

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES.

ACATLÁN.

PHYSIS Y NATURALEZA MATEMÁTICA.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN FILOSOFÍA.

PRESENTA:

MAIGOALIDA DE LA LUZ GOMEZ TORRES.

ASESOR: ANTONIO LUIS MARINO LÓPEZ.

AGOSTO 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Natus homo est; siue hunc diuno semine fecit
Ille opifex rerum, mundi melioris origo,
Siue recens tellus seductaque nuper ab alto
Aethere cognitati retinebat semina caeli;
Quam satus Iapeto mixtam pluuiialibus undis
Finxit in effigiem moderantum cuncta deorum;
Pronaque cum spectent animalia cetera terram,
Os homini sublime dedit caelumque tueri
Iussit et erectus ad sidera tollere uultus.*

Ovidii Met., I 78-86.

ÍNDICE.

PRÓLOGO.....	4
INTRODUCCIÓN.....	7
I LA FÍSICA NO- MATEMÁTICA DE ARISTÓTELES	14
1. NOCIÓN DE NATURALEZA.....	17
a) NATURALEZA COMO FUENTE DE MOVIMIENTO Y CAMBIO. DISTINCIÓN ENTRE NATURAL Y ARTIFICIAL	20
b) APORÍAS MATERIALISTA Y FORMAL SOBRE LA IDEA DE NATURALEZA	24
α) LO NATURAL ES MATERIAL.....	26
β) LO FORMAL ES NATURAL.....	31
γ) EIDOS ARISTOTÉLICO. SOLUCIÓN DE LAS APORÍAS MATERIALISTAY FORMAL	34
c) OUSIA. FUNDAMENTO EN LA COMPRESIÓN DE LA NATURALEZA	37
d) PHYSIS ARISTOTÉLICA.....	43
2. DIFERENCIA ENTRE MATEMÁTICO Y FÍSICO.....	48
a) NÚMERO Y ARMONÍA.....	51
b) NÚMERO Y MOVIMIENTO	55
c) MATEMÁTICAS Y ASTRONOMÍA.....	58
d) NECESIDAD DE ATENDER A LA CUALIDAD.....	62
II LA FÍSICA DE GALILEO	69
1. EL FÍSICO DEVIENE EN MATEMÁTICO.....	72
2. NATURALEZA COMO ENTE MATEMÁTICO.....	81
a) EL VINCULO MATEMÁTICAS Y FISICA	82
b) UN NUEVO MODO DE PENSAR A LAS MATEMÁTICAS.....	85
CONCLUSIÓN.....	90
EPÍLOGO.....	97

PRÓLOGO.

La dificultad que supone escribir un trabajo capaz de describir los giros que va dando el pensamiento cuando éste se sumerge en una investigación filosófica, es un óbice para escritores pequeños e insignificantes como yo, es un obstáculo que sólo autores como Platón, Aristóteles o Kant pueden librar. No pretendo compararme con ellos más que para reconocer mis límites y deficiencias, mismas que no dejarán de aparecer a lo largo de la investigación que por escrito me atrevo a presentar ahora.

El examen sobre lo que pensamos que es la naturaleza, no es un examen sencillo; pensarlo de esa manera sería simplificar ingenuamente lo que la misma naturaleza nos muestra que es. Para aventurarme a hacer tal, hube de pecar de soberbia no sólo al investigar estas cosas sino al escribirlas y tratar de dejarlas lo más claro posible.

Si bien hago tal examen auspiciada por las investigaciones de Aristóteles y las de Galileo, no por ello dejo de interrogarme por la claridad con la que tales hombres hablaron sobre la naturaleza, claridad que no me es del todo evidente y que me obligó a indagar lo que ellos mismos dicen que es la naturaleza, no con el afán de encontrar insuficiencias o de contradecirles, sino con la esperanza de entender qué es lo que efectivamente dicen ambos pensadores cuando hablan sobre lo que comúnmente llamamos naturaleza. Si hay insuficiencias en su manera de ver a la naturaleza, esas saldrán a la luz una vez que efectivamente se comprenda su pensamiento.

He de confesar al lector, no sólo mi soberbia, quizá mal necesario para la empresa que me he propuesto, sino la cura de la vanidad que el desarrollo de este trabajo trajo consigo, pues si bien lo comencé tal como está presentado, es decir, escribiendo lo que creía entender del pensamiento de Aristóteles, acabé reformando ese comienzo una vez que la lectura de Galileo me mostró que mi conocimiento sobre la noción de φύσις era un engaño, que no pasaba de la repetición casi inconsciente de algunas frases de la *Física*.

La necesidad de regresar a la lectura de Aristóteles y de explicarme mejor cada uno de los conceptos que conforman a la idea de φύσις por él expuesta,

supuso un desajuste bastante notorio en la presentación del trabajo, pues la mayor parte del mismo intenta clarificar al pensamiento del Estagirita, en tanto que la otra parte se abriga en el supuesto de que la idea de naturaleza galileana nos es más comprensible en tanto que nos es más próxima, pues de ella se deriva en buena medida nuestro modo de ver a la naturaleza.

La brevedad y distinción con la que trato el pensamiento del físico pisano no se debe a desprecio alguno, sino a lo notoria que se hace la diferencia entre la φύσις y la naturaleza matemática una vez que se ha trabajado lo suficiente para ver que aquéllo de lo que habla Aristóteles difiere bastante de la naturaleza a la que se refiere Galileo.

Ese desajuste en la presentación del trabajo, del cual justamente se me puede acusar con facilidad al esperar que ambos análisis ocupen un espacio semejante en el desarrollo del mismo, da la apariencia de que lo dejado ante el juicio del lector son dos investigaciones diferentes, unidas más por la fuerza que por un interés común, pero señalo que lo que da unidad a ambas partes de esta investigación es la pregunta ¿qué entendemos por naturaleza?, a la que he evitado responder al tuntún y sin considerar lo que otros ya han examinado antes y mejor que yo.

Hay un peligro más que se desprende del modo como está presentada esta investigación, y ese radica en la tentación de leer el apartado dedicado a la naturaleza matemática de Galileo sin tomar en cuenta lo que he expuesto sobre la noción de φύσις aristotélica, pues esta parte del trabajo si bien ha sido reformada gracias a una lectura de la obra galileana no deja de ser el punto de partida para la exposición de los problemas que surgen de la comprensión de una naturaleza matemática. Es por ello que pido al lector ansioso por leer lo que pudiera decir sobre la obra galileana, que tenga la paciencia suficiente para atender primero a lo que he podido explicar respecto al concepto de naturaleza aristotélica a fin de que la lectura del apartado dedicado al físico pisano sea lo más provechosa posible.

Como no puedo evitar que en lo hecho se vea el ser del hacedor, este trabajo es un fiel reflejo de la proporción de mi pensamiento, que si bien no es tan profundo como quisiera, no deja de ser aventurado. De modo que sólo aquéllos

que se aventuren a la lectura de un examen sobre un mismo concepto, el cual es tan detallado como mis posibilidades me lo permiten, podrá pasar de las primeras páginas sin verse sometido por el tedio o el aburrimiento que supone una exposición de mis muchos vicios, a los cuales debo haber plagado con notas a pie de página una presentación que debería ser lo suficientemente clara como para no necesitar de ellas.

Así pues, siendo como soy, quedo expuesta al designio del atento lector, del cual espero o su paciencia para darme tiempo a explicar muchas dudas que van saliendo en un principio, y que trato de responder después, o bien, si así lo considera justo, el convertir en cenizas el trabajo que ahora pongo en sus manos para que no quede rastro de tal adefesio.

Verano de 2012.

INTRODUCCIÓN.

Lo que aquí presento es un examen sobre la manera en que nuestra comprensión de la naturaleza determina cómo es que ésta ha de ser estudiada, lo que a su vez supone una forma única de concebir al físico; es decir, este trabajo tiene como finalidad analizar cómo el modo de pensar a la naturaleza determina a la manera en que trabajará y será aquél que se ocupe de investigarla.

Para realizar tal examen he decidido explorar la comprensión de φύσις que gobierna a la física aristotélica y la comprensión de naturaleza matematizada que gobierna a la física galileana, que en cierto modo es el fundamento de la comprensión que nosotros mismos tenemos respecto a la naturaleza.

Si me enfoco en estos dos autores, es porque el modo de estudiar a la naturaleza que se desprende de sus trabajos determinó el examen que posteriormente se haría de la misma. Así como de la *Física* aristotélica se desprenden las pautas para el conocimiento medieval de la naturaleza, del *Diálogo sobre los dos sistemas del mundo Ptolemáico y Copernicano* de Galileo se desprendió el método con el que se estudió al movimiento durante un tiempo considerable.

De modo que este examen no sólo servirá para ilustrar qué tanto ha cambiado la manera en que se entiende lo que la naturaleza sea, sino que me permitirá vislumbrar (que no ahondar en ello) la forma en la que nos pensamos y conocemos a nosotros mismos una vez que aceptamos que hay naturaleza humana, la cual ha de ser estudiada a partir de la comprensión de naturaleza que guíe nuestras investigaciones sobre el hombre, pues nuestro entendimiento sobre lo natural enmarcará la mirada con la que comencemos el examen de lo humano de tal manera que si vemos en la naturaleza un orden teleológico interpretaremos a lo humano a partir de dicho orden, pero si vemos en la naturaleza un orden que es producto del azar, nuestra comprensión sobre éste será determinada por su necesidad de controlar todo lo que le rodea sin perecer en el intento.

La razón principal por la que he elegido examinar a estas dos ciencias descansa en una preocupación que va más allá de ver la relación entre la comprensión de la naturaleza y la autocomprensión del físico. A lo largo de mis estudios he visto que se habla con insistencia de una crisis de las ciencias

modernas, la cual se caracteriza, según el primero que la señaló (Husserl), por hacer mediante ciencias de hechos a meros hombres de hechos¹, lo que significa que se ha dado prioridad al desarrollo de la técnica mediante la cual se pretende dominar a la naturaleza sobre la comprensión de lo natural, es decir, que se ha dejado de hacer ciencia en aras de producir cada vez mejores artefactos que permitan controlar lo que se encuentra en torno al hombre, y en última instancia que permitan controlar y modificar al hombre mismo.

Ante discursos tan variados, como el de Nietzsche o el de Hans Jonas, que hablan sobre los problemas que se siguen del afán técnico que parece gobernar a las ciencias modernas parece que sólo hay dos opciones: aceptar silenciosamente que Dios ha muerto y repetir después de esto que la modernidad se caracteriza por hacer de lo menos inteligible el fundamento de lo cognoscible; o bien en lugar de guardar silencio examinar detalladamente si el modo de investigar de la ciencia moderna, tal como el empleado por la física clásica, iniciada con los trabajos de Galileo, efectivamente deshumaniza al hombre.

Cabe aclarar que aun cuando el examen aquí presentado pretende ver qué tan deshumanizante resulta la comprensión de una naturaleza matematizada, una vez que se demuestre que efectivamente hay una estrecha relación entre la comprensión de ésta y la comprensión de quien la estudia, no por ello estoy proponiendo como vía de salvación el retorno al aristotelismo. Hacer tal cosa sería pecar de ingenua, y negar los múltiples *beneficios* que trae consigo la ciencia moderna, representada aquí por la física galileana.

El examen que presento a continuación está dividido en dos grandes apartados: en el primero, me ocupo de la comprensión aristotélica de *φύσις* y de la imposibilidad de estudiarla matemáticamente; y en el segundo, me concentro en la matematización de la naturaleza llevada a cabo por la física galileana, lo que supone el nacimiento de la física como ciencia instrumental.

Mi examen en torno a la comprensión de *φύσις* se fundamenta en *Metafísica* 1014 b 15 -1015 a 15, en donde Aristóteles señala bellamente que “naturaleza

¹ Husserl. E. *La crisis de las ciencias Europeas y la fenomenología Trascendental*. Critica. Barcelona 1992. Pág.6.

(φύσις) es en su sentido primario y fundamental aquella cosa independiente (οὐσία) que posee en sí misma la fuente gobernante (ἀρχή) de su movimiento y cambio". En tanto que este pasaje de la *Metafísica*, puede leerse como la conclusión a la cual llega el Estagirita tras el análisis de las distintas maneras en que se dice naturaleza, y que dicho análisis es realizado por el filósofo en *Física* 192 b 8 – 193 b 21, exploraré la investigación que realiza Aristóteles en la *Física* a fin de ver con mayor claridad a qué se refiere el príncipe de los filósofos cuando dice que estudia a la naturaleza.

Cabe aclarar que el cambio de un examen de lo presentado en *Metafísica* a un estudio sobre lo analizado en la *Física*, atiende a la conveniencia de ver el camino que va desde lo que es primero para nosotros hacia lo que es primero por naturaleza teniendo en la mira lo que dice Aristóteles desde una comprensión perfecta de la misma, la cual sirve en *Metafísica* como punto de partida en la investigación sobre el Ser en cuanto tal y se constituye en la *Física* como punto de llegada en tanto que contiene a la comprensión del movimiento.

