La primera ciencia griega: de Tales a Platón

Michael Fowler
UVa Physics Department

Translated by Lydia Alvarez, Universidad Autónoma de Baja California

Índice de clases y vista del curso
Enlace a la clase anterior

Para más detalles sobre los temas de esta clase, vea *Early Greek Science: Thales to Aristotle*, por G. E. R. Lloyd, publicado por Norton.

Los milesianos

Las primeras contribuciones importantes de la ciencia griega, de que se tiene registro, provienen de la ciudad de Mileto, cerca de la costa de lo que hoy es Turquía, empezando con Tales aproximadamente en 585 A. C., siguen con Anaximandro aproximadamente en 555 A. C. y después con Anaxímenes en 535 A. C. Discutiremos más adelante que estos milesianos fueron los primeros en hacer ciencia verdadera, inmediatamente reconocible como tal para un científico moderno, entendida ésta como lo contrario al desarrollo de nuevas tecnologías.

Para ver donde está Mileto, pulse aquí.

La contribución medular de Tales al pensamiento científico fue el descubrimiento de la naturaleza. Con esto queremos decir la idea de que los fenómenos naturales que vemos a nuestro alrededor son explicables en términos de materia interactuando por medio de leyes naturales, y no son resultado de actos arbitrarios de los dioses. Un ejemplo es la teoría de Tales sobre los terremotos, la cual era que la (supuestamente plana) tierra estaba en realidad flotando sobre un inmenso oceano, y las perturbaciones en ese oceano causaban que ocasionalmente la tierra temblara o incluso se quebrara, justo como lo haría un gran barco. (Recuerda que los griegos fueron una nación de marinos). La creencia griega común de la época era que los temblores eran causados por la ira de Poseidón, el dios del mar. Similarmente, el rayo era la ira de Zeus. Más tarde, Anaximandro sugirió que el rayo era causado por nubes que eran divididas por el viento, lo que en realidad no está muy lejos de la verdad.

El punto principal aquí es que los dioses no son siquiera mencionados al analizar estos fenómenos. La visión de los milesianos es que la naturaleza es una entidad dinámica que evoluciona de acuerdo con ciertas leyes que se admite que no son completamente entendidas, pero que no es micromanejada por un puñado de dioses que la usan para ventilar su ira, o lo que sea, sobre la infortunada humanidad.

Una parte esencial del éxito de los milesianos en desarrollar una imagen de la naturaleza fue que ellos estaban comprometidos con el debate crítico, racional y abierto sobre las ideas de unos y otros. Se suponía tácitamente que todas las teorías y explicaciones eran directamente competitivas unas con otras, y todas deberían estar abiertas al escrutinio público, de modo que pudieran ser debatidas y juzgadas. Esta es todavía la forma en que trabajan los científicos. Cada contribución, aún la de Einstein, depende fuertemente de lo que vino detrás.

Las teorías de los milesianos se clasifican en dos grupos:

(1) teorías sobre fenómenos particulares o problemas, del tipo de las discutidas arriba,

(2) doctrinas de importancia cosmológica general.

Un ejemplo espectacular del segundo tipo de teoría fue la sugerencia de Anaximandro de que la tierra era realmente un cilindro, y el sol, la luna y las estrellas estaban localizadas en cilindros concéntricos que rotaban. Este es el primer intento registrado de un modelo mecánico del universo. Él postuló que las estrellas mismas eran anillos de fuego. De nuevo, esto fue una sugerencia revolucionaria, ya que previamente todos los cuerpos celestes habían sido considerados dioses vivientes.

Él también analizó el problema del origen de la vida, lo que se vuelve más difícil de explicar cuando no crees en dioses. Él sugirió que las formas inferiores de vida podían generarse por la acción del sol en la tierra húmeda. Él también se dio cuenta de que un bebé humano no es autosuficiente por un tiempo bastante largo, así que postuló que los primeros humanos nacieron de un cierto tipo de pez conocido en esa época.

