen Hawking, y es lo que yo llamo la “hipótesis de la olla hirviendo”. Cuando el agua de una olla rompe a hervir empiezan a salir burbujas que aparecen continuamente y estallan, unas antes que otras. El Dr. Hawking propone en su obra “El gran diseño” (“The Grand Design” en su idioma original) que nuestro universo es una burbuja de todas esas que ha reunido las condiciones necesarias para desarrollar la vida. La hipótesis es verosímil pero, dado que no hay forma de comprobarla por la propia definición de “universo” (todo lo que se “ve”, estrictamente todo lo que existe incluyendo energía, espacio, tiempo, leyes y constantes físicas), ¿por qué esto sí, pero un Dios Creador no? ¿Qué hace más verosímil que nuestro universo sea una “burbuja” en vez de la creación de nuestro Señor? Postular la existencia de elementos más allá de nuestro universo no es muy distinto de la filosofía clásica, en la que pensadores como Platón, Aristóteles o Heráclito proponían modelos de realidad según sus propios razonamientos, pero sin ninguna base científica. Más allá de lo observable, de lo medible, solo podemos proponer filosofía y metafísica, cuyo único sostén será la fe que tengamos en las distintas teorías.



Figura 26. Según Stephen Hawking en “El gran diseño”, nuestro universo es uno de tantos creados aleatoriamente en el “multiverso” del que forma parte.

Salmo 19

19:1 Los cielos cuentan la gloria de Dios, Y el firmamento anuncia la obra de sus manos.

19:2 Un día emite palabra a otro día, Y una noche a otra noche declara sabiduría.

19:3 No hay lenguaje, ni palabras, Ni es oída su voz.

19:4 Por toda la tierra salió su voz, Y hasta el extremo del mundo sus palabras. En ellos puso tabernáculo para el sol;

19:5 Y éste, como esposo que sale de su tálamo, Se alegra cual gigante para correr el camino.

19:6 De un extremo de los cielos es su salida, Y su curso hasta el término de ellos; Y nada hay que se esconda de su calor.

Lo que vemos y lo que hay: materia y energía oscura.

El WMAP nos dio otros datos muy interesante: la materia que podemos ver (porque brilla o refleja luz) supone solo un 4% del total. Aproximadamente un 25% es materia oscura y nada menos que un 70% es energía oscura.

La materia oscura es fácil de visualizar. Imaginemos por un momento que vamos por la

calle por la noche y solo podemos ver la luz de las farolas, de las ventanas de las casas, los semáforos y demás iluminación urbana y las luces de los vehículos. Si te cuesta imaginarlo, esta noche haz una foto sin flash y con baja sensibilidad a una calle y observa. ¿Verdad que es evidente que faltan muchas cosas? Todo eso que “falta” en el universo solo se puede medir por efectos gravitacionales, pero éstos solo se pueden medir si hay otro cuerpo cerca. Todos los planetas que están por descubrir serían parte de esa materia oscura; también los halos galácticos (materia no brillante que está alrededor de las galaxias) y, probablemente, mucha otra materia que aún no se ha descubierto.

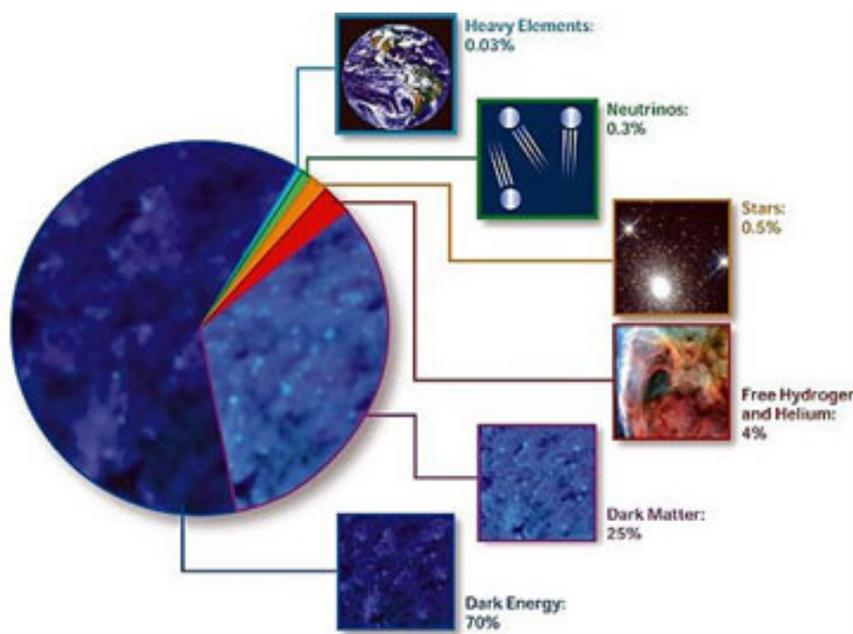


Figura 27: El universo está formado en un 0,5% por estrellas, un 4% por hidrógeno y helio, un 25% de materia oscura y un 70% de energía oscura, además de un 0,3% de neutrinos y un 0,03% de otros elementos pesados.

En cuanto a la energía oscura, es algo mucho más difícil de ver. Supone casi las tres cuartas partes del total del universo, y es la responsable de esa expansión acelerada descubierta por los galardonados por el premio Nobel de 2011. De la energía oscura se sabe que ocupa todo el universo de forma uniforme, que es muy tenue y que solo parece interactuar con la fuerza gravitatoria, y no con las otras tres fuerzas de la naturaleza (electromagnética, nuclear débil y nuclear fuerte). En realidad se ha llegado a un punto muy parecido al de finales del siglo XIX, cuando se postulaba el éter como una sustancia ligera que ocupaba todo el espacio conocido, y que servía de medio de propagación para las ondas electromagnéticas. Ese medio era fundamental para explicar que el comportamiento de la luz fuese como una onda, ya que éstas necesitan un medio a través del cual propagarse.