El camino que seguiré para explorar el pasaje de la *Física* en el que centraré mi atención será el seguido por el propio Aristóteles, es decir, comenzaré por la distinción entre natural y artificial, lo que supone una explicación respecto a la manera en que comprendemos lo que es principio (ἀρχή).

Después me ocuparé de las aporías que se desprenden de la comprensión materialista y formal de φύσις. Como la visión de estas aporías exige el estudio de lo que se piensa es material (ὕλη) y forma (εἶδος) me detendré a analizar estos términos; una vez examinadas las aporías que surgen de la comprensión materialista y formal de φύσις será el momento de ver la comprensión de naturaleza aristotélica como aquella que salva las aporías antes examinadas, de tal suerte que comenzaré por explorar el concepto de εἶδος aristotélico como aquél que permite hacer una posterior articulación de la naturaleza.

Posteriormente me ocuparé de examinar la noción aristotélica de οὐσία en tanto que ésta es el fundamento que permite una comprensión de φύσις como aquello que posee en sí mismo el principio de movimiento y cambio. Y para terminar con el examen sobre la comprensión de φύσις aristotélica el lector

encontrará unas líneas dedicadas a la importancia de la causa final para la articulación del movimiento que supone pensar que naturaleza es sólo aquello que se mueve o reposa por sí mismo conforme a una finalidad.

Respecto al examen sobre la distinción entre astronomía y física, me parece pertinente señalar que éste centra su atención en la crítica que realiza Aristóteles a los pitagóricos y a los platónicos que siguieron a los primeros, y esto atiende a que el camino seguido por el Estagirita no deja de lado el problema que supone unir bajo un mismo modo de estudio al movimiento sublunar y al supralunar. Como esta unidad se aprecia mejor en la intención de estudiar ambos movimientos como subordinados a la naturaleza del número el lector encontrará primero un examen sobre la relación que hay entre la comprensión de *número y armonía* a fin de que pueda apreciar el interés de los matemáticos ya señalados en que la naturaleza sea estudiada matemáticamente.

Después del examen sobre el número y la armonía, el lector se encontrará con un breve análisis sobre la comprensión de número ya examinada y la posibilidad de hablar respecto al movimiento cuantitativamente; mediante este análisis el lector verá la relación que se puede establecer entre los estudios que realiza el matemático y la observación del físico, la cual lleva a pensadores como los pitagóricos a considerar que el estudio de la astronomía y el de la física son iguales.

Una vez planteada la pregunta por la relación que pudiera haber entre astronomía y física, me ocuparé de examinar si este trato unitario, es decir que ambas puedan estudiarse de igual manera, es posible analizando la relación que hay entre las matemáticas y el estudio de los astros, a fin de explorar la separación que hace Aristóteles entre una y otra ciencia; separación fundamental en tanto que cierra la puerta a la posibilidad de estudiar matemáticamente a los movimientos físicos.

Finalmente examinaré la imposibilidad de estudiar al movimiento matemáticamente atendiendo a la principal diferencia que hay entre los cuerpos sublunares y los cuerpos supralunares, me refiero a las diferencias cualitativas

que hay entre estos cuerpos, en las cuales el Estagirita centra su atención para argumentar la imposibilidad de estudiar a la *φύσις* matemáticamente.

Una vez expuesta la idea de *φύσις* que gobierna a la física aristotélica me ocuparé, en la segunda parte de mi exposición, de la comprensión de naturaleza matematizada que gobierna a la física galileana, para lo cual divido mi exposición en dos apartados. Cabe señalar que éstos no son paralelos a los que corresponden a mi examen sobre la física aristotélica, de hecho el camino va en sentido contrario, pues primero me ocupo de la manera en la que trabaja el físico para después concentrarme en la concepción de naturaleza que de ese modo de trabajar se desprende.

La razón por la cual el examen sobre la ciencia galileana comienza con el modo de trabajar del físico, y no con un análisis sobre la comprensión de la naturaleza, radica en que Galileo no ofrece a lo largo de su obra una exposición, que, separada del trabajo del físico, demuestre que la mejor manera de estudiar y comprender lo que el movimiento sea es concentrando la atención en el aspecto cuantitativo de aquéllo que se mueve.

Así pues, la primera parte del estudio sobre la física galileana, se centrará en la unidad entre matemáticas y física que realiza el académico linceo, para lo cual comenzaré por explorar el carácter instrumental de la misma, éste es expuesto en *La gaceta sideral*, obra en la que me apoyaré para analizar las implicaciones que trae consigo el uso del telescopio, no sólo como instrumento que aumenta el poder de los sentidos, sino como instrumento que demuestra las dificultades que se desprenden de realizar una articulación sobre el movimiento fundamentada en la certeza que nos brinda la percepción.

Como el uso del instrumento implica el rechazo a la percepción como fundamento de un discurso sobre el movimiento, se torna necesario el examen de dicho rechazo, para lo que dedicaré unas líneas que se apoyarán en un pasaje de *El ensayador*, el cual ha sido elegido para estos fines en tanto que expresa cabalmente en qué consiste y a qué se debe el distanciamiento de la percepción como base segura para la demostración sobre el movimiento.

Es justo ese distanciamiento entre percepción y examen sobre el movimiento lo que desemboca en una comprensión matemática del mismo, de la cual me ocuparé en la segunda parte del breve estudio sobre la física galileana que ahora presento y que tiene como punto de partida la comprensión matemática de la naturaleza.

En lo referente a esta comprensión de naturaleza, me parece pertinente explorar la afirmación que dice que “la naturaleza está escrita en lenguaje matemático”, la cual se desprende de la lectura de un pasaje de *El ensayador*. Conviene revisar con cuidado dicho pasaje, pues en tanto que esta lectura es más repetida que reflexionada sirve como fundamento para aquellos estudiosos de Galileo que consideran que de ahí se desprende la separación entre filosofía y física, a partir de la cual se desarrolló la física moderna como ciencia alejada del estudio de las causas². De modo que me detendré un momento para examinar tal pasaje.

Una vez hecho esto, exploraré las consecuencias que se desprenden de la comprensión matemática de la naturaleza cuando se pretende entender al movimiento. Así pues me concentraré en un pasaje de la primera jornada del *Diálogo sobre los dos máximos sistemas ptolemáico y copernicano*, en el que Galileo, por boca de uno de sus personajes muestra la diferencia entre la comprensión *intensiva* y la comprensión *extensiva*, la cual nos muestra las limitantes con las que se enfrenta el físico que estudia matemáticamente a la naturaleza.

Finalmente, exploraré la relación que existe entre la comprensión matemática de la naturaleza y el conocimiento mecanicista de la misma, pues de la unidad de estos dos aspectos de la naturaleza se desprende la posibilidad de tener una física experimental, es decir capaz de unir lo formal de las matemáticas con el mundo sensible. Esta unidad la analizaré atendiendo a la comprensión de *forma* que subyace en la física galileana y que fundamenta a la experimentación.

Resta advertir al lector que si bien le dedico más espacio al examen de Aristóteles que al de Galileo, no por ello hago menos el trabajo de Galileo, esto se

² Podemos pensar en estudiosos de Galileo como S. Drake, o en físicos como Heisenberg que ven en los trabajos del académico linceo la intención de separar a la física de la filosofía.

debe más bien a que la comprensión del primero se fundamenta en evidencias que nosotros ya no entendemos con la facilidad con la que aceptamos como evidentes los fundamentos de la ciencia galileana.

Además he de señalar que lo aquí presentado no es un recorrido histórico que va de un concepto de naturaleza a otro, y tampoco es una comparación entre dos autores que tenga la finalidad de mostrar cuál de los dos trabajó más y mejor, ese examen corresponde a biógrafos y doxógrafos. Más bien lo que pretendo es aclarar cómo es que nuestra comprensión de la naturaleza determina la manera en que hemos de estudiarla, siendo los casos de Galileo y Aristóteles los idóneos para esta finalidad.

I LA FÍSICA NO- MATEMÁTICA DE ARISTÓTELES

El supuesto en el cual se fundamenta la idea de naturaleza de la ciencia moderna consiste en pensar que ésta es cognoscible mediante las matemáticas. De este modo afirmar que naturaleza es la relación matemática existente entre las cosas que vemos no es algo nuevo para quienes fuimos educados después de la revolución científica por la que pasó el pensamiento en el siglo XVII. Gracias a esa revolución nos resulta evidente que una ciencia es aquella que después de observar a la naturaleza adquiere la capacidad de prever los movimientos de los seres naturales. Así pues, conocimiento científico es aquél que ofrece una descripción exacta (realizada matemáticamente) sobre lo que ocurre cuando se dan determinadas condiciones³; y no sólo eso, pues en la medida en que el poseedor de ese conocimiento puede prever tales movimientos y describir a su objeto de estudio, puede también dominarle y manipularle para beneficio de la humanidad.⁴

Al examinar tales ideas, es posible ver algunos de los fundamentos del quehacer científico y los avances tecnológicos con los cuales hemos sido educados y mediante los que miramos al mundo, de modo que resulta hasta cierto punto comprensible que ya no los pongamos en tela de juicio a menos que emprendamos la labor filosófica de conocernos a nosotros mismos a través del examen sobre lo que pensamos.

La finalidad de esta reflexión es la de examinar el supuesto de que la naturaleza está escrita en lenguaje matemático, es decir, que las matemáticas son el mejor camino a seguir cuando se pretende conocer a la naturaleza, sobre todo, cuando pensamos que el conocimiento matemático de la misma implica la capacidad de responder a la pregunta: ¿por qué ocurre un movimiento?, al tiempo

³ Tal como la ausencia de fricción, solicitada por Salviati (personaje del *Diálogo sobre los dos máximos sistemas ptolemaico y copernicano*) para demostrar la igualdad entre las vibraciones de los péndulos, (pág. 546 de la edición Biblioteca de los grandes pensadores. Barcelona 2002.)

⁴ Cfr. Bacon. *Novum Organon*. Libro I. Aforismo. 81. Losada

que permite al científico trabajar sobre lo concreto sin que se lo impida el carácter abstracto de dicho conocimiento.

Sin embargo, antes de preguntar si es mejor estudiar a la naturaleza matemáticamente o no, es más importante aclarar a qué nos referimos cuando empleamos el término naturaleza, pues éste se entiende de diversas maneras, ya sea como la esencia y propiedad característica de cada ser, o como el conjunto, orden y disposición de todo lo que compone al universo; de modo que el examen sobre la mejor manera de estudiar a la naturaleza implica la necesidad de analizar, aunque sea someramente, qué es lo que entendemos cuando la pensamos.

Como la finalidad de este trabajo es examinar la conveniencia de seguir el estudio de la naturaleza atendiendo al supuesto que guía a la ciencia moderna, me refiero a la necesidad de matematizarla a fin de conocerla, considero pertinente hacer dicho examen partiendo del estudio sobre la forma de investigar a la *φύσις* que propone Aristóteles, pues en gran medida, la ciencia moderna se ha perfilado como contraria a la ciencia del Estagirita. Es por ello que el estudio que presento a continuación inicia con el análisis que hace Aristóteles sobre las diversas maneras en que decimos naturaleza, pues para el Estagirita esos modos de pensarla encierran las diversas formas en que la naturaleza se hace presente.

De una manera se muestra a los sentidos, es decir, atendiendo a las particularidades de cada cosa; y de otra al intelecto, es decir, mediante la abstracción que nos permite ver lo que es común a las cosas que percibimos. De modo que al examinar lo que pensamos que es naturaleza podemos aproximarnos al conocimiento sobre lo que ésta es, el cual es necesario para poder determinar de qué manera es mejor estudiarla.

Una vez realizado tal análisis, es pertinente examinar con detenimiento si es mejor o no estudiar a la naturaleza mediante las matemáticas, lo que implica saber si hay alguna diferencia entre el físico y el matemático, pues en caso de no haberla, resultará evidente que la naturaleza está escrita en lenguaje matemático; pero en caso de que sí exista tal diferencia, se vuelve necesario saber cuál es y dirigir la investigación en torno a la naturaleza por otro camino.

Así pues, en la primera parte de la investigación en torno a los argumentos aristotélicos, el lector encontrará un examen sobre lo que el Estagirita llama el sentido primario y fundamental de naturaleza, el cual es expresado en la *Metafísica* y sólo es posible explicar recorriendo el camino que siguió el filósofo para llegar a tal conclusión.

Este camino lo recorreré al explorar las aporías que se desprenden de la comprensión de naturaleza como el primer material que subyace a las cosas o como la forma, las cuales son examinadas por Aristóteles en la *Física*, obra dedicada al estudio del movimiento⁵. Para hacer este examen, me centraré en el comienzo del libro II de dicha obra y dirigiré mi atención en la manera en que es mejor comprender las nociones de *principio, material, forma y cosa independiente*, pues éstas son fundamentales para entender las aporías tratadas en la *Física* y la definición de naturaleza expresada en la *Metafísica*.

Una vez realizado este examen, el lector encontrará un análisis sobre la diferencia entre el matemático y el físico, la cual es explorada por Aristóteles en el segundo capítulo del libro II de la *Física*.

Como en este examen el Estagirita da por supuesto que es posible confundir al matemático con el físico, comenzaré por el análisis de dicha confusión, lo que implica un brevísimo examen de la tesis pitagórica sobre la naturaleza, pues estos matemáticos se caracterizan por dar una articulación sobre la *φύσις* basada en sus estudios sobre lo que es el número y sus propiedades.

