

BREVE HISTORIA DE LA COSMOLOGÍA CLÁSICA

Agradezco a la dirección del I.E.S. de Alfaz del Pi su invitación a compartir con todos vosotros la inauguración de este curso académico

Hoy comenzamos un nuevo curso y desde la memoria de mi medio siglo, recuerdo este día como una jornada muy especial, el día de las libretas nuevas, inmaculadas, por estrenar, el día de los lápices afilados, preparados para redondearse al deslizarse sobre el blanco cuaderno al ritmo de la voz del profesor.

Han cambiado las fechas, el contador de tiempo ha avanzado pero la situación se repite, continuamos el eterno proceso de la enseñanza y el aprendizaje. Quienes ocupábamos esos asientos, ahora ocupamos este atril y dentro de una generación seréis vosotros quienes os encargaréis de transmitir lo que en este curso vais a aprender, a vuestros descendientes.

Nosotros, los profesores actuales, somos los “hombres-libro” idealizados por Ray Bradbury en su novela “Fahrenheit 451” (luego llevada al cine en 1,966 por François Truffaut), pero este estado tiene fecha de caducidad y quienes me escucháis ahora, a punto de comenzar el nuevo curso escolar, seréis los futuros “hombres-libro” destinados a transmitir el conocimiento.

Decía el gran científico inglés Isaac Newton que si había conseguido alcanzar tan extraordinarios descubrimientos en el campo de la Física y de la Matemática era porque “se había subido a hombros de gigantes”. Es decir, el saber es acumulativo y cada joven estudiante del Tercer Milenio está aupado en los hombros

de las personas que le precedieron históricamente. De ahí la responsabilidad que adquirirís al ser puente entre nuestra generación y la de vuestros hijos.

Sin embargo, no sólo cambian las fechas en el calendario, cambia también el entorno y debemos reconocer que hoy en día os encontráis con algunas dificultades añadidas.

- La poca valoración del esfuerzo
- Las amplias ofertas de ocio, inexistentes en generaciones anteriores
- La pérdida o minusvaloración de la cultura como valor positivo

Hoy en día está muy mal visto, es de muy mala educación “ser educado”. La corrección en el lenguaje escrito y hablado no es un valor que esté de moda y por eso los jóvenes, tan influenciados por las modas, sentís vergüenza si vuestros colegas leen en vuestros mensajes a móviles, chats o correos electrónicos una sintaxis, una ortografía y una gramática correcta.

Por eso, en esta primera clase del nuevo curso escolar 2.002/2.003 quiero invitaros a revisar la cultura clásica, presentaros algunas de las personas sobre cuyos hombros nos encontramos ahora y a descubrir que, lo que somos, donde estamos, la lengua que hablamos, las leyes que nos gobiernan y en general, nuestro equipaje cultural, no ha surgido espontáneamente sino que es el resultado de la acción de muchas mentes inquietas que nos precedieron en el tiempo

Así que voy a hablaros brevemente de la “Cosmología Clásica”. En primer lugar debemos aclarar qué es eso de “cosmología”. La palabra cosmos en griego significa “orden” y es el antónimo de caos que significa “desorden”. El proceso de creación del Universo parte de una situación de “caos” y mediante una intervención divina convierte el desorden en orden. Resulta anecdótico que el prefijo “cosmos” aparezca en la palabra “cosmético” para referirse a los productos que al-

gunas personas usan para transformar el caos natural de su rostro en un cosmos ordenado y consecuentemente atractivo.

Particularizando, la palabra cosmos = orden hace referencia al conjunto de todo el Universo conocido, incluyendo la materia y las leyes que regulan sus propiedades. La palabra cosmología nos dirige al estudio de las diversas teorías que han intentado e intentan explicar cómo está formado el Universo, cómo se inició, qué leyes lo rigen y quién o quienes tiene la culpa de todo ello.

Como veis, el título elegido para la charla es ambicioso, porque la cosmología lo abarca todo. No os extrañe, pues, que eligiera este título en mi charla, porque así me resulta más fácil acertar con mis palabras.