Estos tres milesianos lucharon con el enigma del origen del universo, cómo era éste en sus inicios y de qué están hechas las cosas. Tales sugirió que en los inicios había solo agua, así que de algún modo todo estaba hecho de ésta. Anaximandro supuso que inicialmente había un caos infinito, y el universo creció de este caos como de una semilla. Anaxímenes tenía una idea más sofisticada, para los ojos modernos. Su sugerencia era que originalmente sólo había aire (con lo que en realidad quería significar gas) y los líquidos y sólidos que vemos a nuestro alrededor fueron formados por condensación. Puedes notar que esto significa que un estado inicial simple se desarrolla para convertirse en nuestro mundo, usando procesos físicos que ya eran familiares. Por supuesto que esto deja mucho que explicar, pero ya está en el camino correcto.

La primera geometría

Una de las contribuciones más importantes de los griegos fue su desarrollo de la geometría, que culmina en los Elementos de Euclides, un gigantesco libro de texto que contiene todos los teoremas geométricos de ese tiempo (aproximadamente 300 A.C.), presentados en una forma lógica y elegante.

Debes notar primero que la palabra “geometría” está formada de “geo”, que en griego significa tierra, y “metría” que significa medición. (La misma traducción literal del griego traduce geografía como el dibujo de la tierra y geología como el conocimiento de la tierra. Por supuesto, los significados precisos de todas estas palabras han cambiado un poco desde que se introdujeron por primera vez.)

El primer reporte que tenemos de los inicios de la geometría es del historiador griego Herodoto, que escribió (en 440 A. C más o menos) sobre el rey egipcio Sesotris (1300 A.C.)

“Este rey además (eso dicen) dividió el país entre todos los egipcios dándoles a cada uno un lote de terreno cuadrado igual, e hizo de esto la fuente de sus ingresos, fijando el pago de un impuesto anual. Y cualquier hombre que hubiera sido robado por el río de una parte de su tierra iría con Sesotris y declararía lo que le había ocurrido; entonces el rey enviaría hombres para verificar y medir el espacio por el cual la tierra había disminuido, de modo que de ahí en adelante debería pagar el impuesto fijado en proporción a la pérdida. De esto, a mi entender, aprendieron los griegos el arte de medir la tierra…”

Por otra parte, Aristóteles, que escribía un siglo después, tenía una teoría del origen de la geometría más académica y quizás, más plausible:

“*..las ciencias que no tienen como propósito el placer o las necesidades de la vida fueron descubiertas primero en los lugares donde los hombres empezaron a tener ocio. Esto es el porqué las artes matemáticas fueron fundadas en Egipto, ya que a la clase sacerdotal le estaba permitido estar ociosa.”*

Sin embargo, como Thomas Heath hace notar en *A History of Greek Mathematics*, uno puede imaginar que si esto (es decir, la teoría de Aristóteles) fuera cierto, la geometría egipcia “habría avanzado más allá de la escena puramente práctica a algo más parecido a una teoría o ciencia de la geometría. Pero los documentos que han sobrevivido no dan ninguna base para esta suposición; el arte de la geometría en las manos de los sacerdotes nunca pareció haber avanzado más allá de la mera rutina. La fuente de información disponible más importante sobre las matemáticas egipcias es el Papiro Rhind escrito probablemente alrededor de 1700 A C, pero copiado de un original del tiempo del Rey Amenemhat III (Dinastía Doceava), digamos 2200 A. C.”

Heath continúa dando detalles de lo que aparece en este documento: áreas de rectángulos, trapecios y triángulos, áreas de círculos dados como $(8d/9)^2$, donde d es el diámetro, lo que corresponde a *pi* igual a 3.16, aproximadamente 1% de error. Hay medidas aproximadas de volumen para contenedores hemisféricos y volúmenes para pirámides.

Otra importante fuente egipcia es el Papiro de Moscú.

Una breve revisión de la primera historia de la geometría, hasta Euclides, ha sido escrita por el autor griego Proclus. Él afirma que la geometría fue llevada a Grecia por Tales, después de que pasó algunos años en Egipto.

Los pitagóricos: una secta con un teorema y un descubrimiento irracional

Pitágoras nació alrededor de 570 A. C. en la isla de Samos, a menos de setenta kilómetros de Mileto, y fue por tanto contemporáneo de Anaxímenes. Sin embargo, la isla de Samos estaba gobernada por un tirano llamado Polícrates, y para escapar del desagradable régimen, Pitágoras se mudó a Crotón, un pueblo griego en el sur de Italia, alrededor de 530 A. C.