Concentraré el examen sobre la tesis pitagórica en los problemas que de ésta se desprenden cuando se pretende articular el movimiento mediante proporciones matemáticas, para lo cual me detendré en la relación que hay entre el estudio de la astronomía y las matemáticas, porque de entre todos los cuerpos naturales, los astros parecen más próximos al número por el cual se pretende articular su movimiento, porque tanto los astros como los números son eternos.

⁵ El lector puede encontrar una división detallada de los argumentos que componen a la *Física* en Sachs J. *Aristotle's Physics; A Guided Study*. Rutgers University Press. New Jersey. 1995. pp. 25-28. Es conveniente tener a la vista esta división para ubicar los límites entre los que se desarrollan las aporías que examino en esta ocasión.

Por último, analizaré las dificultades que surgen una vez que el matemático pretende hablar sobre el movimiento de los seres vivos, a fin de que los límites de la relación entre física y matemáticas sean más claros, y junto con ello, la diferencia entre el matemático y el físico.

1. NOCIÓN DE NATURALEZA

Para aclarar qué es la naturaleza, es importante tener presente que ésta se puede concebir de múltiples formas, prueba de ello radica en la ambigüedad que se encuentra al examinar el término, pues éste contiene varios sentidos en los que puede entenderse a la misma; por ejemplo, cuando buscamos el término naturaleza en el DRAE⁶, nos encontramos con que ésta es la esencia y propiedad característica de cada ser; o bien es el conjunto, orden y disposición de todo lo que compone al universo, así como un principio universal de todas las operaciones naturales e independientes del artificio y, entre otros tantos significados, el diccionario nos muestra una definición de naturaleza que no nos es del todo clara porque pertenece al ámbito de la teología, del cual ya casi nadie se ocupa, y con la que se muestra cuánto puede variar la noción que tenemos sobre lo que es naturaleza, según esta definición, naturaleza es el estado natural del hombre, por oposición al estado de gracia.

Esta multiplicidad contenida en la idea de naturaleza dificulta bastante el examen que sobre la misma se pretenda hacer, sobre todo cuando perdemos de vista que tales nociones han surgido, en primera instancia, de las diversas formas en las cuales la naturaleza se nos hace presente, ya sea a los sentidos o al intelecto; de modo que, en el estudio sobre lo que es la naturaleza, hay que tomar en cuenta lo captado mediante la percepción y lo aprehendido mediante la inteligencia.

Para llevar a cabo la tarea de responder a la pregunta ¿qué es la naturaleza?, considero conveniente analizar, de manera breve, el examen

⁶ Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, Vigésima segunda edición. Entrada en línea para el término naturaleza.

realizado por Aristóteles en torno a las diversas formas de entender aquéello a lo que denominamos bajo tal nombre, pues de entre todos los pensadores que se han dedicado a decir algo sobre la naturaleza, sólo el Estagirita se preocupa por examinar los diversos modos de entender a la *φύσις* antes de explorar otras cuestiones referentes a la misma; a diferencia de aquellos pensadores del siglo XVII, tales como Bacon, quienes al parecer dan por sobrentendida la idea de naturaleza, pues ninguno se preocupa por examinar con detalle los diversos modos en que se habla de la misma antes de explorar algún otro asunto sobre física.

Aristóteles enuncia en el libro V de la *Metafísica* las diversas acepciones que posee la palabra naturaleza, y entre estas menciona que naturaleza es primariamente y en el sentido fundamental la *cosa independiente* (*οὐσία*) que tiene en sí misma y por sí misma el *origen* del movimiento⁷. Sin embargo, este enunciado no nos dice gran cosa cuando somos ignorantes respecto al camino que sigue el Estagirita para llegar a tal conclusión, camino que el filósofo muestra con detalle en el libro II de la *Física* y que exploraré para analizar posteriormente el sentido fundamental de naturaleza.

Cabe señalar que el examen sobre las diversas maneras de entender a la naturaleza, no apunta a la formación de un vocabulario conforme al cual se realice toda la investigación sobre la misma, es decir, Aristóteles no pretende dar un solo significado a un término a fin de hacer demostraciones que dependan de axiomas, teoremas y corolarios, y esto se aprecia con mayor claridad cuando nos percatamos de que el análisis sobre los diversos modos de entender a la naturaleza apunta hacia un examen sobre la diferencia que hay entre el matemático y el físico, pues un matemático sí necesita definiciones claras y distintas para estudiar algo, mientras que el físico parece no depender de éstas cuando mira a la naturaleza.

⁷ Aristóteles. *Metafísica*. 1014 b 15 – 1015 a 15.

Así pues, una vez destacado lo anterior lo mejor es pasar al examen que hace Aristóteles⁸ sobre las diversas maneras de entender lo que es naturaleza, para lo cual conviene tener presente que:

De las cosas que son, unas son por naturaleza, y otras por otras causas, por naturaleza son los animales, las partes de estos y las plantas, y de los cuerpos, aquéllos que están sin mezclarse, tales son tierra, fuego, aire y agua (pues de estos y de los que son de tal modo, decimos que son por naturaleza), y todos estos se muestran diferentes de los que no están junto con otros naturalmente. Porque cada uno de estos tiene en sí mismo la fuente de su movimiento y reposo, según lugar, crecimiento disminución y alteración: pero una cama o un manto, y todo lo que es de tal clase, pertenecen a otro tipo de cosas, en tanto que le corresponde cada una de las categorías y existen a causa del arte, ninguno tiene el impulso del cambio de manera innata sino incidentalmente, pues estos son de piedra, o de tierra, o de la mezcla de ambos, estos tienen tal impulso, porque la naturaleza es fuente y causa de movimiento y reposo, el cual primero empieza en virtud de sí mismo y no de manera incidental.⁹

En una primera aproximación a las palabras de la *Física* aquí citadas notamos que el filósofo está hablando de la diferencia que vemos entre las cosas que son por naturaleza y aquéllas que no lo son; esta diferencia consiste básicamente en pensar que lo natural es lo contrario a lo artificial; pues cuando dirigimos la mirada a lo que nos rodea, nos percatamos de que hay cosas que se mueven y cambian por sí mismas, como los seres vivos, por lo que no necesitan

⁸ Para las citas correspondientes a la *Física* de Aristóteles utilicé como base el texto en griego que viene en la versión de Ute Schmitdt. UNAM. Scriptorvm et Romanorvm. México. DF. 2001. Salvo que se indique lo contrario las traducciones son mías.

⁹ Aristóteles. *Física*. 192b, 9 – 192b, 23.

Τῶν ὄντων τὰ μὲν ἐστὶ φύσει, τὰ δὲ δι' ἄλλας αἰτίας, φύσει μὲν τὰ τε ζῷα καὶ τὰ μέρη αὐτῶν καὶ τὰ φυτὰ καὶ τὰ ἀπλᾶ τῶν σιμάτων, οἶον γῆ καὶ πῦρ καὶ ἀήρ καὶ ὕδωρ (ταῦτα γὰρ εἶναι καὶ τὰ τοιαῦτα φύσει φαμέν), πάντα δὲ ταῦτα φαίνεται διαφέροντα πρὸς τὰ μὴ φύσει συνεστῶτα. τούτων μὲν γὰρ ἕκαστον ἐν ἑαυτῷ ἀρχὴν ἔχει κινήσεως καὶ στάσεως, τὰ μὲν κατὰ τόπον, τὰ δὲ κατ' αὐξήσιν καὶ φθίσιν, τὰ δὲ κατ' ἀλλοίωσιν· κλίνη δὲ καὶ ἱμάτιον, καὶ εἴ τι τοιοῦτον ἄλλο γένος ἐστίν, ἢ μὲν τετύχηκε τῆς κατηγορίας ἐκάστης καὶ καθ' ὅσον ἐστὶν ἀπὸ τέχνης, οὐδεμίαν ὁρμὴν ἔχει μεταβολῆς ἔμφυτον, ἢ δὲ συμβέβηκεν αὐτοῖς εἶναι λιθοῖς ἢ γηίνους ἢ μικτοῖς ἐκ τούτων, ἔχει, καὶ κατὰ τοσοῦτον, ὡς οὔσης τῆς φύσεως ἀρχῆς τινὸς καὶ αἰτίας τοῦ κινεῖσθαι καὶ ἡρεμεῖν ἐν ᾧ ὑπάρχει πρῶτως καθ' αὐτὸ καὶ μὴ κατὰ συμβεβηκός.

de ayuda alguna para nacer y moverse en el mundo, así como también vemos que hay cosas sin ese principio de movimiento, es decir, todo lo que es fabricado.

Pero decir que los seres vivos se diferencian de los no vivos porque los primeros tienen en sí mismos la fuente de movimiento y cambio, mientras que los otros se mueven de manera incidental¹⁰, no es suficiente para explicar qué es naturaleza, pues aún no sabemos a qué se refiere el Estagirita cuando habla de *ἀρχή*, y no lo sabemos en gran medida gracias a que las traducciones que sobre este término se hacen no alcanzan a expresar todo lo que encierra la palabra griega. Por ello considero conveniente detenerme un momento para explicar esto antes de continuar con el presente examen en torno a la noción de naturaleza.

a) NATURALEZA COMO FUENTE DE MOVIMIENTO Y CAMBIO.
DISTINCIÓN ENTRE NATURAL Y ARTIFICIAL.

El término con el cual Aristóteles habla de principio de movimiento es *ἀρχή*, y usualmente es traducido como *principio* o *primer principio*, lo que significa que cuando traducimos esta palabra, por lo general, estamos pensando en el momento inicial de un movimiento, por ejemplo el instante en que comienza una vida es el principio de la vida, o en el punto que se considera como inicio de una longitud o cosa, ejemplo de ello es el que denominamos punto de partida cuando pretendemos recorrer un camino.

Ahora, teniendo en mente que para Aristóteles la naturaleza es el *ἀρχή* de movimiento, cambio y reposo de una cosa, si nos atenemos a lo que implica pensar en éste como si fuera un *principio*, bien podríamos considerar que el Estagirita está pensando que naturaleza es aquéllo que se hace presente sólo en el momento inicial en el que una cosa comienza a moverse, a cambiar o a reposar. Es por ello que estas traducciones rara vez son adecuadas para expresar lo que el Estagirita está pensando cuando emplea dicha palabra, pues atendiendo a las mismas, resulta que el principio de movimiento y cambio sólo se haría presente

¹⁰ La traducción de *συμβεβηκός* como incidental la he tomado de Sachs. J. *Aristotle's Physics; A Guided Study*. Rutgers University Press. New Jersey. 1995. Pag. 249.

durante un instante, de modo que éste sólo sería el resultado de nuestra necesidad de establecer un orden temporal cuando deseamos hablar de un movimiento.

Sin embargo, cuando Aristóteles habla de *ἀρχή*, está pensando en el origen de este término, me refiero a la palabra *ἀρχός*, con la cual se denomina al que manda, es decir al que guía un movimiento por ser el más poderoso, que en cierto modo es el primero que se muestra cuando establecemos jerarquías, de modo que *ἀρχή* es aquéllo que manda sobre el movimiento, cambio y reposo de las cosas que se mueven.

Un buen ejemplo que nos puede ayudar a comprender lo que es el *ἀρχή* es el de un general (*ἀρχός*) que al encontrarse en el campo de batalla ordena a sus soldados que se movilicen o, que dejen de hacerlo; cuando el general ordena algo, lo hace atendiendo a una finalidad, y como conoce lo que es mejor para obtener dicho fin, éste se constituye en el responsable del movimiento, reposo o cambio de sus subordinados y, en tanto que responsable de tales asuntos, no se hace presente sólo durante el comienzo de la batalla, sino que está dirigiendo en todo momento a sus huestes hasta que ésta llega a su fin.

Así pues, resulta que la mejor manera de traducir *ἀρχή* es pensando que éste es una *f fuente gobernante*¹¹, en la cual se inicia el movimiento o reposo de aquellas cosas que cambian por sí mismas, pues así logramos conjuntar la idea de algo en lo que se inicia el movimiento o reposo de los seres vivos, con el hecho de que aquéllo que es responsable de que den tales cambios se encuentra presente en todo momento; es decir, nos es posible pensarlo como causa y origen del movimiento para responder a la pregunta ¿por qué algo se mueve?

Tomando en cuenta lo dicho hasta aquí, resulta que la diferencia entre natural y artificial se encuentra en el hecho de que lo natural es aquéllo que es responsable de su propio movimiento, tal como los seres vivos, estos determinan

¹¹ La traducción de *ἀρχή* como fuente gobernante, la he tomado del glosario que presenta Joe Sachs en *Aristotle's Physics; A Guided Study*. Rutgers University Press. New Jersey. 1995. Pag. 251. Y me ha parecido la más cercana a la idea de *ἀρχή* porque conjunta las nociones de origen y de causa para pensar al movimiento, además mantengo la imagen metafórica de la fuente en esta traducción en tanto que ésta nos permite pensar en el origen del movimiento como aquéllo que constantemente es activo, así como la fuente es tal en tanto que muestra un movimiento ininterrumpido del agua que de ella emana.

cómo y cuando se mueven, mientras que los seres no vivos necesitan de un agente externo que los mueva para que hagan determinadas cosas, este agente es el artesano que acomoda las partes que constituyen a esas cosas.