El universo en expansión acelerada

Los galardonados por el premio Nobel de 2011 fueron Saul Perlmutter, de la Universidad de California en Berkley, Brian Schmidt, de la Universidad Nacional de Australia y Adam Riess, de la Universidad John Hopkins. Schimdt y Riess trabajaban en el mismo proyecto (“High-z Super Nova Search Team”, equipo de búsqueda de supernovas a alto z). Por su parte, Perlmutter trabajaba en otro proyecto (Supernova Cosmology Project, Proyecto de cosmología de supernovas), y en un esfuerzo conjunto, y tras el estudio de varias supernovas, notaron que el brillo aparente era menor de lo que debería según los modelos teóricos. Por alguna razón,

parecían estar más lejos de lo esperado. La única explicación que encontraron fue que el universo está acelerando su expansión. El motivo del Nobel fue, exactamente, «por el descubrimiento de la expansión acelerada del universo a través de la observación de supernovas distantes».

En cuanto a las dimensiones del universo, podemos concluir, por tanto lo siguiente:

"El Universo es gigantesco."

"No solamente gigantesco, sino realmente enormemente gigantesco."

"Y no solo eso, muchísimo más grande también."

7. MACRO Y MICRO. LA MECÁNICA CUÁNTICA

El origen de la mecánica cuántica es bien sencillo: la estabilidad de los primeros modelos atómicos. Fue Sir Ernest Rutherford quien creó el primer modelo en el que los átomos no eran macizos, sino que había espacio entre los electrones y el núcleo, formado por protones. El modelo era análogo al sistema solar: los electrones estarían en órbita como si fueran planetas, mientras que el núcleo atómico equivaldría al Sol.

Rutherford realizó multitud de avances en materia de física atómica y subatómica, entre ellos, la primera transmutación de materia, el sueño de los alquimistas durante cientos de años. Sin embargo, su modelo tenía un problema: las cargas eléctricas aceleradas emiten radiación, con lo que un electrón, que es una carga negativa, en una órbita circular, que necesita una aceleración hacia el centro para mantenerse, debería emitir una radiación que lo haría perder energía y poco a poco acercarse al núcleo hasta colapsar con él.

El modelo atómico de Niels Bohr de 1913 postula que esto no ocurre: los electrones solo emitirían radiación al cambiar de órbita, y este es, entre otros, el inicio de la mecánica cuántica, tan poco intuitiva como ampliamente probada experimentalmente.

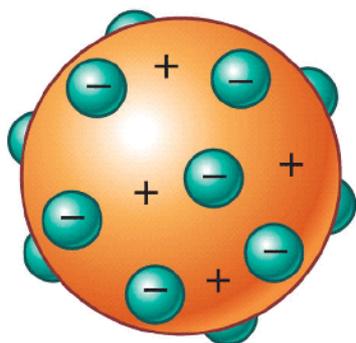


Figura 28: Modelo atómico de J. J. Thomson o "pudín de pasas" (1904). Una esfera cargada positivamente con electrones incrustados.

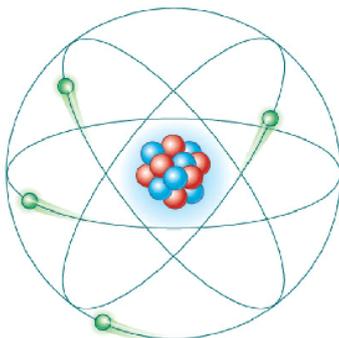


Figura 29: Modelo atómico de Rutherford (1911). Los electrones en órbita en torno al núcleo a una distancia enorme comparada con su tamaño.

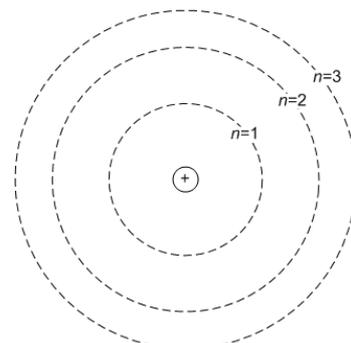


Figura 30: Modelo atómico de Bohr (1913). Los electrones describen órbitas circulares sin emitir energía. Dos más postulados definen el modelo.

Distancia entre orbitales y núcleos. Somos espacio vacío

Todos nosotros estamos formados por tejidos orgánicos, que a su vez están formados por células. Todas las células están formadas por moléculas, cuyos tamaños son muy variables, y estas a su vez por átomos. Las distancias entre átomos y el tamaño de éstos son similares, en el mismo orden de magnitud. Por ejemplo, una molécula de agua tiene dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno: cada átomo de hidrógeno

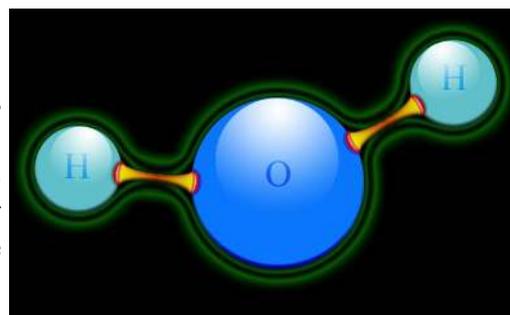


Figura 31: Esquema de una molécula de agua (H_2O) a escala.

tiene un diámetro aproximado de 0.025 nanómetros (1 nanómetro es una millonésima de milímetro) y el del átomo de oxígeno es de 0.060 nm. La distancia entre cada átomo de hidrógeno y el de oxígeno es de unos 0.096 nm, un orden de magnitud similar. Hasta aquí no hay nada extraño.

Sin embargo, si nos adentramos en el corazón de cualquiera de los dos átomos, cuando atravesemos el orbital de electrones más profundo entraremos en una inmensidad de espacio vacío, tan vacío como el espacio intergaláctico. El radio atómico del hidrógeno, el más sencillo es de $5.2 \cdot 10^{-11}$ m, unos 0.052 nm, pero el radio del núcleo, en este caso un solo protón es 50000 veces más pequeño. Traducido a escalas macroscópicas, si aumentamos el núcleo a un radio de 1 cm (aproximadamente como una moneda de un euro), los primeros electrones se situarían a 5 km. Todo el espacio intermedio está vacío.