Pitágoras fundó lo que hoy en día se llamaría una secta, un grupo religioso con estrictas reglas sobre comportamiento, incluyendo la dieta (no frijoles), y una creencia en la inmortalidad del alma y la reencarnación en diferentes criaturas. Esto por supuesto contrasta con la idea milesiana de la vida.

Los pitagóricos creían fuertemente que los números, lo que para ellos quería decir los enteros positivos 1,2,3…, tenían una significancia mística fundamental. Los números eran una especie de verdad eterna, percibida por el alma, y no estaban sujetos a las incertidumbres de la percepción por medio de los sentidos ordinarios. De hecho, ellos pensaban que los números tenía una existencia física, y que el universo estaba de algún modo construido a partir de ellos. En apoyo de esto, ellos hacían notar que las diferentes notas musicales que difieren por una octava o una quinta, podían ser producidas por tubos (como una flauta), cuyas longitudes estaban en los cocientes de números enteros, 1:2 y 2:3 respectivamente. Puedes notar que esto es una verificación *experimental* de una hipótesis.

Ellos sentían que el movimiento de los cuerpos celestes debía de algún modo estar en perfecta armonía, tocando una música que nosotros no podíamos escuchar porque había estado con nosotros desde nuestro nacimiento. Interesantemente, ellos no consideraban a la tierra como en reposo en el centro del universo. Ellos pensaban que era redonda y orbitaba alrededor de un punto central diariamente, para explicar el movimiento de las estrellas. Mucho estaba equivocado en su imagen del universo, pero por razones religiosas, no era geocéntrica. Ellos sentían que la tierra no era lo suficientemente noble como para ser el centro de todo, en donde ellos suponían que había un fuego central. (En realidad hay algún debate sobre cuál era precisamente su imagen, pero no hay duda de que ellos creían que la tierra era redonda y explicaban el movimiento de las estrellas por la rotación de la tierra).

Para regresar a su obsesión con los números, ellos acuñaron el término número “cuadrado”, para 4, 9, etc. dibujando patrones cuadrados de puntos igualmente espaciados para ilustrar esta idea. El primer número cuadrado, 4, ellos lo igualaban con la justicia. El 5 representaba el matrimonio de un hombre (3) y una mujer (2). El 7 era un número místico. Más tarde, los griegos, como Aristóteles, se burlarían de todo esto.

El cuadrado de la hipotenusa

Pitágoras es por supuesto más famoso por el teorema sobre triángulos rectángulos, de que la suma de los cuadrados de los dos lados que forman el ángulo recto es igual al cuadrado del lado más grande, llamado hipotenusa. Esto se prueba fácilmente dibujando dos diagramas, uno que tiene cuatro copias del triangulo arregladas de tal forma que sus hipotenusas formen un cuadrado y sus ángulos rectos están todos apuntando hacia afuera, formando un cuadrado más grande; en el otro este cuadrado grande está dividido en forma diferente— los cuatro triángulos están formando dos rectángulos, acomodados en las esquinas del cuadrado, dejando otras dos áreas cuadradas que se ve que son los cuadrados de los otros dos lados.

¡Puedes probarlo tú mismo pulsando aquí!

En realidad, parece muy probable que este resultado fuera conocido por los babilonios unos mil años antes (ver la discusión en la clase sobre Babilonia), y por los egipcios, quienes, por ejemplo, usaban longitudes de cuerda de 3, 4 y 5 unidades de largo para formar un gran ángulo recto para la construcción y para la medición de terrenos.

Números racionales e irracionales

Como discutimos antes, los pitagóricos adoraban grandemente a los enteros, los números 1,2,3, …, y sentían que de algún modo eran la clave del universo. Por supuesto, desde los primeros tiempos, desde Babilonia y Egipto, la gente había estado usando números que no eran enteros— fracciones, por ejemplo, o números que eran enteros más fracciones, tales como uno y medio. Esto no molestaba demasiado a los pitagóricos ya que, después de todo, las fracciones son simplemente cocientes de dos números enteros, así que ellos encajan bien en un sistema ligeramente extendido.