Como ejemplo de la necesidad que tienen las cosas artificiales de un agente externo que las mueva para que puedan ser en el mundo, podemos pensar en una estatua de Venus hecha de bronce, en este caso el bronce necesita de un artesano que lo trabaje para obtener la forma de la diosa, pues por sí mismo nunca tendrá tal figura.

Aún cuando la diferencia entre natural y artificial consiste básicamente en que lo primero posee en sí mismo el origen de sus movimientos y cambios mientras que lo artificial depende de un agente externo para cambiar y moverse, Aristóteles menciona un aspecto de las cosas naturales que aún no ha sido explicado, me refiero a que en lo natural los elementos se juntan sin necesidad de causas que sean ajenas a las cosas que se mueven por sí mismas.

Aquellas cosas que están juntas por naturaleza conforman a los seres vivos, pues estos se mueven y cambian por sí mismos atendiendo a determinada finalidad, una semilla, por ejemplo, no necesita de mano de obra para desarrollar raíces y crecer con la forma de un limonero, pues ésta tiene la forma de semilla de limón desde el primer momento, la cual no se puede dissociar del material con el que está hecha, porque en caso contrario no podría desarrollarse como lo que es, es decir, un ser capaz de nutrirse y crecer.

Que nos es imposible separar aquellas cosas que están juntas por naturaleza, lo podemos apreciar en el momento en que pretendiendo aislarlas lo único que logramos es hacerlas completamente incomprensibles, por ejemplo, yo no seré capaz de entender lo que es una semilla de limón si aísló el material con el que está hecha y lo aparto de la forma, pues sólo sabiendo lo que es un limón puedo entender que esa semilla tiene la particularidad de ser de dicho fruto y no de otro.

Por otro lado, con las cosas fabricadas sí nos es posible separar al material de la forma, aunque sea limitadamente, pues un artesano tiene la capacidad de construir cosas que aparezcan con la misma forma ante nuestros ojos, pero con

materiales diferentes, es decir, para un artesano, en cierto modo, es lo mismo hacer una estatua de Venus con bronce que con mármol, pues lo que tiene que hacer en ambos casos el técnico que trabaja con estos materiales, es dar la forma de la diosa a algo que no es capaz de adquirirla por sí mismo.

Con lo hasta aquí dicho, vemos que naturaleza es lo opuesto a lo artificial; sin embargo, la distinción entre natural y artificial no es suficiente cuando se pretende decir qué es la naturaleza; pues si pensamos un poco en que los artesanos trabajan con materiales provenientes de la misma, y que éstos ya poseen determinadas cualidades que limitan las posibilidades de que el artesano haga lo que desee, la idea de que la naturaleza sea lo opuesto a lo artificial, se oscurece bastante, ya que siguiendo este razonamiento, podemos pensar que en última instancia todo es naturaleza, aún lo que ha sido fabricado, pues la forma de ser de los materiales con los que se fabrica es algo que se da por naturaleza y no por el deseo de quien ha de trabajar con estos.

Es por ello, que el Estagirita profundiza en su examen en torno a dicha cuestión, de modo que anuncia que la naturaleza no es sólo lo contrario al artificio, más bien es una *fuerza gobernante* de movimiento y cambio propia de todas aquellas cosas que son por naturaleza, tales como los elementos, tierra, agua, aire y fuego, los cuales cambian y se mueven conforme a lo dictado por dicha fuerza, a menos que se ejerza violencia sobre los mismos, la cual es limitada, pues por más que se pretenda lograr que un elemento haga lo que es sumamente contrario a su naturaleza, esto se torna imposible. Por más que se manipule al fuego, éste no dejará de ser caliente para pasar a ser frío, porque tal cambio supone su destrucción.

Así pues, el artesano se ve limitado en su quehacer por las cualidades propias de los elementos que conforman el material con el que trabaja, del mismo modo en que un criador de perros se ve limitado en su actuar por las características propias de los animales que están a su cuidado, pues así como el criador de perros no puede cambiar el hecho de que estos ladren y se comporten como lo que son, el artesano no puede cambiar el modo de ser de los elementos para que estos actúen de manera contraria a su naturaleza, es decir, por más

violencia que ejerza el hombre sobre un trozo de carbón ardiendo, no logrará que éste enfríe lo que se encuentra a su alrededor.

Atendiendo a los ejemplos anteriores, se evidencia que por más que el hombre busque aislarse de la naturaleza para poder manipular libremente a las cosas, éste nunca estará en un sitio que sea del todo opuesto a lo natural, en donde sea posible que las cosas se muevan de manera contraria a lo que determina la fuente de movimiento y cambio que les es propia.

Una vez hecha la distinción entre lo que es por naturaleza y lo que no, resulta más fácil reconocer que la naturaleza es el origen de movimiento y cambio, y por ende también de reposo, pues es lo mismo aquéllo que hace que inicie o cese un movimiento. Empero, decir esto no implica necesariamente que se comprenda qué es la naturaleza, pues de lo anterior no se colige en qué consiste tal origen; de modo que antes de iniciar una investigación sobre el movimiento de los entes naturales, ya sean celestes o terrestres, es necesario ahondar aún más en el examen que ahora me ocupa.

b) APORÍAS MATERIALISTA Y FORMAL SOBRE LA IDEA DE NATURALEZA.

En vista de lo limitada que es la distinción entre lo natural y lo artificial, Aristóteles continúa su búsqueda atendiendo a dos maneras en que se habla de la naturaleza, en especial, cuando se toma como punto de partida que ésta es la fuente de movimiento y cambio, estas dos maneras de decir naturaleza generalmente se presentan como contrarias entre sí porque una propone que el origen del movimiento se encuentra en el material subyacente a cada cosa, quitando importancia a la forma como posible origen del movimiento, y la otra afirma que dicho origen se encuentra en la forma o aspecto inteligible de la cosa, negando con ello la importancia del material.

Debido a lo anterior, la investigación sobre la naturaleza deviene en un cuidadoso examen respecto a lo que afirman estas dos posturas, el cual implica la búsqueda de aquellas aporías que se desprenden de atender sólo al material o a

la forma cuando se pretende hacer una investigación sobre física, me refiero a aquellos problemas que dejan al investigador sin recursos para decir satisfactoriamente ¹² qué es el movimiento, es decir, sin que su discurso se limite a una sola manera de responder a la pregunta por qué algo se mueve

Para iniciar con el examen de las aporías que se desprenden del estudio de la naturaleza como si ésta fuera el material subyacente de las cosas o la forma, primero hay que señalar lo que dicen aquéllos que defienden tales posturas, y es lo que hace el Estagirita cuando nos dice lo siguiente:

En efecto, naturaleza se dice de esta manera: el primer material que fundamenta a cada cosa que tiene en sí misma la fuente de movimiento y cambio, pero también se dice forma y aspecto inteligible. Porque arte se dice de lo que es conforme al trabajo hecho con gran destreza, y al artesano que lo hace; así mismo naturaleza se dice de lo que es según su condición natural y lo innato ; entonces aún no podemos decir que esto sea conforme al arte, si es sólo potencialmente una cama, pues aún no tiene el aspecto inteligible de la cama, ni es arte, ni podemos decir que lo sean las cosas que están juntas por naturaleza, porque lo que es potencialmente carne o hueso no tiene en sí mismo naturaleza, antes ha de tomar el aspecto inteligible de lo que es, decimos que lo definido es carne o hueso, pero no es naturaleza. De otro modo la naturaleza sería de las cosas que tienen en sí mismas la fuente de movimiento y cambio así como su aspecto, las cuales no son separadas de éstas cosas sino por medio del discurso, (el hijo que proviene del hombre no es naturaleza, sino por naturaleza) y esta forma o aspecto inteligible es naturaleza más que el material. ¹³

¹² Entiendo por satisfactorio aquel discurso sobre el movimiento que es capaz de responder adecuadamente a la pregunta ¿por qué algo se mueve? Sin que la respuesta se limite a una descripción mecánica del mismo. Lo que supone atender a la cualidad y a las distintas maneras en que ésta se dice, es decir señalando hacia la comprensión de las cuatro causas en tanto que éstas responden a las cuatro formas en que preguntamos por qué.

¹³ Aristóteles. *Física*. 193 a 28 – 193 b 6.

ἓνα μὲν οὖν τρόπον οὕτως ἡ φύσις λέγεται, ἡ πρώτη ἐκάστω ὑποκειμένη ἕλλη τῶν ἐχόντων ἐν αὐτοῖς ἀρχὴν κινήσεως καὶ μεταβολῆς, ἄλλον δὲ τρόπον ἡ μορφή καὶ τὸ εἶδος τὸ κατὰ τὸν λόγον. ὥσπερ γὰρ τέχνη λέγεται τὸ κατὰ τέχνην καὶ τὸ τεχνικόν, οὕτω καὶ φύσις τὸ κατὰ φύσιν [λέγεται] καὶ τὸ φυσικόν, οὔτε δὲ ἐκεῖ πω φαῖμεν ἂν ἔχειν κατὰ τὴν τέχνην οὐδέν, εἰ δυνάμει μόνον ἐστὶ κλίνη, μὴ πω δ' ἔχει τὸ εἶδος τῆς κλίνης, οὐδ' εἶναι τέχνην, οὔτ' ἐν τοῖς φύσει συνισταμένοις· τὸ γὰρ δυνάμει σάρξ ἢ ὄστον οὔτ' ἔχει πω τὴν ἑαυτοῦ φύσιν, πρὶν ἂν λάβῃ τὸ εἶδος τὸ κατὰ τὸν λόγον, ὃ ὀπιζόμενοι λέγομεν τι ἐστὶ σάπξ ἢ ὄστον, οὔτε φύσει ἐστίν. ὥστε ἄλλον τρόπον ἡ φύσις ἂν εἴη τῶν ἐχόντων ἐν αὐτοῖς κινήσεως ἀρχὴν ἢ μορφή καὶ τὸ εἶδος, οὐ χωριστὸν ὄν ἀλλ' ἢ κατὰ τὸν λόγον. (τὸ δ' ἐκ τούτων φύσις μὲν οὐκ ἔστιν, φύσει δέ, οἷον ἄνθρωπος.) καὶ μᾶλλον αὕτη φύσις τῆς ἕλλης·

Al leer lo que acaba de decir el Estagirita, es posible percatarse de que hay dos maneras de comprender y hablar de la naturaleza, una vez que se acepta que ésta es fuente de movimiento y cambio; la primera es la que defienden aquéllos que son amigos de la materia¹⁴, me refiero a pensadores como Demócrito y Leucipo; y la segunda es la defendida por los amigos de las formas, tales como los platónicos. Así pues, al examinar estas tesis hay que tener en cuenta que Aristóteles no sólo crítica a aquellos pensadores que antes de él han dicho algo sobre la naturaleza, sino que entabla un diálogo amistoso con ellos, buscando así la mejor manera de estudiar y hablar sobre la φύσις.

Cabe señalar que este examen realizado por el Estagirita, será el que me permita investigar posteriormente la igualdad o diferencia que hay entre el matemático y el físico, a fin de que después se pueda dirimir la conveniencia de que dicho estudio se realice o no siguiendo el camino propuesto por el académico linceo, me refiero al estudio de la naturaleza mediante las matemáticas.

α) LO NATURAL ES MATERIAL.

Iniciemos con el argumento que dan los amigos de la materia, el cual consiste en señalar, que aquéllo que permanece en el cambio, es el material, y para decir esto están pensando en que cuando trabaja el artesano lo que subyace en lo hecho es el material con el cual se forma la obra del trabajador, de modo que no importa que tanto se transforme dicho material, pues de la acción de la naturaleza, así como de la del trabajador, sólo puede surgir más material para que siga trabajando el artesano.

Sin embargo, este argumento puede ser incomprensible si no nos detenemos un momento a pensar qué es lo que los amigos de la materia

¹⁴Análogamente a como Platón habla de los amigos de las formas en *Sofista* 248 a, refiriéndose a quienes, dicen que el ser es lo que captamos mediante el pensamiento; yo hablo de los amigos de la materia refiriéndome a pensadores como los atomistas, quienes consideran que naturaleza es el material que permanece en el cambio, es decir, que subyace a las cosas, sin que esto implique que la discusión que se da en el ámbito del *Sofista* sea igual a la de la *Física*.

comprenden cuando hablan de $\delta\lambda\eta$, pues en su manera de entender lo que ésta sea, se fundamenta su argumento sobre el material como la fuente gobernante de movimiento; por ello me ocuparé brevemente en examinar lo que significa este término antes de analizar las aporías que se desprenden de dicho argumento.

El término $\delta\lambda\eta$ generalmente es traducido como materia. Y la idea de materia por lo general nos remite a lo que es tangible lo que nos conduce a pensar en aquéllo que ocupa un lugar, y, en tanto que tiene tal característica, la materia posee determinadas cualidades, tales como magnitud, peso y cantidad, las cuales la hacen algo permanente e indestructible, pues no es posible reducir a la nada a lo que tiene peso y cantidad, aún cuando la cantidad implica la cualidad de ser divisible, de la misma manera en que lo que tiene peso y magnitud no puede ser creado de la nada.