Determinismo: destruido por la teoría del caos y el principio de incertidumbre.

Isaías 46

46:9 Acordaos de las cosas pasadas desde los tiempos antiguos; porque yo soy Dios, y no hay otro Dios, y nada hay semejante a mí,

46:10 que anuncio lo por venir desde el principio, y desde la antigüedad lo que aún no era hecho; que digo: Mi consejo permanecerá, y haré todo lo que quiero;

Recordemos por un momento la afirmación del matemático y filósofo francés Laplace, afirmando que era posible conocer el pasado, el presente y el futuro con las suficientes capacidad de cálculo y precisión de datos. En su momento, parecía algo científicamente plausible, pero que contradecía de lleno con lo que nos enseñan las Sagradas Escrituras.

Sin embargo, el hombre, siempre orgulloso, se encontró enseguida con la cruda realidad de que hay muy poquitos problemas que puedan resolverse con precisión. Esto choca frontalmente con lo que aprendemos en el colegio y el instituto, trabajando con problemas todos ellos con una única solución precisa y aún en cursos avanzados de carreras de ciencias. No es hasta que uno se introduce en el mundo de la investigación cuando se da cuenta de que todo acaba siendo aproximado, y en ocasiones en saber por qué un dato que uno modifica en sus ecuaciones por intuición hace que el modelo postulado funcione.

Por ejemplo, un problema de dos grandes masas en el espacio vacío es fácil de resolver mediante las leyes de la mecánica de Newton, y sus trayectorias fácilmente determinables. Sin embargo, si introducimos una tercera masa, el sistema dejará de tener una solución sencilla. Nuestro sistema solar tiene una gran masa, ocho cuerpos importantes y cientos de miles de otros más pequeños. Es totalmente imposible determinar dónde estarán en cada preciso instante todos ellos. ¿Cuánto más seres vivos como los humanos o los animales, formados por 10^{27} moléculas (un 1 seguido de 27 ceros), cada una de las cuales formada por varios átomos?

Podemos añadir otra dificultad que surge con la mecánica cuántica: una consecuencia matemática de todo su desarrollo es que no podemos medir con total precisión la posición y la velocidad de una partícula. Así que, a la dificultad intrínseca del caos del problema de muchos cuerpos, añadimos una incertidumbre innata a toda realidad física. Es como si hubiésemos encontrado el punto en el que el Señor nos dice “hasta aquí”. Ni siquiera Satanás puede predecir el futuro con toda certeza. Como estamos hablando de ciencia, omitiré hablar de astrología y adivinación, de la que hasta el Señor en su palabra tira de ironía para hablar de su efectividad.

Isaías 47

47:12 Estate ahora en tus encantamientos y en la multitud de tus hechizos, en los cuales te fatigaste desde tu juventud; quizá podrás mejorarte, quizá te fortalecerás.

47:13 Te has fatigado en tus muchos consejos. Comparezcan ahora y te defiendan los contempladores de los cielos, los que observan las estrellas, los que cuentan los meses, para pronosticar lo que vendrá sobre ti.

8. MATERIA Y ENERGÍA

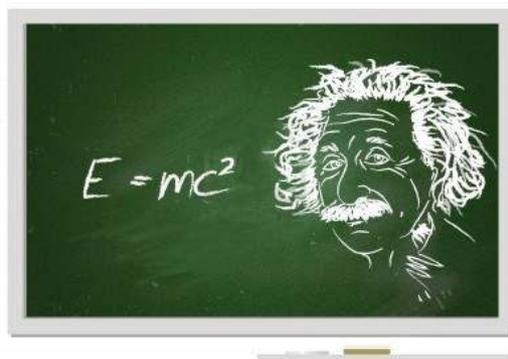


Figura 32: La masa tiene una equivalencia en energía según la expresión $E = mc^2$

$E = mc^2$

Cuando Einstein desarrolló la teoría de la relatividad especial en 1905 descubrió que una consecuencia sencilla de todo aquello era que, en reposo, toda masa tiene su equivalencia en energía según la relación $E = mc^2$, donde E es la energía, m es la masa y c corresponde a la velocidad de la luz en el vacío. Como la velocidad de la luz es muy alta, en términos macroscópicos esto supone que una masa de 1 kg supone una energía equivalente que sería suficiente para mantener el consumo medio de energía de más de 2 millones de hogares, o para tener encendida una bombilla de 100W durante más de mil millones de años. En el sentido macroscópico no suele aparecer, pero a niveles subatómicos la equivalencia entre masa y energía se hace muy importante, hasta el punto de hablar de la energía en reposo de las partículas, y no de su masa, y de medir “masas” en unidades de energía.

Somos en nuestra mayor parte energía

Existen cuatro interacciones fundamentales en la naturaleza, de las que salen todas las demás. Estas fuerzas son, de la más débil a la más fuerte, la gravitatoria, dominante a grandes distancias por ser siempre de atracción y nunca de repulsión, la nuclear débil, responsable de algunos decaimientos o transformaciones de unas partículas en otras, la electromagnética, responsable de la interacción entre partículas cargadas y la nuclear fuerte, gracias a la cual los núcleos atómicos permanecen unidos a pesar de estar formados por cargas positivas.

Cuando estudiamos la masa de los núcleos formados por varios protones y neutrones encontramos que la masa de sus componentes es ligeramente diferente a la del núcleo completo. Esto se debe a que parte de la masa (=energía) se invierte en enlazar las partículas nucleares entre sí. Separar un núcleo de helio cuesta energía, lo que inmediatamente nos lleva a la conclusión de que construirlo nos aporta energía. Esto es lo que ocurre en el interior de las estrellas, y una de las esperanzas en el futuro energético del ser humano.