Pensemos acerca de todos los posibles números entre uno y diez, digamos, incluyendo aquellos con partes fraccionarias, como 3/2 ó 4567/891, para escoger un número al azar. Supón que tomamos un pedazo de papel, marcamos en éste los puntos para los números enteros 1, 2, 3,…,10. Entonces ponemos marcas para los medios, después los cuartos y los tres cuartos. A continuación ponemos marcas en los tercios, 4/3, 5/3, 7/3, hasta 29/3. Después lo hacemos con los quintos, luego con los séptimos. ¡Entonces compramos una supercomputadora con un gran programa de gráficos para incluir las fracciones más altas una después de la otra a la velocidad de la luz!

La pregunta es: ¿están en esta lista de fracciones *todos los números que existen* entre uno y diez?

En otras palabras, ¿podemos probar que hay un número que tú nunca podrías alcanzar por este método, sin importar que rápida fuera tu computadora?

Hace dos mil quinientos años, los pitagóricos encontraron la respuesta a esta pregunta.

La respuesta es **sí**: *hay* números que no son fracciones— esto es, no pueden expresarse como cocientes de enteros.

Este descubrimiento molestó grandemente a los pitagóricos, ya que ellos adoraban los enteros como la base mística del universo, y ahora evidentemente éstos no eran base suficiente para los números. Irónicamente este enervante descubrimiento siguió de aplicar su propio teorema— el teorema de Pitágoras— al triángulo rectángulo más simple posible: medio cuadrado, un triángulo con sus dos lados cortos iguales a uno.

Esto significa que su lado grande—la hipotenusa—tiene una longitud cuyo cuadrado es dos.

Revisaremos ahora su argumento que muestra que la longitud de este lado no puede escribirse como un cociente de dos enteros, no importa que tan grandes escojas los enteros.

La estrategia básica de la prueba es suponer que el número puede escribirse como un cociente de enteros, y después probar que esto lleva a una contradicción.

Entonces, suponemos que *podemos* escribir este número—la longitud del lado más largo— como un cociente de dos números enteros, en otras palabras una fracción m/n. Esta es la longitud cuyo cuadrado es 2, esto es $m^2/n^2 = 2$, de donde $m^2=2n^2$.

Ahora todo lo que tenemos que hacer es encontrar dos números enteros tales que el cuadrado de uno sea exactamente dos veces el cuadrado del otro. ¿Qué tan dificil puede ser? Para darnos una idea, escribamos los cuadrados de algunos números y miremos:

$1^2 = 1$, $2^2 = 4$, $3^2 = 9$, $4^2 = 16$, $5^2 = 25$, $6^2 = 36$, $7^2 = 49$, $8^2 = 64$, $9^2 = 81$, $10^2 = 100$, $11^2 = 121$, $12^2 = 144$, $13^2 = 169$, $14^2 = 196$, $15^2 = 225$, $16^2 = 256$, $17^2 = 289$, … .

Al leer con cuidado esta tabla, tú veras que tenemos algunos números que casi son los que buscamos. 3^2 es sólo una unidad más grande que dos veces 2^2, 7^2 es sólo una unidad menos que dos veces 5^2, y 17^2 es sólo uno más que dos veces 12^2. Es difícil creer que si insistimos, no vayamos a encontrar los dos números que buscamos.

No obstante, de hecho, resulta que esto nunca sucede, y esto es lo que prueba el teorema de Pitágoras. Aquí está el cómo lo hace.

Primero, supón que *cancelamos* cualesquier factores comúnes entre numerador y denominador. Esto significa que ***m y n no pueden ser pares los dos***.

A continuación, fíjate que ***el cuadrado de un número par es par***. Esto es fácil de verificar: si a es un número par, puede escribirse $a=2b$, donde b es otro número entero.

Por tanto, $a^2=2\times2\times b^2$, así que de hecho a^2 no sólo es par, sino que *tiene a 4 como un factor*.

Por otra parte, ***el cuadrado de un número impar es siempre impar.*** Si un número no tiene a 2 como un factor, multiplicarlo por sí mismo no dará un número que tenga a 2 como un factor.

Ahora, regresemos a la longitud de la diagonal del cuadrado m/n, donde $\boldsymbol{m^2=2n^2}$.

Evidentemente, ***m^2 debe ser par***, ya que es igual a $2n^2$, lo que tiene un factor 2.