De modo que, si nos atenemos a esta manera de entender lo que es materia, podemos pensar que aquéllos que la consideran como fuente gobernante de movimiento y cambio, están pensando en esa fuente como si fuera un cuerpo compacto, con el que se forman todas las cosas, entre las que se encuentran aquéllas que son muy pequeñas, lo que significaría que esa fuente no se puede captar a simple vista. No obstante con ello a la esperanza de que mediante los instrumentos apropiados podamos llegar algún día a percibirla.

Es importante señalar que de la concepción de materia como un cuerpo compacto que quizá algún día podamos percibir, se infiere la idea de que la fuente gobernante de movimiento se pueda separar algún día de las cosas que se mueven por sí mismas, separación que no conlleva a la destrucción de dicha fuente, pues la materia es indestructible. Además al creer que esa fuente gobernante es materia separable de las cosas que se mueven, se abre la puerta a la esperanza de que ésta pueda ser manipulada en cuanto se tenga la tecnología que lo permita.

Atendiendo a la traducción de $\delta\lambda\eta$ como materia, resultaría que aquellos pensadores que consideran que el origen del movimiento es ésta, piensan que $\phi\acute{\upsilon}\sigma\iota\varsigma$ es un cuerpo indestructible y compacto, que puede ser manipulado para

modificar a las cosas naturales al antojo de quien trabaja con ese cuerpo, trabajo que puede modificar a las cosas que se mueven por sí mismas hasta recrearlas.

Pero, cuando Aristóteles dialoga con los amigos de la materia, toma en cuenta que éstos dicen *ὄλη* pensando en lo que originalmente significó este término, por lo que resulta conveniente remontarnos un poco a lo que éste designó en primera instancia si es que queremos comprender el diálogo que entabla el Estagirita con sus antecesores; esta palabra, primero nombró al árbol y al bosque del que provenía la madera que era manufacturada por el carpintero, así que pronto pasó a designar al material con el que trabaja el artesano, es decir la madera, la cual se caracteriza por recibir la forma que le imprime el trabajador cuando la acomoda conforme a lo que determina un arte, por ejemplo, el arte de hacer camas hace que la madera reciba la forma de una cama.

Así pues, *ὄλη* es aquéllo que puede recibir a la forma, porque a diferencia de la materia no tiene cualidades propias¹⁵, tal como la divisibilidad que se desprende de la cantidad, pues para hablar de algo que ocupa un lugar en el espacio necesitamos pensar en cuerpos que ya poseen una forma determinada, los cuales en virtud de esa determinación se ven limitados para recibir a una nueva forma.

Teniendo en mente lo anterior, nos damos cuenta que los amigos de la materia en realidad son amigos del material, pues cuando hablan del material como aquéllo que subyace al movimiento de las cosas que cambian por sí mismas, están pensando en que éste es lo que permanece en el cambio. Es decir, lo que varía cuando algo se mueve es la forma de ese algo, y de ello nos podemos dar cuenta si examinamos el ejemplo que para mostrarnos que la naturaleza es el material subyacente en las cosas, nos brinda Antifón, el cual es citado por Aristóteles en la *Física* cuando examina la tesis defendida por los amigos del material. Según este ejemplo, si enterráramos una cama y la putrefacción tuviera la capacidad de producir un brote, de ese brote sería imposible que nacieran otras

¹⁵ La traducción del término *hylē* por material la he tomado de Sachs. J. *Aristotle's Physics; A Guided Study*. Rutgers University Press. New Jersey. 1995. Pag. 249. Me ha parecido pertinente la traducción del término hecha por Sachs debido a que en ella señala el carácter potencial del material en tanto que éste es susceptible de permitir que la forma trabaje sobre él, mientras que en la idea de materia tan potencialidad se pierde.

camas; en cambio, lo que si se produciría sería el material que subyace en la cama enterrada, el cual de ser acomodado conforme a lo que determina el arte de hacer camas devendría en una ¹⁶.

Si atendemos a la distinción entre lo natural y lo artificial resulta que las camas no son entes que surgen por naturaleza, mientras que el material que las conforma, en este caso la madera, o mejor dicho el árbol del que ésta se obtiene, sí surge por naturaleza. Y como los elementos que conforman a ese árbol, es decir, tierra, agua, aire y fuego son anteriores al surgimiento del árbol, podemos concluir que el material con el cual se forman las cosas, nos dice más sobre la naturaleza de éstas que la forma conforme a la cual se encuentra acomodado dicho material.

Pensando que, en última instancia, el primer material subyacente a las cosas, son los elementos, este argumento resulta muy convincente, pues los elementos son capaces de permanecer a pesar de los diversos cambios que se presentan en la naturaleza, tales como el de lugar, el crecimiento y la disminución, el cambio de cualidad y, la generación y la corrupción. Empero dicho argumento se encuentra con una gran dificultad, porque si bien resulta satisfactorio al hablar del material que conforma a aquellos seres que surgen mediante el artificio, y que por tanto no poseen en sí mismos el principio de movimiento y cambio por el cual surgieron, ya no es suficiente cuando de seres vivos se trata, pues a partir de la tesis defendida por los amigos del material, no es posible explicar satisfactoriamente dos movimientos fundamentales de los seres vivos, me refiero a la generación y al metabolismo.

Respecto a la generación, los amigos del material son incapaces de explicar satisfactoriamente que de los seres vivos nazcan otros seres vivos con la misma forma que los primeros, pues para que ocurra tal cosa es necesario que los organismos se muevan conforme a una finalidad, la cual no es reducible a movimientos mecánicos y por ende llevados a cabo por los elementos que conforman al cuerpo de un ser viviente, es decir, los amigos del material no pueden decirnos porqué de la unión de determinados elementos se forma una

¹⁶ Cfr. Aristóteles. *Física*. 193 a 10.

célula que deviene posteriormente en un ser humano capaz de pensar, pues lo que hace a un hombre ser tal no es una suma de territas y agua.

Por otra parte, los amigos del material, tampoco son capaces de explicar el metabolismo en términos mecánicos, pues éste no se reduce a un intercambio de material entre un organismo y su entorno, tal y como ocurre con el motor de una máquina, que al ser “*alimentado*”¹⁷ con combustible trabaja y desecha sin que ello signifique un cambio en el modo de ser del mismo, pues éste es siempre igual al grado que nada cambia si deja de trabajar y luego vuelve a hacerlo.

El ser vivo, en cambio, crece y envejece cambiando constantemente el material que lo conforma, sólo que dicho cambio es limitado por el modo de ser de lo vivo, es decir, no por *sumar o restar* material al organismo éste deja de ser lo que es, pues sigue conservando ciertas características, por ejemplo, un perro no se convierte en león después de cambiar el material que originalmente lo constituía cuando era cachorro.

A partir de lo anterior, se evidencia que lo que nos puedan decir pensadores como Demócrito o Leucipo sobre la naturaleza, será muy limitado, pues al afirmar que ésta es el material subyacente a las cosas que son, se ven obligados a hacer una articulación sobre el movimiento en términos mecánicos, es decir, conforme a relaciones entre los elementos que constituyen a las cosas, por lo que no logran explicar movimientos fundamentales para los seres vivos, tales como la generación y el metabolismo¹⁸.

Ante tales objeciones, los amigos del material bien pueden afirmar que son incapaces de explicar la generación y el metabolismo en términos mecánicos debido a la complejidad de tales movimientos, lo que significa que en cuanto logren comprender cómo funciona el material para mover aquellas cosas que

¹⁷ Empleo el término alimentar, pensando en la metáfora que utiliza la modernidad cuando pretende hablar sobre el metabolismo, metáfora que no es suficiente como bien señala Jonas H. en su libro *El Principio Vida: Hacia una Biología Filosófica*. Trotta. Madrid. 2000 Pág. 120. Esta insuficiencia la iré explorando en el transcurso del presente texto.

¹⁸ Aquellos lectores interesados en profundizar sobre los límites del materialismo para explicar los movimientos de generación y metabolismo de los seres vivos, pueden consultar Aristóteles. *Tratados sobre el alma*. 415 a 20 – 416 a y Jonas H. *El Principio Vida: Hacia una Biología Filosófica*. Trotta. Madrid. 2000.

parece se mueven por sí mismas, conseguirán decirnos cómo se dan los movimientos que son propios de los seres vivos.

Pero, aún hay otro problema respecto a la consideración del material como la fuente originaria del movimiento, y éste proviene del hecho de que los pensadores que lo consideran así olvidan que el material es lo que recibe a la forma, es decir, siempre es pasivo, y al ser algo pasivo es incapaz de mover a cualquier cosa, de modo que ya no puede ser origen del movimiento y cambio de aquellas cosas que se mueven por sí mismas¹⁹.

De lo anterior se desprende que el material más que motor es lo movido, tal como la madera es movida y acomodada por el artesano, quien es capaz de moverse por sí mismo, de modo que es absurdo tratar de decir qué es el movimiento tomando como origen del mismo a lo que es incapaz de mover cualquier cosa. Hasta aquí con el examen en torno al argumento ofrecido por los amigos de la materia.

β) LO FORMAL ES NATURAL.

Sobre los amigos de las formas, Aristóteles nos dice, en el pasaje de la *Física* antes citado, que para ellos naturaleza es la forma o aspecto inteligible de la cosa (*εἶδος*), pues estos pensadores consideran que el principio de movimiento y cambio es aquéllo que ordena al material del que están hechas las cosas, y esto lo dicen fundamentados en el hecho de que la multiplicidad de cosas sensibles siempre está cambiando, mientras que el nombre que se da esas cosas sensibles es una unidad capaz de permanecer en el cambio.

Pero antes de adentrarnos en el análisis del argumento que a este respecto ofrecen los amigos de las formas, conviene precisar algunos detalles en torno al concepto *εἶδος* (aspecto inteligible o forma), pues teniendo claro a qué se refieren estos cuando lo mencionan, podremos ver por qué éste se constituye como principio de movimiento y cambio.

¹⁹ Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 988 b 25.

El término $\epsilon\tilde{\delta}\omicron\varsigma$, puede entenderse como aquéllo que unifica a una multiplicidad, pues a pesar de que las cosas sensibles son siempre diversas y cambiantes, las podemos reunir bajo un mismo término, por ejemplo al grupo de seres que ladran los reunimos bajo el nombre perro, sin embargo, ese nombre es algo separado de las cosas que nombra, pues suponiendo que estas perezcan el primero prevalecerá en el tiempo mientras se tenga la idea de aquéllo a lo que denomina el término; continuando con el ejemplo, mientras se pueda pensar en un animal cuadrúpedo que ladra se puede seguir pensando en lo que es un perro, de modo que aquéllo que unifica a una multiplicidad de unidades, es eterno y sólo es captable mediante el pensamiento en tanto que no se agota en un ente particular.

Conforme lo que se acaba de decir, se colige que para los amigos de las formas, tales como los platónicos, la fuente gobernante del movimiento es aquéllo a partir de lo que nombramos a algo, y eso que nos permite nombrar es algo eterno e inmutable, pues en tanto que está separado de aquellas cosas que mueve, no se ve sometido ni a los diversos cambios que padecen las cosas sensibles, ni a la destrucción que esos cambios suponen en aquéllo que es movido.

Sin embargo, las aporías que se desprenden de esta concepción de $\epsilon\tilde{\delta}\omicron\varsigma$ como origen del movimiento de aquellas cosas que se mueven por sí mismas, no son menores que las que se desprenden de la concepción de la naturaleza propuesta por los amigos del material, por lo que nos conviene examinar, aunque sea brevemente, algunos de estos problemas insolubles, a fin de poder determinar cuál es el mejor camino para estudiar a la naturaleza.

Empecemos por señalar que uno de los problemas que se desprenden de la concepción de $\epsilon\tilde{\delta}\omicron\varsigma$ propuesta por pensadores como los platónicos, consiste en la falta de evidencia que hay respecto a la existencia de las formas²⁰, pues al ser éstas algo separado de las cosas sensibles, no hay manera de tener certeza sobre la existencia de las mismas; de este problema se desprende que el conocimiento buscado por estos pensadores acaba por fundamentarse en algo sobre lo que no

²⁰ Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 990 b 5.

tenemos certeza, de modo que nada nos puede mostrar con claridad si una afirmación es verdadera o falsa.

Por otra parte, al pensar en las formas como algo separado de las cosas que son, nos encontramos con el problema de no poder explicar cómo trabajan²¹ las mismas²² para que las cosas sensibles sean lo que son, en tanto que éstas se generan y corrompen, pues no hay modo de explicar que aquéllo que se hace presente sólo mediante el pensamiento y que unifica a una multiplicidad, sea capaz de trabajar sobre el material que subyace a las cosas sensibles e individuales.