Vamos pues a imaginar cómo surge la cosmología.

Pensemos en un antepasado nuestro, en una noche pretérita, mira al cielo estrellado y comienza a preguntarse ¿por qué se mueven las estrellas?, ¿por qué cambia el aspecto de la Luna diariamente?, ¿por qué el Sol nos ilumina y nos calienta?.

Las respuestas, por disparatadas que nos parezcan, que ese hombre primitivo ofrece, marcan el inicio de la cosmología como ciencia.

Pero antes de seguir, permitidme que os comente algo que leí en una revista; decía que; “un niño ciego de nacimiento al cual, al cabo de 2 ó 3 años se le opera y se le corrige el defecto físico que le impedía ver ... bueno, pues ese niño jamás podrá ver”, porque nosotros no vemos con los ojos sino con el cerebro. Durante los primeros años de la vida del niño se establecen las conexiones neurológicas que le

permiten ver. El niño aprende a ver igual como aprende a oír, a caminar, a hablar. Sin esos estímulos visuales en esa época temprana el niño jamás llegará a ver.

Digo esto porque sin esos estímulos físicos (movimientos de los astros, ciclos estacionales, etc) el hombre primitivo no hubiera desarrollado su inteligencia como lo ha hecho. Es decir, en una Tierra cubierta de nubes, sin capacidad para observar, medir, preguntarse los porqués de esos fenómenos astronómicos, la raza humana seguiría en el neolítico y con escasas posibilidades de salir de ahí.

En otras palabras, la presencia de un cosmos observable, ha servido como estimulador de la inteligencia humana, ha sido la fuerza que sacó al hombre de las cavernas y confiemos no lo devuelva de nuevo a ellas.

Los círculos de piedras de Stonehenge constituyen una referencia inevitable. Construido entre el 2.200 y el 1.600 a. de C., está formado por 80 enormes piedras en posición vertical, algunas de más de 25 Tm de peso, transportadas desde más de 80 km de distancia. El extraordinario esfuerzo que supuso la construcción de Stonehenge para una sociedad del megalítico nos demuestra la gran importancia de la observación astronómica en culturas tan primitivas. Stonehenge no es más que un gigantesco calendario con una disposición tal que podía conocer los momentos del orto y del ocaso solar y lunar así como la posición de la Luna a lo largo de todo el año.

El túmulo de Newgrange, en Irlanda, constituía una gran tumba colectiva donde recibían sepultura las personas más destacadas. Se descubrió un estrecho pasillo de 19 m de longitud y 190 cm de abertura. El día del solsticio de invierno, al amanecer, la luz entra por el estrecho pasadizo iluminando la tumba del fondo.

La importancia de unos conocimientos astronómicos precisos era fundamental para la supervivencia de una sociedad, sobre todo cuando el hombre cazador-nómada se hace sedentario-agricultor. Su alimentación depende de la existencia de un buen calendario para poder establecer con exactitud los periodos de siembra y cosecha. Este conocimiento celosamente guardado y nunca compartido estaba generalmente en poder de la casta sacerdotal, quienes de esa forma controlaban el poder. Conocimiento = Poder, esta premisa sigue cumpliéndose en nuestros días aunque ahora no se refiera a la astronomía sino a la tecnología.

Las pirámides de Gizeh, construidas entre el 2.700 y el 2.200 a. de C. fueron orientadas cuidadosamente en la dirección Norte-Sur con un error de menos de 1° . El pasadizo de entrada en la pirámide de Keops apunta directamente a la estrella alfa-Draco, la estrella que marcaba el norte celeste en aquellos tiempos.

Los alineamientos megalíticos de Carnac (Francia) es otro de los múltiples ejemplos que demuestran la importancia que poseía la cosmología en la organización del hombre primitivo.