Por tanto, de lo que acabamos de decir antes sobre cuadrados de números pares y nones, ***m también debe ser par***.

Esto significa, sin embargo, que ***m^2 debe ser divisible por 4***.

Esto significa que $2n^2$ debe ser divisible por cuatro, ya que $m^2=2n^2$ — pero en este caso, ¡***n^2 debe ser divisible por 2***!

Se concluye que ***n también debe ser par***—PERO establecimos al principio que habíamos cancelado todos los factores comunes entre m y n. Esto incluiría cualquier factor de 2, así que los números ¡*no pueden* ser pares los dos!

Así que un argumento lógicamente irrefutable ha conducido a una contradicción.

La única conclusión posible es: **la suposición original es incorrecta**.

Esto significa que la longitud de la diagonal de un cuadrado de lado 1 ***no puede*** *escribirse como el cociente de dos enteros, no importa que tan grandes estemos dispuestos a dejarlos ser.*

Este fue el primer ejemplo de un número *irracional*— uno que no es un cociente o *razón* de dos enteros.

La leyenda dice que los pitagóricos que hicieron público este descubrimiento murieron en un naufragio.

¿Que tienen de importante los números irracionales?

La significancia histórica de la prueba anterior es que establece algo nuevo en matemáticas, algo que no podía haber sido adivinado, y, de hecho, *algo que los descubridores no querían que fuera verdad.* Aunque los babilonios y egipcios habían encontrado fracciones muy cercanas a la raíz cuadrada de 2, no hay indicio de que ellos consideraran la posibilidad de que *nunca se encontraría ninguna fracción* que representara la raíz cuadrada de 2 exactamente.

Este tipo de argumento abstracto está muy lejos de las consideraciones prácticas en que la geometría se usa para medir. De hecho, es irrelevante para la medición—uno puede fácilmente encontrar aproximaciones mejores que cualquier posible aparato de medición. La razón de que los pitagóricos trabajaran en este problema era que ellos pensaban que estaban estudiando la estructura fundamental del universo.

Los argumentos abstractos de este tipo, y los bellos argumentos geométricos que los griegos construyeron durante este periodo y un poco más tarde, parecían en aquel tiempo ser solo juegos mentales, valiosos para desarrollar la mente, como Platón enfatizaba. De hecho, estos argumentos han resultado, muy sorprendentemente, estar en el camino correcto rumbo a la ciencia moderna, como veremos a continuación.

Cambio y constancia en el mundo físico

A lo largo de más o menos el siguiente siglo, 500 A.C - 400 A. C., la preocupación principal de los filósofos en el mundo griego era que cuando miramos a nuestro alrededor, vemos cosas que cambian todo el tiempo. ¿Cómo puede esto ser reconciliado con el sentimiento de que el universo tiene algunas cualidades constantes y eternas? Heráclito, de Efeso, afirmó que "todo fluye", y aún los objetos que parecen estáticos tienen alguna tensión o dinamismo interno. Parménides, un griego italiano, llegó a la conclusión opuesta, que nada cambia nunca, y que el cambio aparente es sólo una ilusión, un resultado de nuestra pobre percepción del mundo. Esto puede no sonar como un debate muy prometedor pero, de hecho, lo es, ya que, como veremos, tratar de analizar qué está cambiando y qué no, en el mundo físico llevó a la idea de los elementos, átomos y las leyes de conservación, como la conservación de la materia.

El primer físico en dar una formulación clara de una posible resolución del problema del cambio fue Empédocles alrededor de 450 A. C., quien afirmó que todo estaba hecho de cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego. El aseguró que los elementos en sí mismos eran eternos y no cambiaban. Las diferentes sustancias estaban hechas de los elementos en diferentes proporciones, tal como todos los colores pueden crearse mezclando tres colores primarios en las proporciones apropiadas. Las fuerzas de atracción y repulsión (referidas como amor y conflicto) entre estos elementos causaban que se unieran y se separaran, y de ahí el cambio aparente de las sustancias. Otro físico, Anaxágoras, arguyó que ninguna sustancia puede ser más elemental que ninguna otra, así que había un número infinito de elementos, y todo tenía un poquito de todo lo demás dentro de sí. El estaba particularmente interesado en nutrición, y argumentó que la comida contiene pequeñas cantidades de pelo, dientes, etc., que nuestros cuerpos son capaces de extraer y usar.