Pero, entre estas y otras aporías, nos encontramos con una que implica la negación del movimiento, del que se supone son *ἀρχή* y causa las formas, me refiero al problema de explicar el movimiento de las cosas sensibles mediante lo que no se mueve²³, pues aquéllo que trabaja directamente sobre el material, que se caracteriza por ser pasivo, se caracteriza por ser eterno e inmutable, es decir, que los amigos de las formas no logran explicar cómo es que una unidad de multiplicidades, eterna e inmóvil, es capaz de mover a cada individuo perteneciente a un determinado grupo de cosas mentadas con el mismo nombre.

De esta negación del movimiento, se desprende que una articulación sobre éste, no se puede hacer atendiendo a la forma como causa y origen del mismo, así como tampoco es posible hablar de movimiento y cambio pensando en que éste se origina en el material que subyace a las cosas que son. Y tomando en cuenta que naturaleza es la fuente gobernante del movimiento y cambio de aquellas cosas que se mueven por sí mismas, vemos que al negar la posibilidad de hablar del movimiento tampoco podemos decir qué es naturaleza.

²¹ Entiendo como trabajo a la actividad necesaria que de no realizarse impide la continuidad en el ser de aquéllo que trabaja. En cierto modo esta manera de comprender al concepto aquí explicado se acerca más a la idea de *πρόνοι*, en tanto que no es una actividad que tenga su fin en sí misma, más bien es un movimiento que se lleva a cabo para atender a un para qué y que como tal se constituye en el medio empleado por el ser que trabaja para cumplir con alguna finalidad.

²² Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 993 a 5.

²³ Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 992 b 5.

γ) EIDOS ARISTOTÉLICO. SOLUCIÓN A LAS APORÍAS MATERIALISTA Y FORMAL.

A pesar de los problemas ya señalados Aristóteles continúa su investigación sobre la naturaleza y el movimiento, y lo hace a partir de un cambio fundamental en la manera en que se ha de entender al $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$, el cual supone un distanciamiento respecto a la teoría de las ideas que defienden los platónicos y, que he esbozado brevemente al hablar de las características principales de las formas.

Este cambio de visión respecto a lo que es $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ lo hace Aristóteles al importar la distinción entre forma/material propia del ámbito del arte e imponerlo a la naturaleza²⁴, pues, como bien nos lo señala el Estagirita, un montón de madera que no ha sido acomodado conforme al arte de hacer camas aún no puede ser llamado cama, porque el material con el que ésta se hace aún no ha sido informado, es decir, no aparecerá ante nosotros como cama, sino hasta que éste sea acomodado por un artesano.

De la misma manera en que un montón de madera necesita ser acomodada para tener determinada apariencia, y recibir un nombre conforme a esta apariencia, para Aristóteles el material con el cual se conforman aquellas cosas que se mueven por naturaleza, tales como las plantas y los animales, necesitan de algo que los acomode para recibir la forma de planta o de animal, así pues al juntar aquellos elementos que son necesarios para formar un hueso, no se tendrá uno sino hasta que tales elementos se organicen conforme a la forma de hueso y no de otra cosa.

Considerando la importación que hace el príncipe de los filósofos del ámbito del arte al de la naturaleza, resulta que la mejor manera de pensar al $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ es teniéndolo como algo que está trabajando sobre el material, de modo que no es algo inmóvil, y mucho menos separado de las cosas sensibles; más bien es la

²⁴ Cfr. Sachs. J. *Aristotle's Physics; A Guided Study*. Rutgers University Press. New Jersey. 1995. Pag. 248.

condición necesaria para que se dé cualquier cambio o conversión en aquellas cosas que se mueven por sí mismas.

Por tanto, cuando queremos decir qué es *φύσις*, pensada como el origen del movimiento, resulta que es mejor atender a la forma que al material, pues ésta es la condición de posibilidad para que algo cambie sin por ello ser destruido, además de ser lo que trabaja sobre lo que es meramente pasivo, pues el material recibe al *εἶδος* que trabaja sobre éste informándole un modo particular de ser en el mundo, es decir, que el material es ordenado y se mantiene en ese orden debido a la actividad constante que el *εἶδος* realiza en él.

Así pues, la forma posee prioridad sobre el material cuando queremos decir qué es *φύσις*, debido a que es ésta la que trabaja sobre aquél, y no es hasta que la forma ha mostrado mediante su actividad organizadora lo que el material era sólo potencialmente que denominamos a las cosas que son, ya sea en virtud del arte o por naturaleza; por ejemplo, una semilla de manzano no se muestra ante nosotros como tal sino hasta que tenemos conocimiento del manzano, es decir, que necesitamos de la experiencia de haber visto al material que conforma a dicho árbol ya organizado como tal para decir lo que esa semilla será en cuanto se encuentre en las condiciones apropiadas para que emerja y sea plenamente lo que ya es en potencia.

Pero, a pesar de lo persuasivo que resulta el argumento antes esbozado, éste es insuficiente si nos olvidamos por completo de la importancia que tiene el material en la constitución de las cosas que son, porque éste no sólo recibe a la forma, sino que en cierto modo la determina al limitarla en lo que puede hacer, sobre todo atendiendo a la analogía que ha hecho Aristóteles entre el modo de trabajar de ésta y el arte. Hay que recordar que es el escultor el que da forma al material, cuando de esculturas se trata, y que el material limita las posibilidades de lo que puede realizar el escultor al poseer determinadas cualidades, porque en caso de no ser así, sería posible que un buen artista construyera castillos en el aire.

Aristóteles se percata de los problemas que conllevan cada una de las tesis anteriores, y se da cuenta de que dichos problemas aparecen una vez que se

pretende estudiar a la naturaleza atendiendo sólo al material o sólo a la forma, es por ello que para continuar con su investigación, señala que el $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ pensado como aquéllo que trabaja sobre el material, es sólo separable de éste en el discurso, lo cual no impide que el primero tenga prioridad sobre el segundo cuando de hablar sobre la naturaleza se trata, porque a partir del $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ nos percatamos de la finalidad con la que cada cosa se mueve; sin que esta cualidad de la forma implique la separación entre $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ e $\acute{\upsilon}\lambda\eta$ en el orden del ser.

Este carácter de inseparable en el orden del ser implica que el $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ se encuentra presente en cada ser individual de tal manera que en cuanto deja de informar al material, éste se desorganiza y se dispersa, que es lo que vemos que ocurre cuando un ser vivo muere; de modo que el $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ del perro individual es individual en cuanto que éste es comprendido como el principio organizador del material que conforma al ente individual.

Sin embargo, en tanto que el $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ es separable del sujeto individual mediante el discurso, y en tanto que esta separación se limita al discurso, el $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ se mantiene aún cuando el individuo desaparezca, sólo que lo separable ya no es lo que trabaja sobre el material sino sólo el aspecto inteligible que me permite hablar sobre el individuo al que organiza.

Con estas limitantes a la separación entre material y forma, Aristóteles se libra del problema de ver cómo es que un $\epsilon\acute{\iota}\delta\omicron\varsigma$ universal y eterno es capaz de trabajar sobre seres individuales y finitos, al tiempo que se libra de la necesidad de explicar cómo es que algo pasivo como el material no es organizado de manera azarosa.

c) OUSIA. FUNDAMENTO EN LA COMPRESIÓN DE LA NATURALEZA.

La unidad indisoluble entre material y forma constituye a la cosa independiente (*οὐσία*)²⁵ que es naturaleza y, que es enunciada por Aristóteles en el libro V de la *Metafísica* como el sentido primario y fundamental en que podemos entender a la *φύσις*. Veamos pues tal enunciado para poder analizarlo brevemente:

Conforme lo que hemos estado diciendo, el primer y principal significado de naturaleza es la cosa independiente que tiene en sí misma y por sí misma el origen de movimiento. Como el material es capaz de recibir esta fuente gobernante del movimiento decimos que es naturaleza, y lo que nace y crece es naturaleza porque estos son movimientos que se originan en la misma, y la fuente gobernante del movimiento de las cosas que son por naturaleza domina de algún modo a la potencia y el estar trabajando²⁶ por mantenerse siendo lo que es de esas cosas.²⁷

Si bien la definición de naturaleza, que nos brinda el príncipe de los filósofos en la *Metafísica*, resulta más clara una vez que sabemos a qué se refiere Aristóteles cuando habla de una fuente gobernante del movimiento (*ἀρχή*), cuando menciona al material subyacente a las cosas que son (*ὅλη*), o cuando mienta a la forma (*εἶδος*) como aquéllo que actúa sobre el material al determinarlo, tal definición no nos dice gran cosa si pensamos que la cosa independiente, que es

²⁵ La traducción de *οὐσία* como cosa independiente la he tomado del glosario que hace Sachs. J. en *Aristotle's Metaphysics*; Green Lion Press. Santa Fe. 2002.

Tomo esta traducción en tanto que cosa independiente abarca mejor el sentido de lo que es la *οὐσία* pues no se limita a pensarla como aquéllo que tiene la capacidad de tener predicados, o como algo creado, lo que sí ocurre si pensamos en substancia o esencia. En cambio al pensar a la *οὐσία* como cosa independiente pensamos en el modo de ser que permite que algo tenga atributos sin ser él mismo un atributo, lo que nos permite a su vez comprender a la *οὐσία* como aquéllo que trabaja con la finalidad de autopreservarse sin que ese trabajo se le imponga desde algún ser ajeno a ella.

²⁶ Empleo la expresión estar trabajando, a sabiendas de que en español no se admite la unión de un verbo de estado con un gerundio, y si hago la importación del inglés es porque no encuentro una expresión más adecuada para atender al mismo tiempo a la actividad de trabajar y a la necesaria permanencia en esa actividad.

²⁷ Aristóteles, *Metafísica*. 1015 a 13 – 1015 a 19. El fragmento citado ha sido tomado de Aristotelis. *Metaphysica*. Preface by Jaeger W. Oxford University Press. Great Britain. 1969. La traducción es mía

ἐκ δὴ τῶν εἰρημένων ἢ πρώτη
φύσις καὶ κυρῶς λεγομένη ἐστὶν ἡ οὐσία ἢ τῶν ἐχόντων
ἀρχὴν κινήσεως ἐν αὐτοῖς ἢ αὐτά· ἡ γὰρ ἥλη τῶ ταύτης
δεικτικὴ εἶναι λέγεται φύσις, καὶ αἱ γενέσεις καὶ τὸ φύε-
σθαι τῶ ἀπὸ ταύτης εἶναι κινήσεις. καὶ ἡ ἀρχὴ τῆς κινή-
σεως τῶν φύσει ὄντων αὕτη ἐστὶν, ἐνυπάρχουσα πῶς ἢ δυ-
νάμει ἢ ἐντελεχείᾳ.

naturaleza en su sentido primario y fundamental, es el resultado de la suma entre el material y la forma, pues una suma es siempre divisible, y de una división descuidada entre los elementos que componen a dicha suma se derivan las aporías antes expuestas.

Es por ello que si queremos comprender qué es *φύσις*, es necesario examinar a qué se refiere el Estagirita cuando habla de ésta como cosa independiente, pues sólo así podremos continuar con el examen en torno a lo que es *φύσις*, porque el filósofo griego logra continuar con la explicación sobre el movimiento que no se puede hacer al seguir alguno de los caminos propuestos por sus antecesores, gracias a la introducción de la cosa independiente, la cual puede pensarse de cuatro formas diferentes, ya sea como aquéllo que permanece en el ser con el propósito de mantenerse siendo lo que es, como lo universal, como una clase general o como lo que subyace²⁸. Así pues, se torna necesario precisar cuál de estos cuatro modos de hablar de *οὐσία* nos dice lo que ésta es fundamentalmente, de modo que al saber lo que es la cosa independiente entenderemos mejor qué es naturaleza.

Antes de explorar lo qué es la cosa independiente, es conveniente retomar el primer sentido de la palabra griega *οὐσία*, pues al ser el término técnico tomado del lenguaje cotidiano, algo mantiene de su origen; la palabra griega *οὐσία* originalmente designaba a la riqueza de una persona, la cual, en caso de ser suficiente, libera al rico de la necesidad de trabajar para sobrevivir, es decir, el poseedor de la riqueza es autosuficiente, al mismo tiempo que es independiente y libre como para actuar conforme a su voluntad en todo momento.

Así pues, cuando Aristóteles dice *οὐσία* para hablar de la naturaleza, sigue pensando, de alguna manera, en el sentido original de esta palabra, pues para el Estagirita las cosas autosuficientes son capaces de moverse mediante sus propios recursos, al igual que lo pueden hacer los hombres ricos; de modo que las cosas independientes no necesitan de ningún agente externo para realizar aquellos movimientos que les son indispensables para mantenerse siendo lo que son, por

²⁸ Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 1028 b 35.

ejemplo, un ser vivo es *ούσία* en tanto que no depende de nadie para nacer o nutrirse²⁹.

Lo primero que se hace evidente cuando analizamos la independencia que caracteriza a la *ούσία* de la que habla Aristóteles es que ésta tiene atributos, sin ser ella misma atributo de otra cosa, es decir, puede ser separada de aquéllo que la distingue de otras cosas independientes que tengan la misma forma que la primera, sin por ello dejar de ser lo que es, por ejemplo, un perro no deja de ser comprendido como tal por el hecho de que cambie su color, su tamaño, o su relación con el entorno; en cambio los atributos tales como cualidad, cantidad, relación, lugar, tiempo, situación, posesión, acción y pasión, no pueden existir sin la *ούσία* respecto a la cual estos se predicán.