En las cuencas de 4 ríos; Nilo, Tigris, Eúfrates e Indo florecieron las más importantes culturas de la antigüedad; Egipcios, Babilonios, Asirios, Sumerios e Hindúes. Los babilonios, pueblo de pastores y agricultores, pobladores de una región geográfica propicia a la observación nocturna fueron unos magníficos astrónomos. Sus saberes se difundieron por los pueblos limítrofes, incluso su peculiar forma de medir el tiempo dividiendo el día en 12 horas, las horas en 60 minutos y los minutos en 60 segundos persiste desgraciadamente en nuestros días. La división de la eclíptica en 12 zonas de unos 30° cada una introdujo el concepto de los signos del zodiaco, tan populares en la actualidad.

En la Biblia puede leerse: "E hizo Dios la bóveda de los cielos para separar las aguas superiores de las aguas inferiores, y llamó Dios a la bóveda cielo". Realmente éste es el aspecto del cielo en una observación nocturna, una gigantesca cúpula semiesférica sobre la que se sitúan los astros. La misma palabra "firmamento" tiene la misma raíz que "firme", "sólido", así se consideraba el espacio exterior; una cúpula rígida y giratoria bajo la cual y en su centro se hallaba la Tierra.

Los griegos idearon el mito de Atlas un gigante sobre cuyas espaldas descansaba todo el firmamento. La distancia entre la Tierra y el cielo no debía ser considerada excesivamente grande puesto que en el undécimo trabajo de Hércules, éste le pide ayuda a Atlas y mientras el gigante va en busca de las manzanas de oro al jardín de las Hespérides, Hércules ascendió a la cumbre de una montaña y sostuvo el universo entre sus brazos.

Pero los inquietos griegos no se conformaban con explicaciones míticas, al contrario de lo que todavía hacen algunos pueblos actuales, por lo general muy atrasados. Su talento, el de los griegos comenzó a interesarse por la causa real, no mítica, de los fenómenos naturales.

Tales de Mileto del 640 a. de C. fue el primero en mantener que la Luna brilla por reflejo de la luz del Sol. Pero el hecho más notable llevado a cabo por Tales de Mileto fue la predicción de un eclipse de Sol justo el día en que los medos y los lidios libraban una batalla. Esa fecha, el 28 de Mayo del 585 a. de C. es el primer suceso histórico que puede establecerse con absoluta precisión.

Pitágoras del 582 a. de C. fue uno de los hombres más notables de su tiempo, fue el fundador de una escuela filosófica; los pitagóricos, dio un gran impulso a la Ciencia al ser el propulsor del razonamiento deductivo. Pitágoras, defensor del círculo como figura perfecta apuntó que tanto el Sol, la Luna, como los 5

planetas no formaban parte de la esfera celeste sino que cada uno mantenía su propia trayectoria circular alrededor de la Tierra. Esta errónea teoría, la de los círculos, fue defendida y divulgada por Platón, Aristóteles, Ptolomeo, Hiparco y el conjunto de los filósofos posteriores. Divulgaron un sistema cosmológico donde la Tierra era el centro del Universo y los astros movíanse sobre unas esferas cristalinas concéntricas alrededor de ella. Aristóteles añadió que la Tierra el mundo que conocemos era corrupto, sometido a los cambios de nacimiento y muerte. En cambio el espacio estelar era perfecto, incorruptible e inmutable. La presencia de las cometas parece contradecir esta idealización de los cielos. Aristóteles solventó esta dificultad diciendo que las cometas son fenómenos sublunares, fruto de las exhalaciones terrestres.

La teoría circular de los planetas no parecía encajar con las observaciones pues hay veces que el planeta parece como si detuviera su marcha sobre el fondo estelar y diera marcha atrás, es lo que se llama "movimiento retrógrado". Para justificar este comportamiento anómalo de los planetas, Eudoxio creó un complicado juego de esferas, en total 27, todas ellas transparentes, claro está, y mediante combinaciones de giros, eso sí, todos circulares (herencia de los pitagóricos) intentó ajustar su modelo a las observaciones reales.