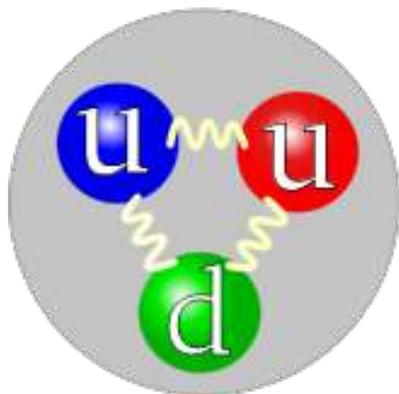


Figura 33: Estructura interna de un protón. La "u" representa un quark tipo "up" o arriba; la "d" un quark tipo "down" o abajo, Los colores representan la llamada carga de "color".

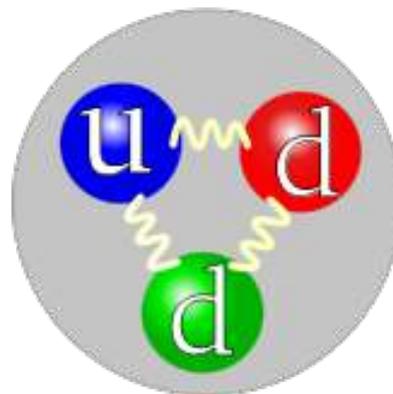


Figura 34: Estructura interna de un neutrón. A diferencia de un protón, tiene dos quarks "d" y uno tipo "u". Los colores representan la carga de "color".

Los protones y los neutrones no son, sin embargo, partículas fundamentales. Están formados a su vez por quarks enlazados con energía nuclear fuerte, en este caso mucho mayor que la que mantiene unido el núcleo atómico. Los quarks están sujetos con tanta energía que es imposible separarlos de forma independiente. Cada protón y cada neutrón está compuesto por tres quarks de distinto tipo en distintas combinaciones. Pero la suma de las masas de estos quarks no supone ni el 10% de la masa del protón y el neutrón, principales elementos masivos de la materia que nos forma. El 90% restante es energía de distintos tipos cuyo análisis va mucho más allá del alcance de este texto. Esto significa que si pesas 80 kg, unos 72 kg son de pura energía.

Hay trabajos modernos que postulan que los quarks no serían partículas elementales, sino que tendrían otros "ladrillos" formándolos, de manera que un mayor porcentaje de la masa sería energía.

Conviene recordar, en cualquier caso, que aquí nos referimos a "energía" en el sentido físico del término, es decir, la capacidad para realizar trabajos. Como tal, son energías aquellas que podemos medir, como la energía térmica, la lumínica, la cinética o la potencial y, en el caso que nos ocupa, las energías de enlace de las partículas, que vienen de la existencia de la fuerza nuclear fuerte. Conceptos como "energía positiva", "energía vital" o "Qi", carentes de toda base científica sólida, no forman parte de este análisis.

De la materia sale energía y de la energía materia.

En el año 1945 la Segunda Guerra Mundial terminó de la forma más brutal que una guerra ha terminado jamás. Tras el éxito del proyecto Manhattan, la aviación de Estados Unidos lanzaba dos bombas atómicas sobre Hiroshima y Nagasaki causando una destrucción sin precedentes. El poder de esas bombas residía en el exceso de masa del núcleo de uranio-235 (llamado así por tener su núcleo 92 protones y 143 neutrones, que juntos suman 235 partículas nucleares o nucleones) y del plutonio-239. Como hemos visto antes, la suma de las masas de protones y neutrones no coincide con la masa del núcleo que estudiamos. En este caso, la masa total es mayor, que la suma de las partes, en el caso del uranio, cada kilo tiene un exceso de



Figura 35: Hongo que se produce tras una explosión nuclear



Figura 36: Así quedó Hiroshima tras la explosión de la bomba nuclear en agosto de 1945. Decenas de miles de personas murieron en el acto.

masa de algo menos de un gramo que, en términos de energía, al aplicar la ecuación $E=mc^2$ es muchísima, tanta como la energía que consumen unos dos mil hogares españoles durante un año. Para el plutonio los números son parecidos. Todo de golpe y en una pequeña fracción de segundo provoca en torno a 80 000 muertos instantáneamente, otros tantos heridos, más los afectados a medio y largo plazo por la radiación que, aquí sí, fue mortal de necesidad.

Por otro lado, es sabido y está demostrado que de energía se puede extraer materia y antimateria por pares. La antimateria es, en esencia, igual que la materia pero con las cargas invertidas. Así, el antielectrón tendrá carga positiva y el antiprotón carga negativa. Cuando un electrón y un antielectrón (o positrón) se encuentran se aniquilan y emiten luz altamente energética. La existencia de la antimateria fue predicha por Paul Dirac en 1928, y hoy en día se han encontrado aplicaciones de gran interés, como las tomografías por positrones. También se estudia su eficiencia en la lucha contra el cáncer, puesto que los antiprotones han mostrado tener un gran poder destructor sobre el tejido canceroso.

La energía generada por la aniquilación de materia con antimateria es diez mil veces mayor que la generada por la fisión nuclear (como la de las bombas atómicas) y, por ejemplo, para propulsar una nave hasta Marte bastarían unos 10 miligramos de antimateria. El inconveniente es que no existen “minas” de antimateria en el mundo, ni tan siquiera cerca en el universo, por lo que su utilidad quedaría restringida a la acumulación energética.

También se observa el proceso contrario: la luz altamente energética crea pares de materia y antimateria, en un esquema similar al de la figura 38. Para llegar a producir partículas es necesaria una energía equivalente a su masa, es decir, que cumpla la ecuación $E=mc^2$. En términos de radiación electromagnética estaríamos hablando de rayos gamma muy energéticos. No olvidemos que dicha radiación es luz, por lo que podemos concluir que con luz suficientemente energética podemos crear materia.