Al ser la *ούσία* algo separado en relación a sus atributos, se colige que ésta es independiente respecto a los mismos, de modo que no es posible reducirla a la suma de estos, lo cual implica que una cosa independiente bien pueda tener o no ciertas características sin que por ello deje de ser lo que es; al ser de este modo no resulta extraño pensar que la *ούσία* puede recibir a los contrarios sin que ello signifique su destrucción, por ejemplo, el agua no deja de ser lo que es por cambiar de fría a caliente, aun cuando el frío y el calor son contrarios entre sí.

El hecho de que la cosa independiente se pueda distinguir de otras cosas que tengan la misma forma que la primera, sin que ello implique la reducción de la misma a una suma de atributos, implica que la *ούσία* es primaria y fundamentalmente una unidad indivisible y determinada, a la cual me acerco por primera vez al señalarla con el dedo, así pues, resulta que cosas independientes son todas aquéllas que pueda señalar.

Pero, si dejamos el conocimiento de la cosa independiente en un acto deíctico, no lograremos nunca hacer una articulación sobre la misma, pues para hablar de algo necesitamos nombrarlo primero, y el nombre se caracteriza por ser común a varias cosas independientes, de modo que si no somos cuidadosos en la

²⁹ Cuando digo que un ser vivo no depende de nadie para nacer o nutrirse estoy pensando en que esos actos se llevan a cabo debido al trabajo propio del ser vivo, si bien un organismo necesita de la madre para gestarse, ésta no puede hacerlo nacer, al tiempo que proporcionar alimento a otro no garantiza que ese otro realice el trabajo de metabolizar el alimento.

manera de comprender lo que es la *οὐσία*, bien podemos pensar que cuando damos un nombre a las cosas independientes nos alejamos bastante de éstas como para conocerlas realmente³⁰, en especial porque el nombre es incapaz de señalar a todas las particularidades que distinguen a cada cosa individual de las que nombra

Es por ello que el Estagirita considera otra manera de pensar a la *οὐσία*, desde la cual sí es posible hablar de las cosas independientes que poseen exactamente la misma forma, sin que por ello esas cosas pierdan su carácter de unidades indivisibles. Esta nueva perspectiva desde la cual se puede hablar de cosa independiente, nos da la idea de una clase general, es decir, de aquéllo que surge a partir de una clasificación, que se distingue del nombre en tanto que depende de los atributos que se pueden predicar de la *οὐσία*, lo que su vez permite hablar de una definición que diga qué es aquéllo de lo que se está hablando, por ejemplo, la definición de gato depende de lo que es común a los individuos a los que denomino así, y eso que es común lo veo a partir de una clasificación y no sólo depende de la voz con la que se llama a un grupo de individuos.

Si bien la clasificación general de las cosas independientes se hace sin tomar en cuenta a las diferencias específicas de éstas, tales como el color mediante el cual es posible distinguir a un gato de otro, no por ello, la definición, que se obtiene al marcar las diferencias que hay entre los integrantes de una clasificación, pierde unidad, pues aún cuando se refiere a varios individuos, la definición se caracteriza por ser un enunciado unitario que se refiere a la *οὐσία*, la cual es algo uno y determinado, de modo que la unidad y determinación de ésta hacen que su definición sea de la misma manera, es decir, unitaria y determinada.³¹

Al decir que la definición depende en primera instancia de una clasificación, hecha mediante la búsqueda de lo que es común a diversas cosas

³⁰ Esto ocurre con frecuencia entre aquéllos que consideran la discusión sobre el Ser en realidad se reduce a una cuestión de nombres colocados arbitrariamente a un conjunto de particulares.

³¹ Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 1037 b 25.

independientes, podemos encontrar otra manera de pensar a la *οὐσία*, me refiero a la consideración de que ésta es lo universal, pues éste es necesario para hablar de la primera, sin él no hay definición.

Pero, como lo universal se refiere a cualquier idea general, propiedad común o unidad que es aplicable a muchos entes, resulta mucho más complicado aceptarlo como *οὐσία*, pues lo universal es inmóvil, mientras que aquéllo que decimos originalmente que es una cosa independiente, es decir, lo que se señala con el dedo, es algo que se encuentra en constante movimiento, por lo que al hablar de *οὐσία* como universal sí nos alejamos bastante del hecho de que ésta es lo que tiene en sí mismo y por sí mismo el origen del movimiento y el cambio; además el modo de ser del individuo que se señala con el dedo es propio de cada cosa independiente y el universal no es capaz de mostrarlo.

Una vez visto lo que significa pensar a la *οὐσία* como lo que subyace, como clase general y como universal, sólo resta analizar lo que implica pensarla como aquéllo que permanece en el ser con el propósito de mantenerse siendo lo que es, el cual parece ser el sentido definitivo en que Aristóteles piensa a la cosa independiente³².

Cuando el Estagirita habla de la *οὐσία* como algo que está trabajando por mantenerse a sí mismo, apunta, por lo menos, hacia dos matices que es necesario considerar para estudiar a la cosa independiente, uno se enfoca en la individualidad de la misma, mientras que el otro se ocupa del discurso que sobre ésta pueda hacerse, sin por ello, caer en los problemas que supone pensar a la *οὐσία* como universal.

El primer matiz, se aprecia cuando consideramos que al ver a un ser vivo, notamos que éste es un individuo que se mueve por sí mismo, de modo que requiere de su trabajo para mantenerse siendo lo que es, es decir, un ser viviente; es obvio que si un animal deja de nutrirse morirá en poco tiempo, pues al no cumplir con esa función está dejando de trabajar para mantenerse a sí mismo. En este nivel de comprensión sobre la *οὐσία* se mantiene a la unidad indivisible que

³² Cfr. El ensayo de Aspe V. *Algunas precisiones en torno al concepto de οὐσία*. Que se encuentra en *Ensayos Aristotélicos*. Publicaciones Cruz-O. S.A. México 1996.

podemos señalar con el dedo, y que se pierde cuando pensamos en la cosa independiente como un universal.

Pero, si reducimos la comprensión de la *οὐσία* al ámbito del individuo, caeremos nuevamente en el problema de no poder hablar sobre la misma, y tomando en cuenta que el habla es indispensable para hacer un discurso satisfactorio sobre la misma, es decir, para contestar a la pregunta por qué algo es como es, necesitamos considerar que la *οὐσία* es la causa primera del ser de una cosa.

Para pensar a la cosa independiente como causa primera, es necesario que veamos a esa cosa plenamente desarrollada³³ como lo que es, pues sólo así lograremos entender hacia dónde se dirigen los movimientos que ésta lleva a cabo desde que surge en el mundo; por ello, el mejor ejemplo de *οὐσία* es el ser vivo, pues éste es un individuo que se mueve por sí mismo y del que no podemos decir nada hasta que lo captamos plenamente; no podemos llamar a una semilla, semilla de limón, hasta que no entendemos que todos sus movimientos tienden a que ésta devenga en limonero y se mantenga como tal. Es por ello que este último modo de entender qué es la cosa independiente, es el sentido definitivo en el que Aristóteles habla de *οὐσία*.

Tomando en cuenta lo hasta aquí dicho respecto a la cosa independiente y, que ésta es el primer y principal significado de *φύσις*, podemos concluir que naturaleza es aquéllo que se mueve por sí mismo conforme a una finalidad³⁴, de modo que el movimiento realizado por las cosas naturales es determinado desde el primer momento por el *ἀρχή* y, este movimiento tiene el fin de hacer que las cosas lleguen a ser plenamente lo que son, por ejemplo, los movimientos que realiza un niño, tienden a que éste devenga en hombre. Y como esa finalidad es la que gobierna a lo que se ha de mover y el movimiento de las cosas, entonces

³³ Entiendo como cosa plenamente desarrollada a aquélla que trabaja de tal manera que consigue desarrollar y mostrar todas sus potencias. Es decir, pleno es aquel ser que es completo y perfecto debido al trabajo que realiza para serlo.

³⁴ El término con el que Aristóteles se refiere al movimiento realizado conforme a una finalidad es *ἐντελέχεια* el cual nos da la idea de movimiento continuo y persistente que no se lleva a cabo de manera azarosa sino más bien dirigido conforme a la búsqueda de plenitud, es decir, a la puesta en marcha de todas las potencias de aquéllo que se mueve.

resulta pertinente que digamos que el material y los seres vivos son naturaleza, pues el primero es aquéllo que es movido, al tener la característica de ser siempre algo pasivo, mientras que los segundos se mueven para mantenerse siendo lo que son, ya sea nutriéndose o creciendo.

Así pues, resulta que las aporías sobre el movimiento que se desprenden de la separación entre material y forma surgen debido a que ninguno de los pensadores criticados por Aristóteles considera que el movimiento se realiza conforme a una finalidad, la de hacer que la cosa independiente devenga en un ser pleno, es decir, maduro, y la de mantener a ese ser; y es la finalidad lo que permanece en el cambio y lo que nos permitirá hablar sobre el movimiento, aún cuando al envejecer los seres vivos ya no muestran lo que son plenamente, pues a pesar de la vejez siguen buscando la manera de mantenerse siendo lo que son, aún cuando esa búsqueda cada vez dé menos esperanzas de ser fructífera.

d) PHYSIS ARISTOTÉLICA.

Para finalizar con el examen en torno a la noción de naturaleza, considero conveniente recapitular lo hasta ahora dicho, pues será necesario tener en mente algunas de las cosas ya tratadas para continuar con esta investigación.

Hasta ahora podemos decir que hemos visto que naturaleza se dice de múltiples formas, las cuales dependen de que ésta sea captada mediante los sentidos y el intelecto. Mediante la sensibilidad vemos aquéllo que originalmente señalamos con el dedo, es decir al individuo determinado y por ende al material que lo conforma y, por medio del intelecto podemos ver aquéllo que un individuo tiene en común con otros, de modo que podemos dar nombre a las cosas que vemos para después hablar sobre las mismas.

En vista de que estas múltiples maneras de decir naturaleza apuntan a aspectos fundamentales de ésta, es decir, al material y a la forma, resultaría absurdo esperar una definición de naturaleza que se caracterizara por su univocidad, de ahí que cuando Aristóteles hace su examen en torno a los modos en que se dice *φύσις* no pretenda reducirlos a una definición carente de

tonalidades, más bien se preocupa por mostrar una forma de decir naturaleza capaz de contener los diversos matices con los cuales ésta se hace presente.

Es debido a esta preocupación que el Estagirita comienza por mostrar la diferencia más clara entre las diversas maneras de entender qué es naturaleza, me refiero a la diferencia que cotidianamente vemos entre lo natural y lo artificial, porque sólo teniendo claros los límites de aquéllo sobre lo que hablamos podremos centrar la atención en los detalles que lo conforman.

Al hacer esta distinción entre lo natural y lo artificial, Aristóteles nos muestra que natural es aquéllo que es responsable de sus propios movimientos, es decir, tiene en sí mismo a la fuente gobernante del movimiento, la cual se caracteriza por hacerse presente en todo momento y trabajar conforme a la finalidad de mantener a la cosa que se mueve siendo lo que es.

Por otro lado, lo artificial es aquéllo que necesita de un agente externo para que lo mueva, pues éste es incapaz de hacerlo por sí mismo, ese agente es el artesano, el cual se ocupa principalmente de unir al material con la forma que éste puede recibir, de ahí que podamos encontrar cosas que tienen la misma forma y que están hechas con materiales diferentes.

Pero, cuando nos damos cuenta que aquellos materiales con los que trabaja el artesano provienen, en última instancia, de la naturaleza y, tienen ya determinadas cualidades, las cuales limitan las posibilidades del trabajo que puede hacer con ellos el técnico, nos damos cuenta de que con señalar la diferencia entre natural y artificial apenas hemos delimitado la investigación en torno a la *φύσις*, por lo cual nos conviene centrar la atención en que naturaleza sea la fuente gobernante del movimiento y del cambio, pero sólo de aquellas cosas que son responsables de sus movimientos.

Como esa fuente que gobierna al movimiento se hace presente en todo momento, ya sea cuando las cosas que se mueven por sí mismas reposan o cambian, se puede pensar que ésta es lo que permanece en el cambio, de ahí que para saber qué es naturaleza se torne necesario buscar aquéllo que se mantiene a pesar del movimiento.

Esta investigación ya la habían hecho otros pensadores antes que Aristóteles, tales como Demócrito, Leucipo, Empédocles, Pitágoras o Platón, motivo por el cual el Estagirita decide examinar lo afirmado por ellos, y lo hace entablando un diálogo consistente en exponer lo que dicen estos filósofos sobre la naturaleza, al tiempo que va mostrando los problemas que se desprenden de continuar con la investigación sobre ésta atendiendo sólo al material o a la forma.

Aristóteles primero se ocupa de examinar la tesis de aquéllos que buscan a la fuente gobernante del movimiento en la *δλῆ*, y muestra que si bien estos pensadores logran encontrar lo que subyace a cada cosa, son incapaces de articular aquellos movimientos que son fundamentales para los seres vivos, pues estos no se pueden reducir a movimientos mecánicos; además llega el momento en que los amigos del material ya no pueden hablar sobre el movimiento, pues éste se caracteriza por ser pasivo, y no hay forma de que lo pasivo mueva a las cosas que son.