Eratóstenes realizó en el año 240 a. de C. una sorprendente medición del tamaño de la Tierra valiéndose de un simple palo y un gran ingenio. Observó que en Siena, situada en el actual Egipto, sobre el trópico de Cáncer, el Sol se reflejaba en el fondo de un profundo pozo, en otras palabras, el Sol estaba justamente sobre la vertical de ese lugar. Ese mismo día en Alejandría, a 800 km al norte de Siena, un palo clavado verticalmente produce una sombra observable y medible, demostración clara de la curvatura de la Tierra. Midiendo el ángulo formado por el palito y la dirección de los rayos solares, halló para la circunferencia terrestre un valor de 38.500 km, increíblemente correcto (su valor real es de 40.000 km).

Sin embargo, Posidonio de Apamea repitió unos años después la misma experiencia obteniendo un valor de 29.000 km. Este último valor fue el aceptado por Ptolomeo y fue la distancia que creía Colón tenía la Tierra cuando decidió llegar a la India por el Oeste. De haber tomado el valor de Eratóstenes, Colón nunca se hubiera atrevido a iniciar el viaje.

Aristarco de Samos, nacido el 320 a. de C. fue otro filósofo innovador en su tiempo, defendió que el Sol es el centro del Universo y la Tierra gira en torno a él, es la llamada teoría heliocéntrica, anticipándose más de 18 siglos a Copérnico. Aristarco intentó medir la distancia Tierra-Sol. Aunque el método era bueno, la falta de precisión de los instrumentos utilizados hizo que atribuyera a la distancia Tierra-Sol un valor 20 veces el de la distancia Tierra-Luna cuando en realidad es 400 veces mayor. Dedujo que al ser el Sol tan grande resultaba más sensato que fuera la Tierra quien girara alrededor del Sol y no al revés. Nadie le hizo caso hasta que en 1.543 Copérnico retomó las ideas de Aristarco.

Hiparco de Nicea nacido el 190 a. de C. fue el más importante de los astrónomos de la antigüedad, siguiendo el método de cálculo ideado por Aristarco calculó que la distancia Tierra-Luna era 30 veces el diámetro terrestre, resultado muy próximo a la realidad. Introdujo el sistema de los epiciclos, un complicado sistema según el cual el planeta giraba sobre un círculo (epiciclo) cuyo centro se movía, a su vez, sobre otro círculo mayor (deferente). Ajustando las velocidades de giro de estos círculos pudo reproducir con bastante exactitud el movimiento de los planetas, de tal forma que mediante cálculos matemáticos era posible conocer la futura posición de cada astro. El triunfo relativo del modelo de Hiparco desterró por siglos al universo heliocéntrico propuesto por Aristarco.

En el año 313, el emperador Constantino decretó el edicto de Milán, mediante el cual el cristianismo era tolerado y admitido en todo el Imperio Romano.

En el año 394, Teodosio hace del catolicismo la religión oficial del Imperio, al tiempo que pone fin a los Juegos Olímpicos.

En el 410, Alarico saquea Roma.

En el 476, el emperador Rómulo Augústulo es obligado a abdicar con lo que desaparece para siempre de la historia el Imperio Romano de Occidente.

Todos estos acontecimientos, supusieron un profundo cambio social, de consecuencias devastadoras para el futuro de la Ciencia. La Iglesia Católica tomó a partir de entonces el monopolio del saber y los monjes ocuparon el lugar de los antiguos filósofos. Este ambiente, contrario a la Ciencia y a la investigación fue creado artificialmente por los primeros padres de la Iglesia. Por ejemplo S. Agustín, quien escribió: "...el único tipo de conocimiento deseable es el conocimiento de Dios y del alma, no alcanzándose ningún provecho investigando el reino de la naturaleza". San Agustín considera una tentación del demonio: "saber por el puro placer del saber", "El conocimiento no es de ningún valor para el investigador", "...ya no me atrae ni me importa saber el curso de las estrellas.

Dionisio, incapaz de comprender el principio de la inercia estableció toda una jerarquía de ángeles encargados de proporcionar continuamente energía para el movimiento de los planetas. Así, los serafines hacían girar el "primum mobile", los querubines la esfera de las estrellas, los tronos la esfera de Saturno, las dominaciones Júpiter, las virtudes Marte, las potestades Mercurio y los ángeles se encargaban de hacer girar la esfera de la Luna.