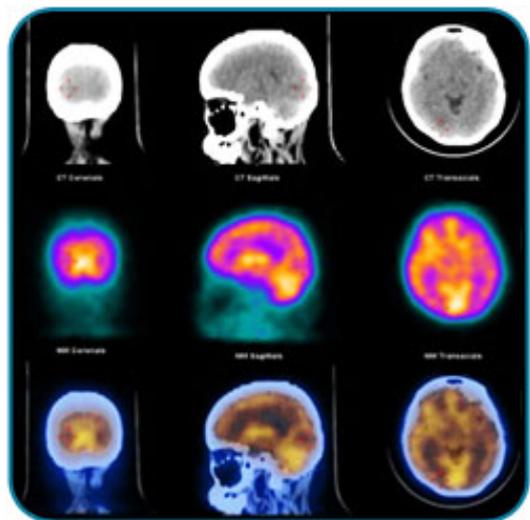


Figura 37: Tomografía por positrones, de gran utilidad en el diagnóstico médico.

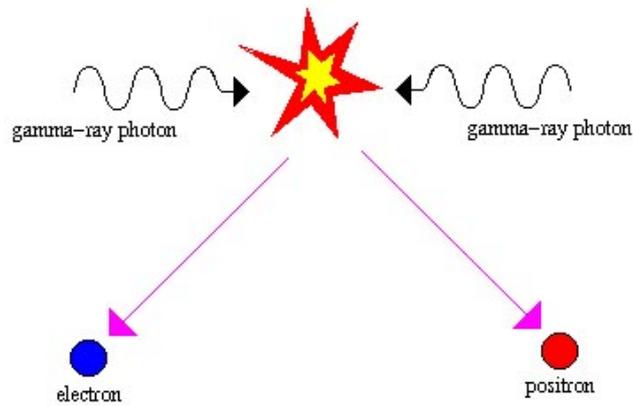


Figura 38: De la energía electromagnética que tienen los rayos gamma de suficiente energía se puede extraer materia y antimateria

Isaías 40:26 *Levantad en alto vuestros ojos, y mirad quién creó estas cosas; él saca y cuenta su ejército; a todas llama por sus nombres; ninguna faltará; tal es la grandeza de su fuerza, y el poder de su dominio.*

Sabemos que todo lo que existe es energía, que de la luz puede surgir materia tal y como la conocemos. También la palabra nos dice que Dios es luz. Merece la pena reflexionar sobre este punto, pero lo dejaremos para más adelante.

9. LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD

La teoría de la relatividad que desarrolló Albert Einstein a principios del siglo XX es una de las pocas que han sido desarrolladas sobre el papel y que se han demostrado posteriormente correctas mediante la experimentación. Normalmente la ciencia ocurre en el sentido contrario: observo algo nuevo, formulo hipótesis sobre el motivo por el que ocurre y a continuación creo modelos matemáticos que deben predecirle la próxima vez que ocurra, modelos a veces muy universales y otras más particulares. Pero en este caso, la brillantez de Einstein y su gran capacidad para realizar experimentos mentales le llevaron a formular la relatividad sin un laboratorio en el que desarrollar experimentos reales, como antes que él hicieron otros como J.J. Thompson, Faraday, James Clerck Maxwell o Ernst Rutherford. La relatividad tiene dos partes: la especial y la general.

La primera, que es la versión simple, nos indica que, dado que la velocidad de la luz en el vacío, c , es una constante universal, en consecuencia el tiempo no puede serlo. Por tanto nos encontramos que para velocidades cercanas a la de la luz (la velocidad de la luz no se puede alcanzar) el tiempo transcurre más lentamente que para velocidades cercanas a cero. La relatividad general es la extensión de la anterior a sistemas de referencia acelerados, como en la presencia de gravedad. Se concluye en ella que la gravedad modifica tanto el espacio como el tiempo, que pasa a transcurrir más lentamente.

Gravedad y velocidad. La no constancia del tiempo.

En 1971, J. C. Hafele y R. Keating, subieron varios relojes atómicos de cesio a bordo de aviones comerciales durante más de 40 horas y se comparó la lectura de estos con otro idéntico en Tierra. Todos estaban perfectamente sincronizados. Uno de los aviones voló hacia el este, en el mismo sentido que la tierra gira y el otro hacia el oeste. Ambos monitorizaron exactamente la altura a la que se encontraban en cada momento.

Cuando, tras los vuelos correspondientes, compararon todos los relojes, se comprobó que ya no estaban sincronizados. Se habían desviado en algunas milmillonésimas de segundo, diferencias medibles para los relojes atómicos. Teniendo en cuenta la diferencia, escasa pero existente, entre la gravedad a las distintas alturas a las que volaron los aviones, así como, las diferencias de velocidades respecto del reloj situado en tierra, se comprobó que esas diferencias coincidían exactamente con las predicciones de la relatividad especial y general de Einstein.



Figura 39: Esquema del experimento de Hafele y Keating sobre la relatividad. No podemos olvidar que la tierra gira y, por tanto, nosotros nos movemos con ella a velocidades de hasta 500 metros por segundo en el ecuador, y menos según nos acercamos a los polos.

Cuando estos efectos (velocidad y gravedad) se hacen más importantes, las diferencias temporales también crecen. Los satélites de posicionamiento global como GPS, Glonass o el

futuro Galileo, necesitan realizar estas correcciones continuamente, puesto que, debido a la velocidad considerable a la que se mueven para mantener la órbita y a las diferencias en la gravedad a distintas alturas, los relojes atómicos de estos satélites adelantan unos 38 microsegundos al día. Parece poca cosa, pero no hay que perder de vista que en ese tiempo, la luz recorre nada menos que 11 kilómetros. Y nadie querría que, cuando se ha perdido en una ciudad que no conoce, el navegador GPS le marque un error de 11 kilómetros. Esto sería realmente molesto

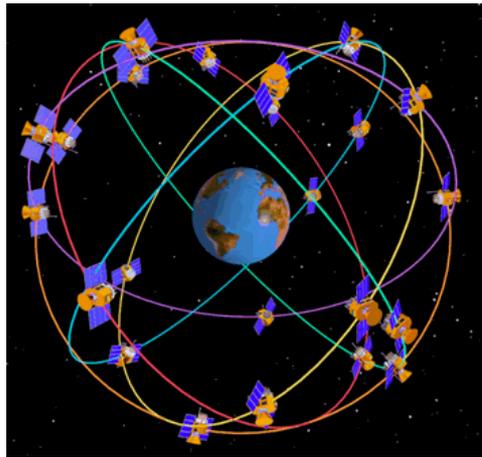


Figura 40: Esquema de la constelación de satélites GPS, concebidos en sus orígenes para uso militar.