Los más famosos e influyentes de los físicos del siglo quinto A.C., sin embargo, fueron los atomistas, Leucipo de Mileto y Demócrito de Abdera. Ellos afirmaban que el mundo físico consistía de átomos en constante movimiento en un vacío, rebotando o pegándose cuando chocaban unos con otros. El cambio de cualquier tipo es entonces explicado en un nivel básico por los átomos separandose y recombinándose para formar diferentes materiales. Los átomos en sí mismos no cambian. Esto suena sorprendentemente similar a nuestra imagen moderna, pero por supuesto era todo conjetura, y cuando ellos trataban de relacionar los átomos con propiedades físicas, Demócrito sugirió, por ejemplo, que las cosas hechas de átomos filosos y puntiagudos sabían ácido, las hechas de grandes átomos redondos sabían dulce. Había también alguna confusión entre la idea de la indivisibilidad física y la indivisibilidad matemática, que significa algo que sólo puede existir en un punto. Los átomos de Demócrito tenían formas, pero no es claro que ellos se dieran cuenta de que esto implicaba que podían, al menos conceptualmente, ser divididos. Esto causó problemas reales más adelante, especialmente porque en aquel entonces no había apoyo experimental para una teoría atómica y fue rechazada por Aristóteles y otros.

Hipócrates y sus seguidores

Vale la pena mencionar que al mismo tiempo, en la isla de Cos sólo a unas pocas millas de Mileto, vivió el primer gran doctor, Hipócrates. Él y sus seguidores adoptaron el punto de vista milesiano aplicado a la enfermedad, de que ésta no era causada por los dioses, ni siquiera la epilepsia, a la cual se le llamaba enfermedad sagrada, sino que tenía alguna explicación racional, como una infección, la que quizás podía ser tratada.

Aquí está una cita de uno de los seguidores de Hipócrates, escribiendo sobre la epilepsia aproximadamente en 400 A. C.:

Me parece que la enfermedad llamada sagrada… tiene una causa natural, como otras enfermedades tienen. Los hombres la suponen divina simplemente porque no la entienden. Pero si se llama divino a aquello que no se entiende, ¡habría infinidad de cosas divinas! ...Si tú ves a estos amigos tratando la enfermedad, los ves usando todo tipo de encantamientos y magia- pero son muy cuidadosos en regular la dieta. Ahora, si la comida hace a la enfermedad mejorar o empeorar, ¿cómo pueden decir que son los dioses quienes la causan?... No importa si tú llamas o no divinas a las cosas. En la Naturaleza, todas las cosas son parecidas en esto, en que pueden rastrearse a sus causas precedentes.

(Encontré esta cita en *Biology*, Starr y Taggart, sexta edición, página 261).

Los doctores hipocráticos criticaban a los filósofos por apresurarse a dictar postulados e hipótesis, y no poner suficiente esfuerzo en la cuidadosa observación. Estos doctores insistían en la observación cuidadosa y sistemática para diagnosticar la enfermedad y una cuidadosa separación de qué era relevante y qué era simplemente coincidencia. Por supuesto, esta aproximación es la correcta en todas las ciencias.

Platón

En el siglo cuarto A.C., la vida intelectual de Grecia se centraba cada vez más en Atenas, donde primero Platón y después Aristóteles establecieron escuelas, la Academia y el Liceo respectivamente, que fueron en realidad las primeras universidades, y atrajeron a filósofos y científicos de todas partes de Grecia.

En realidad, todo esto empezó un poco antes, con Sócrates, el maestro de Platón, quien sin embargo, no fue un científico, y por tanto no es central para nuestra discusión aquí. Una de las preocupaciones principales de Sócrates era como conseguir que la mejor gente manejara el estado, y cuales eran las cualidades ideales que debían buscarse en tales líderes. Él creía en la discusión libre y abierta de estas y otras cuestiones políticas, y consiguió hacer muy claro para todos que los líderes de Atenas en ese entonces eran unos buenos para nada. De hecho, consiguió hacerse enemigo de todos los que tenían una posición de poder, y finalmente fue llevado a juicio por corromper a la juventud con sus enseñanzas. Él fue encontrado culpable y condenado a muerte.