Una posterior extensión hacia abajo condujo al interior de la Tierra alrededor de cuyas laderas se alineaban en círculo las nueve jerarquías de demonios como

réplica de las nueve esferas celestes. Lucifer, asentado en el centro de la Tierra señalaba el último extremo de la cadena. El Universo medieval no es pues realmente geocéntrico sino **diablocéntrico**.

La Edad Media va quedando en el recuerdo y ya en el siglo XV Nicolás de Cusa, un cardenal alemán, muy adelantado para su tiempo, defendió que la Tierra giraba sobre su eje y alrededor del Sol, que el espacio era infinito y que las estrellas eran otros soles con planetas habitados girando en torno a ellas. Realmente, Nicolás de Cusa puede ser considerado como uno de los primeros escritores de ciencia-ficción. Como quiera que sus teorías no estaban respaldadas en observaciones astronómicas ni en deducciones matemáticas no afectaron al curso de la ciencia pero prepararon el camino a los defensores del sistema heliocéntrico.

Nicolás Copérnico nació en Cracovia en 1.473. Copérnico pensó que se podrían calcular mucho más fácilmente las posiciones planetarias si se considerara la Tierra como centro del Universo. Lo que empezó siendo una pura especulación pronto se vio que bien podría representar la realidad, pues explicaba perfectamente; el movimiento de precesión de la Tierra, el movimiento retrógrado de los planetas y el por qué los planetas interiores nunca se alejaban hasta más allá de una cierta distancia del Sol, cosa que el sistema ptolemaico geocéntrico no lo hacía. Copérnico describió su nuevo sistema cosmológico en un libro, pero no se atrevió a publicarlo por miedo a las probables represalias por parte de la Inquisición. El libro se publicó 4 semanas antes de su muerte y a pesar de las críticas que recibió por parte de las autoridades religiosas, poco a poco logró que el llamado sistema copernicano fuera abriéndose paso frente a la irracionalidad del sistema geocéntrico.

Giordano Bruno nacido en 1.548, fue una víctima de la intolerancia religiosa de la época, brillante orador y de carácter vehemente divulgó las teorías de Nicolás

de Cusa. Era firme partidario del sistema heliocéntrico, a la vez que creía en la existencia de vida fuera de nuestro planeta, fue un hombre adelantado para su tiempo; la Santa Inquisición lo condenó a morir en la hoguera.

Con Galileo Galilei (1.564-1.642), la Ciencia moderna comienza su andadura, revolucionó la mecánica al apartarse definitivamente de las teorías aristotélicas. En 1.609 llegó a sus oídos la noticia de que un óptico holandés había pulido unas lentes con las que se podía aumentar el tamaño de los objetos. A los 6 meses Galileo ya se había construido un rudimentario telescopio de 32 aumentos; lo dirigió hacia el cielo ... y ya nada volvió a ser igual en la historia de la humanidad.

- Galileo vio que la Luna tenía montañas al igual como la Tierra.
- vio que el Sol tiene manchas y gira sobre sí mismo. A consecuencia de estas observaciones del Sol, Galileo quedó ciego los últimos años de su vida.
- vio que los planetas aumentan de tamaño al enfocarlos con el telescopio, en cambio las estrellas seguían siendo puntos brillantes debido a su gran distancia.
- vio que el Universo podría ser infinitamente grande, pues al aumentar la potencia de la lente se hacían visibles nuevas estrellas.
- vio que Júpiter tiene 4 satélites orbitando a SU alrededor y NO en torno a la Tierra.
- vio que Saturno posee un sistema de anillos.
- vio que Venus presenta fases como la Luna, dato inaceptable con la teoría ptolemaica.
- vio que los planetas brillan por efecto de la luz reflejada por el Sol.

Todos estos descubrimientos fueron publicados en un periódico llamado "Siderius nuncius", despertando inmediatamente una gran polémica entre defensores y detractores.