Sin embargo, la altura de los aviones comerciales hoy en día también se mide por GPS, además de por otros medios, y, desde luego, un error de 11 kilómetros acumulado a lo largo de un día sería altamente intolerable que inutilizaría el sistema para este y cualquier otro uso de precisión. No perdamos de vista que el sistema GPS es de uso militar, y que en estas operaciones la exactitud es fundamental para el éxito de las misiones llevadas a cabo.

2ª Pedro 3:8 Mas, oh amados, no ignoréis esto: que para con el Señor un día es como mil años, y mil años como un día.

Salmo 90:4 Porque mil años delante de tus ojos, Son como el día de ayer, que pasó, Y como una de las vigiliias de la noche.

Nótese que, mientras que esto ha sido descubierto hace apenas 100 años y probado hace menos aún, la palabra ya nos dice que el Señor no está sujeto al tiempo, como nosotros. Por eso Él es YO SOY. El Señor simplemente ES, no podemos ni siquiera vislumbrar ninguna de sus características, ni siquiera imaginarlo sin acabar reduciéndolo al tamaño de nuestra cabeza. Corren por ahí multitud de escritos y de eruditos defendiendo un universo de 6000 años y una creación de 6 días de 24 horas, obviando lo que dice el libro de Génesis inmediatamente después de concluir el relato de la creación:

Génesis 2

2:4 Estos son los orígenes de los cielos y de la tierra cuando fueron creados, el día que Jehová Dios hizo la tierra y los cielos,

2:5 y toda planta del campo antes que fuese en la tierra, y toda hierba del campo antes que naciese; porque Jehová Dios aún no había hecho llover sobre la tierra, ni había hombre para que labrase la tierra,

Nótese que aquí se habla de que el cielo, la tierra, y los vegetales fueron hechos el mismo día. ¿Se está la biblia contradiciendo a sí misma en la misma página? La única forma de entender ambos textos es aceptando el concepto de “día” no como una unidad temporal tal y como hoy la conocemos, sino como distintos momentos de la creación, distintas etapas de la misma.

Hay algunos autores que dan otra vuelta de tuerca, y hacen una transformación directa de 1000 años = 1 día y tratan de hacer ciencia con la Palabra. Mi consejo, estimado lector, es que no cometa ese error. Deje la ciencia de investigación a los científicos, que saben muy bien cómo hacerla, lea los escritos divulgativos que éstos escriban si le gusta, y haga lecturas de teología de teólogos. Pero desconfíe siempre de teólogos escribiendo de ciencia, aunque se hagan llamar

Doctor en los títulos de sus libros.

La luz

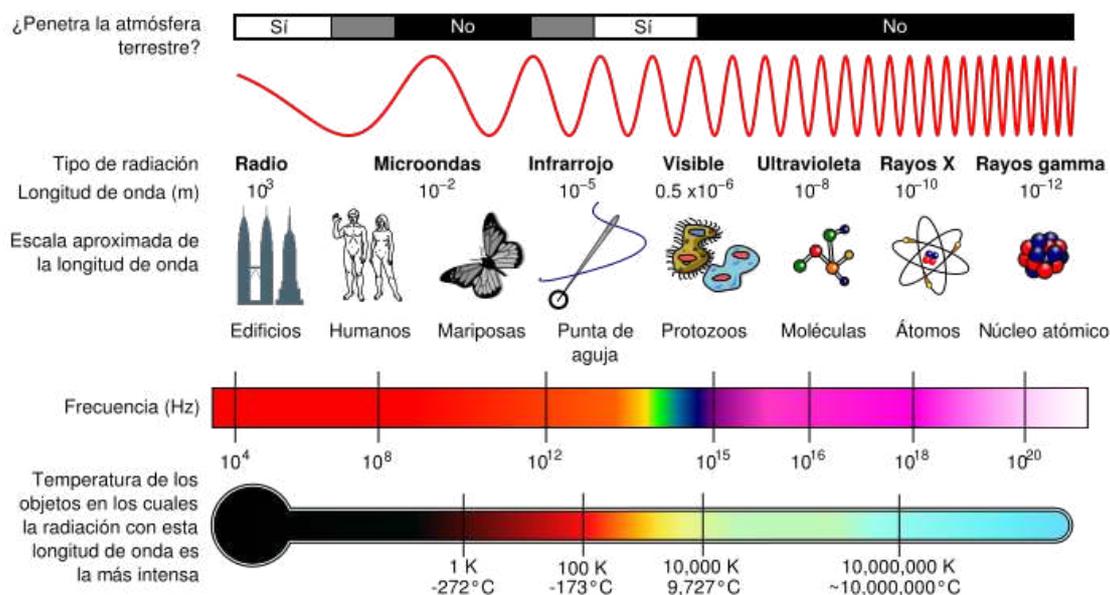


Figura 41: El espectro electromagnético con alguna información interesante.

Hemos mencionado varias veces que el postulado del que partió Einstein a la hora de elaborar su teoría fue que la velocidad de la luz es una constante universal, $c = 299\,792\,458$ m/s, al igual que otras como la constante de gravitación universal, G , o la constante de estructura fina, α .

Hace algunos años se pensaba que la luz no tenía que moverse, que era instantánea. No obstante, numerosos experimentos, además del descubrimiento de la naturaleza electromagnética de la luz, mostraron que no era así.

En la vida cotidiana esto no tiene importancia, pero a nivel macroscópico enseguida empieza a tener efecto. La luz tarda algo más de un segundo en llegar desde la luna, algo que podía observarse en las comunicaciones con los astronautas del proyecto Apolo, con los que la comunicación no era fluida. Dado que la señal debía llegar hasta ellos, y luego volver, había un retardo en las comunicaciones de dos segundos y medio. Si algún día se llega a enviar seres humanos a Marte, el problema podría ser mucho mayor, ya que la distancia mínima entre ambos planetas está en torno a los 100 millones de kilómetros, lo que supone que la luz tardaría alrededor de 5 minutos en llegar, más otros 5 de respuesta, haría una conversación imposible. En cuanto al sol, la luz tarda en llegarnos algo más de 8 minutos, así que en este momento, podría haber sido destruido y no lo sabríamos hasta dentro de 8 minutos.