Esto tuvo un profundo efecto en su pupilo Platón, un aristócrata griego, quien había pretendido originalmente involucrarse en política. En su lugar, él se volvió un académico—de hecho, ¡él inventó el término! Él, también, ponderó la cuestión de cuál es la sociedad ideal y su famoso libro "La República" es su respuesta sugerida. Él estaba desilusionado con la democracia ateniense y lo que le había pasado a Sócrates e impresionado con Esparta, un estado autoritario que ganó una guerra, la guerra del Peloponeso, contra Atenas. De ahí que su República tuviera un sabor más bien antidemocrático, de derecha. Sin embargo, él trata de asegurar que la mejor gente de cada generación esté dirigiendo el estado, y él considera, siendo un filósofo, que el mejor entrenamiento posible para estos futuros líderes son unas báses sólidas en lógica, ética y el trato con ideas abstractas. Esto queda particularmente claro en las páginas 67,8 de Lloyd, donde se da una cita de la República, en la que Sócrates está enfatizando qué tan importante es para los futuros líderes estudiar astronomía. Glauco está de acuerdo en que la astronomía es útil en navegación, asuntos militares y la determinación precisa de las estaciones para cultivar, etc., a lo que Sócrates responde enfáticamente que todas estas razones no son ni siquiera tan importantes como el entrenamiento en razonamiento abstracto que proporciona.

Platón, entonces, tenía una visión abstracta de la ciencia, reminiscente de los pitagóricos. En particular, él sentía que el mundo que aprehendemos con nuestros sentidos es menos importante que el mundo subyacente de formas puras y eternas que percibimos con nuestra razón o intelecto, en contraste con nuestros sentidos físicos. Esto lo llevó naturalmente a subestimar la importancia de la observación cuidadosa, por ejemplo en astronomía, y enfatizar la aproximación analítica y matemática.

Platón creía que el universo fue creado por un dios racional, quien tomó la materia caótica y la ordenó, pero también creía que debido a las propiedades inherentes de la materia en sí misma, su dios no era omnipotente, en el sentido de que había límites a qué tan bueno el universo podía ser—uno de sus ejemplos era que la gente inteligente tiene cerebros grandes (él pensaba), ¡pero si tú haces el cerebro demasiado grande, manteniendo un cráneo muy delgado, no durará mucho! El sentía que esta necesidad de compromiso era la explicación de la presencia del mal en un universo creado por un dios bondadoso.

La concentración de Platón en las formas perfectas subyacentes lo llevó de hecho a una contribución importante a la astronomía, a pesar de su propia falta de interés en la observación. El afirmó que el principal problema en astronomía era explicar los bastante irregulares movimientos observados de los planetas por alguna combinación de movimientos perfectos, esto es, movimientos circulares. Esto resultó ser una forma muy fructífera de formular el problema.

La teoría de Platón sobre la materia estaba basada en los cuatro elementos de Empédocles, fuego, aire, agua y tierra. Sin embargo, él no se detuvo ahí. Él identificó cada uno de estos elementos con una forma perfecta, uno de los sólidos regulares, fuego con el tetrahedro, aire con el octahedro, agua con el icosahedro y tierra con el cubo. Él dividió cada cara de estos sólidos en triángulos elementales (45 45 90 y 30 60 90) que él consideraba como las unidades básicas de la materia. Él sugirió que el agua podía ser descompuesta en fuego y aire por división del icosahedro en dos octahedros y un tetrahedro. Esto luce como una forma de teoría atómica o molecular, pero su fuerte convicción de que todas las propiedades de la matería podían en última instancia ser deducidas por puro pensamiento, sin recurrir a experimentos, probó por siglos ser contraproducente para el posterior desarrollo del entendimiento científico. Quizás debería mencionarse, sin embargo, que la más reciente teoría sobre partículas elementales, la teoría de cuerdas, conocida modestamente como la teoría de todo, también afirma que todos los fenómenos físicos deberían ser deducibles a partir de modelos matemáticos muy básicos que no tienen en su formulación párametros ajustables—una forma perfecta.

Enlace a la siguiente clase

Índice de clases y vistazo del curso