Galileo fue llevado ante el tribunal de la Santa Inquisición acusado de herejía y contravenir las Sagradas Escrituras al negar que la Tierra era el centro del Universo. El juicio fue largo y penoso. Galileo ya era un anciano de 70 años, medio ciego, y con la experiencia de Giordano Bruno, quemado vivo por defender lo mismo que él. No tuvo más remedio que retractarse y negar públicamente aquello que él mismo había visto y de lo que estaba plenamente convencido. Voy a citar ahora textualmente algunas de las palabras de renuncia de Galileo frente al tribunal de la Inquisición.

"Yo Galileo, hijo del difunto Vincenzo Galilei, florentino de setenta años de edad, emplazado en persona ante este tribunal y arrodillado ante vos eminentísimos y reverendos señores cardenales, inquisidores generales contra la depravación herética de la entera comunidad cristiana, teniendo ante mis ojos y tocando con mis manos el Santo Evangelio, juro que siempre he creído, creo, y con la ayuda de Dios creeré en el futuro todo lo que es sostenido, predicado y enseñado por la Santa, Católica y Apostólica Iglesia...", "... he sido conceptuado por el Santo Oficio como vehemente sospechoso de herejía, es decir, de haber sostenido y creído que el Sol es el centro del mundo y permanece inmóvil y que la Tierra no es el centro y se mueve". "En consecuencia,...abjuro, maldigo y detesto los antes mencionados errores y herejías y en general, cualquier otro error, herejía y secta, sea cual fuere, contraria a la Santa Iglesia y juro que en el futuro nunca diré o afirmaré de nuevo, verbalmente o por escrito, nada que pueda proporcionar ocasión para similares sospechas relativas a mi...". "Que Dios y éstos Sus Santos Evangelios, que toco con mis manos, me ayuden".

Galileo vivió el resto de sus días, hasta los 78 años, recluido en su mansión, prohibiéndosele escribir ni publicar nada.

Johann Kepler fue contemporáneo de Galileo, echó mano de las tablas astronómicas de Tycho Brahe y con la ayuda del cálculo logarítmico recientemente descubierto por Napier, pudo al fin desterrar para siempre la errónea teoría mantenida desde los tiempos de Pitágoras (2.100 años anterior a él), de las órbitas circulares. Los planetas en su giro alrededor del Sol describen ELIPSES, no CIRCULOS.

Este descubrimiento fue fundamental para olvidarse para siempre de las 27 esferas de Eudoxio, de los epiciclos de Hiparco y de los ángeles de la Edad Media.

A partir de Kepler se racionalizó el estudio de la astronomía, ya no habían dioses moviendo los astros por los cielos. La lógica matemática se encargaba de explicar las trayectorias planetarias.

Kepler fue una persona a medio camino entre el oscurantismo medieval y el racionalismo del siglo de las luces, creía en la astrología, él mismo se ganaba la vida confeccionando horóscopos para los monarcas de la época, creía en la música de las esferas, es decir, en los supuestos sonidos emitidos por los planetas al girar alrededor del Sol. El descubrimiento del que se sentía más orgulloso era su creencia de que las órbitas planetarias podían inscribirse en los 5 poliedros regulares.

Su obra abrió paso a las nuevas lumbreras; Newton, Leibnitz, Halley, Descartes, Lagrange, etc. quienes se encargaron de librar al hombre del miedo a los espacios infinitos, barriendo los temores a dioses enfurecidos, cometas malignos o premoniciones adversas. El hombre se enfrentaba, a partir de entonces, con su entorno cosmológico a la luz de la razón. Su inteligencia, la única conocida capaz de analizar el Universo, comenzó a trabajar rápidamente, recuperando el tiempo per-

dido; descubrió el tamaño del Universo, su edad; descubrió galaxias, supernovas, quasars, pulsars, agujeros negros, planetas extrasolares....,

Carl Sagan se preguntaba en su novela, luego llevada al cine, “Contact”; “si somos la única especie inteligente de todo el Cosmos, ¡qué desperdicio de espacio y de materia!”. Alternativamente podríamos pensar que gracias a ese desperdicio de espacio y de materia estamos todos nosotros ahora aquí, en esta espléndida Sala de Cultura y a punto de comenzar un nuevo curso escolar.