A nivel interestelar, el tiempo que tarda la luz en llegar de un sitio a otro se mide en años. El año-luz es una medida de distancia interestelar, y representa el espacio que recorre la luz en un año, es decir, aproximadamente 10 billones (millones de millones) de kilómetros, o 60 000 veces la distancia de la Tierra al sol.

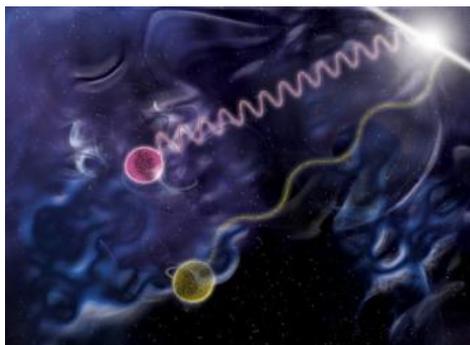


Figura 42: La luz es al mismo tiempo una onda electromagnética y una partícula sin masa llamada fotón. Sin embargo, independientemente de su energía, siempre se mueve a la misma velocidad.

Pero, ¿qué es la luz? Durante muchísimos años se dio por hecho que estaba compuesta por pequeñas partículas llamadas fotones. Alumbrar con un foco no dejaba de ser como “alumbrar” con una manguera de agua. Sin embargo, durante el desarrollo de la electricidad y el magnetismo, primero por separado, y posteriormente juntos, se descubrió que una onda de naturaleza electromagnética tenía exactamente las mismas características que la luz, y se movía a la misma velocidad. Se comprobó, por tanto, que la luz era una onda, y la óptica y el electromagnetismo quedaron como disciplinas unificadas en la física. Pero como onda, la luz necesitaba un medio para propagarse, de ahí la postulación del éter, como veíamos en el capítulo 6.

Un experimento realizado por los físicos Albert Michelson (nobel de física en 1907) y Edward Morley mostró que no existía nada parecido al éter y, con el tiempo, se convertiría en una de las bases experimentales de la teoría de la relatividad especial. Vemos, por tanto, que la luz ha demostrado tener una naturaleza ondulatoria y corpuscular al mismo tiempo. Según la situación, se utiliza un modelo u otro, pero ninguno de los dos es capaz de definirla completamente.

Génesis 48:3 y dijo a José: *El Dios Omnipotente me apareció en Luz en la tierra de Canaán, y me bendijo,*

1ª Juan 1

1:5 Este es el mensaje que hemos oído de él, y os anunciamos: Dios es luz, y no hay ningunas tinieblas en él.

1:6 Si decimos que tenemos comunión con él, y andamos en tinieblas, mentimos, y no practicamos la verdad;

1:7 pero si andamos en luz, como él está en luz, tenemos comunión unos con otros, y la sangre de Jesucristo su Hijo nos limpia de todo pecado.

Hay multitud de asociaciones en las Sagradas Escrituras de la luz con Dios. Cuando comprendemos un poco más lo que es, podemos llegar a comprender la profundidad de dicha comparación. No se trata solamente de luz que ilumina. El ojo humano apenas es capaz de ver una pequeñísima fracción de todo el espectro electromagnético que puede ofrecer la luz. Escuchamos la radio con ondas de luz, recibiendo emisoras en FM; usamos el móvil alimentado con una señal que son ondas de luz y que nos dan cobertura a través de antenas de telefonía; calentamos agua con ondas de luz por medio de un microondas; nos calentamos con ondas de luz, pues los radiadores o el sol emiten radiación infrarroja; vemos la luz con multitud de colores en el espectro visible; nos ponemos morenos con luz, gracias a los rayos ultravioletas; creamos radiografías que salvan vidas con luz (los rayos X); incluso se tratan cánceres con ondas de luz mediante rayos gamma.

Allá donde hay luz, las tinieblas no pueden prevalecer. La luz puede ser sumamente beneficiosa para nosotros, pero también muy destructiva. Una emisión de rayos gamma (ondas de luz muy energéticas) lo suficientemente cercana acabaría en un instante con prácticamente toda la vida conocida en la Tierra.

El tema puede dar para todo un estudio muy extenso, pero queda claro lo acertado de

comparar a nuestro Señor con la luz, incluso por la naturaleza triple de la misma que hemos analizado en este escrito: luz como onda electromagnética, luz como partícula llamada fotón y luz como constante universal, c . Pero no vamos a extendernos más aquí, y dejaremos el tema abierto a la reflexión del lector.

10. DE NUEVO LA CREACIÓN

Volvamos ahora sobre el relato de la creación. Dejando la ciencia de lado por un momento, la lógica subyacente en todo el relato es muy clara. Trataremos de exponerla aquí, así como de aportar un punto de vista distinto al tradicional a la hora de visualizar el texto:

- **Día 1:** Cielos y tierra; luz; día y noche. (1-5). Tenemos que situarnos siempre como un observador dentro de la tierra. Hubo un tiempo en el que había día y noche, pero no sol. ¿Tiene esto sentido? Solo si, desde la tierra, la atmósfera es lo suficientemente opaca para que no se pueda ver lo que hay fuera, como en los días muy nublados. Nótese también que “fue la tarde y la mañana el día uno”, no el primer día (en el resto sí que se dirá segundo, tercero...). Antes del principio no había NADA, tampoco espacio ni tiempo; en el principio creó Dios los cielos (en los que va incluido el espacio-tiempo) y la Tierra. Luego llegó la luz a la Tierra, lo que no quiere decir que no existiera antes (ya que Dios es luz y es Eterno). “Sea la luz” puede ser perfectamente entendido como “haya luz”.
- **Día 2:** Cielos-expansión; separación de las aguas (6-8). Hablamos de la “separación de las aguas de las aguas”, lo que suena un poco extraño. Debemos considerar, sin embargo, la existencia de muchísimo vapor de agua en el principio de la existencia de nuestro planeta debido fundamentalmente a la actividad volcánica. Durante el segundo “día” podríamos entender esta “separación” de aguas como la condensación para la formación de los océanos.
- **Día 3:** Tierra y mar. Plantas (9 – 13). La separación de la tierra y el mar sería la continuación de la obra del “día” anterior, y la aparición de las plantas, también considerada anterior a la de los animales en las diferentes teorías de la biogénesis, el paso siguiente en la creación.
- **Día 4:** Sol, luna y estrellas. (14 – 19). Aquí es complicado dar una explicación a la aparición tan tardía del sol. Su existencia es necesaria para la aparición de las plantas. Tengamos en cuenta, sin embargo, la existencia aún de una atmósfera primitiva en la que se intuiría un sol brillante, pero no la luna y las estrellas de mucho menor brillo. Podemos, por tanto, sin olvidar que estamos observando desde dentro, considerar este “día” como aquel en el que la atmósfera termina de “aclararse” y dejar paso a imágenes más nítidas del firmamento.
- **Día 5:** Animales marinos y aves (20 – 23). Hay que destacar que la primera mención a la “producción” de seres vivientes es en el agua, lo que coincide plenamente con las teorías de la biogénesis de que las primeras células vivas se formaron en el agua.
- **Día 6:** Animales de la tierra. El hombre. (24 – 31). Continúa la “producción” de animales del “día” anterior. Parece parte de la misma acción, en tanto en cuanto hay “orden” de reproducirse a los animales marinos y a las aves, a las que se refiere como “las aves” de la tierra, y no a los terrestres. En cualquier caso, las distintas teorías de la biogénesis también señalan que la colonización de la tierra fue posterior a la del mar. Por

último, Dios crea al ser humano a su imagen y semejanza. De él no dice “produzca la tierra seres humanos”, sino “hagámoslo”, reservándose para Sí el privilegio de crear y soplar aliento de vida en el hombre, al que también dará orden de fructificar y multiplicarse (como al resto), pero también de llenar la Tierra y sojuzgarla, exactamente lo que hemos hecho hasta el día de hoy, aunque de una forma manifiestamente mejorable.

La Tierra ha sido formada, y el hombre puesto en ella. Hemos tratado de mostrar la lógica de la creación: todo aparece en el orden que debe aparecer. Pero no caigamos en el error de interpretar un texto cuya finalidad es decirnos que el Señor creó todo lo que existe como un artículo científico para publicar en la revista *Science*. Una vez más, recomiendo al lector que, si está interesado en la divulgación científica, lea a científicos, y no a teólogos, incluso aunque en sus libros aparezcan sus nombres con las letras “Dr.” delante.

11.

CONCLUSIONES

Al final de nuestro camino, hemos hecho un repaso bastante intenso por muchísimas ramas de la física. No espero que haya entendido todo a la primera. A mi me llevó cinco años de carrera, y alguno más después en postgrados. Tómese su tiempo, busque fuentes alternativas y, sobre todo, fórmese su propia opinión que, con una buena base de conocimiento, será, al menos, tan válida como la mía.

No quisiera terminar sin hacer algunas reflexiones finales. En primer lugar, es importante llamar la atención sobre la existencia de algunas constantes aparentemente arbitrarias en las distintas leyes de la física que, de ser modificadas en un porcentaje muy bajo, harían imposible nuestra existencia. El astrónomo real y presidente de la Royal Society Martin Rees las describe con gran detalle en su obra “Solo seis números, nada más”. Una ligera variación de ellas haría la vida absolutamente imposible. Por ejemplo, la vida en dos dimensiones o en cuatro (espaciales) es imposible, o si la interacción gravitatoria fuera algo mayor de lo que es, el universo sería un lugar plagado de agujeros negros y altamente inestable, mientras que de ser menor, no sería posible que se formasen estructuras galácticas.

En segundo lugar, querría presentar el principio antrópico, que dice lo siguiente:

“Si en el Universo se deben verificar ciertas condiciones para nuestra existencia, dichas condiciones se verifican ya que nosotros existimos”

Este principio habla por sí solo. Estamos aquí, es un hecho, por lo tanto, las condiciones necesarias en el universo para que estemos, por improbables que sean, se cumplen. Ahora bien, podemos pensar que ese ajuste ha sido hecho a propósito, o que todo es fruto de la casualidad, que somos solo un universo de los miles de millones que hay en los que no es posible que se formen estrellas y galaxias, planetas y seres vivos. Ambas opciones son imposibles de comprobar, puesto que habría que mirar el universo “desde fuera”, por lo que al final acabamos en una cuestión de fe.

Job 9

9:7 El manda al sol, y no sale; Y sella las estrellas;

9:8 El solo extendió los cielos, Y anda sobre las olas del mar;

9:9 El hizo la Osa, el Orión y las Pléyades, Y los lugares secretos del sur;

9:10 El hace cosas grandes e incomprensibles, Y maravillosas, sin número.

Después de muchos años de estudio, yo he llegado a la conclusión de que esto sería imposible sin una “mente” creadora. Nadie en su sano juicio diría que la ciudad de Petra, una ciudad excavada en piedra, ha sido formada por la acción del viento erosionando las montañas.

Para terminar, y ante la existencia de personas que en su ignorancia, declaran la guerra a la ciencia como enemiga mortal de la fe y de Jesucristo, quiero destacar el siguiente texto de



Figura 43: Ciudad de Petra, situada hacia el sur de Jordania.

proverbios:

Proverbios 1:22 ¿Hasta cuándo, oh simples, amaréis la simpleza, Y los burladores desearán el burlar, Y los insensatos aborrecerán la ciencia?

Moraleja: Dejemos de hablar de la ciencia como un enemigo acérrimo de la fe. Según esa misma fe que decimos defender, eso nos hace simples, amantes de la simpleza e insensatos.