Una vez que se demuestra que el camino que siguen los amigos del material no conduce más que a porías, sólo resta examinar lo que proponen los amigos de las formas (*εἶδος*), y en la investigación que hace Aristóteles al respecto podemos encontrar que aquéllo que permanece en el cambio, según los pensadores ahora analizados, es la idea a partir de la cual designamos mediante un nombre a una unidad conformada por varios individuos, y esto se hace evidente cuando nos damos cuenta de que la destrucción de esos individuos no supone ni la desaparición ni la modificación del nombre.

Pero, en tanto que la forma, a partir de la cual nombramos a las cosas se caracteriza por ser inmutable y eterna, también presenta problemas cuando se pretende que ésta sea el origen del movimiento, entre los cuales se encuentran la falta de evidencia respecto a su existencia, que no se aprecia la utilidad de la misma para cada uno de los individuos a los que unifica y su incapacidad para mover algo sensible estando separada de ello y siendo ella misma algo inmóvil.

Las porías respecto al movimiento que se siguen de las dos posturas antes examinadas, conducen a Aristóteles a buscar una mejor manera de pensar a la forma, pues el material es siempre pasivo y requiere de algo que trabaje sobre

él, tal y como se ve en el ámbito de la técnica, para que un montón de madera adquiriera la forma de cama, necesita de un artesano que trabaje sobre ella. Es por ello que el Estagirita reflexiona sobre el εἶδος importando la distinción forma/material del ámbito del arte a la naturaleza, pues a partir de esta importación, es posible pensar a la forma como condición de posibilidad para que se presente cualquier cambio, sin caer en aporías

Al ser el εἶδος una condición de posibilidad para el movimiento, ya es posible hablar sobre el mismo, por lo que resulta que en el nivel del discurso sobre la naturaleza la forma diga más que el material, aún cuando no es posible separar a ambos elementos fácticamente, pues tal separación supondría la destrucción de aquéllo que se mueve por sí mismo.

Esta unidad indisoluble entre material, caracterizado por su pasividad, y forma, distinguida por ser aquéllo que trabaja sobre el material conforme a una finalidad, es una manera de pensar a la naturaleza, pero el problema de quedarnos con esta definición es que estaríamos reduciendo a la φύσις a una suma de elementos, y la suma supone la posibilidad de separar aquéllo que ha sido sumado. Y en caso de hacer tal separación entre material y forma, caeremos en las aporías ya señaladas en el examen que realizó Aristóteles en el libro II de la *Física*.

La unidad indisoluble entre material y forma constituye a la cosa independiente (οὐσία) que es fundamentalmente naturaleza, pues ésta tiene la cualidad de ser autosuficiente, es decir, de moverse por sí misma y de mantenerse en el cambio, de modo que si queremos saber qué es naturaleza se torna necesario examinar a la οὐσία.

Cosa independiente se dice de cuatro maneras diferentes, como lo que subyace, que es aquéllo que tiene atributos, sin ser ella misma uno, de modo que puede recibir los contrarios y a la cual se accede al señalarla con el dedo; como clase general, es decir, aquéllo que surge a partir de una clasificación, a veces arbitraria, y que ayuda a nombrar a lo señalado; como universal, que es lo que permite dar una definición que comprenda a varias cosas independientes, pues

éste se obtiene de prestar atención a lo que es común; y como aquéllo que permanece en el ser con el propósito de mantenerse siendo lo que es.

Este último sentido es el definitivo para Aristóteles, pues muestra que la *οὐσία* es causa primera del ser de una cosa, y esto lo deja ver tanto en el nivel del individuo, como en el de la articulación sobre el mismo; en el primer nivel podemos percatarnos de que la cosa independiente tiene la necesidad de moverse y trabajar para llegar a ser plenamente lo que es; y en el segundo podemos ver que la articulación satisfactoria sobre lo que es una cosa independiente depende de nuestra capacidad para percatarnos de la finalidad con la cual se realizan ciertos movimientos.

Para acabar con esta síntesis, sólo resta decir que la única manera de estudiar al movimiento, es pensando en la finalidad con la cual éste se lleva a cabo, la cual es mostrada por la cosa independiente cuando está plenamente desarrollada y que podemos apreciar con antelación en tanto que poseemos la experiencia cotidiana de ver a seres que ya se encuentran en su estado pleno y que en algún momento fueron como aquéllo que vemos desarrollarse.

De modo que para hablar de la mejor manera sobre el movimiento es necesario tener en cuenta cuáles y cómo son aquellos seres que se mueven por sí mismos, así como las causas por las cuales son tal como se presentan ante nuestros sentidos y la manera en que se relacionan entre sí esas causas³⁵.

Hasta aquí llega el examen en torno a los argumentos que realizó Aristóteles sobre la forma de entender a la Naturaleza.

³⁵ Este trabajo no contempla la reflexión sobre cada una de las causas, porque tal análisis rebasa por mucho los límites del mismo en tanto que ahora sólo me ocupo de la noción de φύσις a partir de la cual se hace la reflexión sobre el movimiento. Es en esa reflexión en la que resulta central la comprensión de cada una de las cuatro causas aristotélicas, y como no exploro a profundidad la pregunta ¿qué es el movimiento?, el lector no encontrará un examen sobre las causas en esta investigación.

2. DIFERENCIA ENTRE MATEMÁTICO Y FÍSICO.

En el estudio que hace Aristóteles sobre las diversas maneras de decir *φύσις*, se demuestra que el *εἶδος* tiene prioridad sobre la *ὄλη* cuando queremos articular satisfactoriamente un discurso sobre el movimiento³⁶ y que tal prioridad depende a su vez de que el *εἶδος* sea pensado como aquéllo que trabaja sobre la *ὄλη*, la cual se caracteriza por ser siempre algo en potencia.

Así pues, tomando en cuenta la jerarquía que tiene la forma sobre el material, tal parecería que el mejor modo de hacer la investigación sobre la naturaleza es dedicándose al estudio de entes formales como los números o las figuras geométricas³⁷, es decir, haciendo lo mismo que haría un matemático, me refiero a estudiar a la naturaleza atendiendo sólo aquellos aspectos de la misma que se aprehenden mediante el pensamiento.

Al meditar en lo anterior, inmediatamente surge la pregunta sobre la relación que pueda haber entre el estudio de la naturaleza y el de las matemáticas, interrogante que no se le escapa al Estagirita, y que hemos de contestar para determinar cuál es el mejor camino a seguir cuando pretendemos conocer a la naturaleza y articular un discurso que sea capaz de explicar satisfactoriamente qué es el movimiento. Es por ello que la investigación sobre los diversos modos de decir naturaleza con el cual inicia la *Física* desemboca en el examen en torno a la relación que hay entre el estudio de la naturaleza y las matemáticas. Veamos cómo inicia el príncipe de los filósofos dicho examen:

Una vez que se ha definido a la naturaleza, se tiene que considerar después en qué difiere el matemático del físico (pues superficies y sólidos son cuerpos naturales y tienen longitudes y puntos, que observa el

³⁶ Cfr. Aristóteles. *Física*. 193 b 5.

³⁷ Si hablo de los números como entes formales es debido a que su carácter eidético y la relación que mantienen con las cosas materiales (en tanto que las contamos y al contarlas apreciamos un orden que las rige) permiten pensar en estos como aquéllo que permanece en el cambio, y esta permanencia conduce a los Pitagóricos a pensar en el número como aquéllo que informa al material, es decir, como una forma de la que podemos hablar como si fuera un ente en tanto que es separable. El lector puede encontrar un análisis más profundo sobre este asunto en Klein. J. *Greek Mathematical Thought and the Origin of Algebra*. Tradlated by Brann. E. Dover publications, Inc. New York. 1992. Pp. 63-69.

matemático); también se tiene que investigar si la astronomía es o no parte de la física.³⁸

Cuando leemos estas palabras nos percatamos de dos aspectos que caracterizan a la pregunta sobre la relación que hay entre las matemáticas y la física: primero, que dicha pregunta parte del supuesto de que es posible confundir al matemático con el físico, pues ambos parecen compartir objetos de estudio; y en segunda instancia, que el análisis sobre esta diferencia se hará a partir de un examen en torno a lo que nos es más conocido sobre estas ciencias, me refiero a la actividad que realiza cada uno de los investigadores en cuestión.

De modo que, para ver si conviene a la articulación de la naturaleza que ésta sea estudiada atendiendo sólo a lo que prestaría atención un matemático, hemos de ocuparnos junto con Aristóteles de examinar el modo de estudiar que caracteriza al matemático y el que le es propio al físico, pues en caso de que ambos estudien lo mismo y de la misma manera, será evidente que el estudio de las matemáticas y el de la naturaleza son iguales, por lo que no será posible hablar de las diferencias entre el físico y el matemático tal y como lo pretende el Estagirita.

Comencemos pues con este examen tomando como punto de partida que el Estagirita nos señaló en el pasaje de la *Física*, arriba citado, que ambos investigadores tienen como objetos de estudio a las superficies y sólidos, los cuales son cuerpos naturales conformados por puntos y líneas; y que el matemático se ocupa del estudio de las propiedades de estos últimos.

Esto que nos señala Aristóteles, se puede aceptar fácilmente si en verdad creemos que el matemático se ocupa del estudio de los números non y par y sus propiedades, al tiempo que estudia a la línea y al punto como elementos constitutivos de los cuerpos naturales, tales como superficies y sólidos y junto con ello lleva a cabo el estudio sobre el movimiento; pero no es del todo claro que

³⁸ Aristóteles, *Física*. 193 b 20 – 193 b 26

Ἐπει δὲ διώρισταί ποσαχῶς ἡ φύσις, μετὰ τοῦτο θεωρητέον τίμη διαφέρει ὁ μαθηματικὸς τοῦ φυσικοῦ (καὶ γὰρ ἐπίπεδα καὶ στερεὰ ἔχει τὰ φυσικὰ σώματα καὶ μήκη καὶ στιγμάς, περὶ ὧν σκοπεῖ ὁ μαθηματικός). ἔτι εἰ ἡ ἀστρολογία ἕτερα ἢ μέρος τῆς φυσικῆς.

sigamos creyendo que así sea, pues para nosotros no es lo mismo estudiar aritmética que dedicarse a la geometría o a al examen de cualidades de los cuerpos que se mueven, y si esa igualdad ya no es aceptada, menos lo es aún que un aritmético se dedique a estudiar a la naturaleza tratando de decir qué es el movimiento.

Además, si lo anterior no nos resulta del todo claro, se torna aún más obscuro que el matemático y el físico se ocupen en examinar las mismas cosas y del mismo modo en algún momento, por lo que no cabría preguntar por las diferencias entre ambos debido a la obviedad de las mismas.

Sin embargo, leemos en el pasaje de la *Física* arriba citado que el Estagirita se pregunta por las diferencias entre el físico y el matemático, mostrando con ello que existe la posibilidad de confundir al estudioso de la naturaleza con aquél que estudia a los números y sus propiedades; y que esta confusión es producto de que algunos matemáticos consideran que mediante la investigación de las propiedades de lo non y de lo par es posible articular el movimiento.

Esos matemáticos, que pretenden dar razón de la naturaleza mediante el estudio de las propiedades de los números y del estudio del punto y la línea como elementos constitutivos de los cuerpos naturales y que son examinados por el Estagirita, son los pitagóricos y los platónicos, como Eudoxo, que siguen al pitagorismo. De modo que al preguntar por la diferencia entre el matemático y el físico, Aristóteles pregunta por la diferencia entre el estudioso de la naturaleza que pretende dar un discurso satisfactorio sobre el movimiento y el matemático que considera que todo es número y armonía³⁹.

³⁹ Respecto a la conformación del cosmos como número y armonía Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 986 a. Egger, L. C. *Los filósofos presocráticos I*. Gredos. Madrid. 1986. Pág. 163. Y Hegel. G.W.F. *Lecciones sobre la historia de la filosofía I*. F.C.E. México. 1996. Pág. 192.

a) NÚMERO Y ARMONÍA.

Así pues, si pretendemos entender el examen que hace Aristóteles una vez que ha hablado sobre las diversas maneras en que se dice *φύσις* al tiempo que proyecta hablar sobre las causas del movimiento, es necesario detenernos un momento para asomarnos a lo que se dice que dicen⁴⁰ los pitagóricos respecto al estudio de la *φύσις*.

Empecemos este examen señalando que los seguidores de Pitágoras, como buenos amigos de las formas, consideran que para conocer a la *φύσις* es necesario buscar a la fuente gobernante del movimiento entre aquellas cosas que sólo aprehendemos mediante el intelecto, es decir lo que las hace contables⁴¹; y que la búsqueda de este tipo de cosas los conduce al estudio de las matemáticas, porque, para estos pensadores las matemáticas son las únicas que investigan con suficiencia todo lo relacionado a aquéllo que permanece en el cambio, es decir, sólo las matemáticas son capaces de hablar sobre el *ἀρχή* que gobierna el movimiento de los cuerpos naturales.

Los pitagóricos encontraron en el número aquéllo que permanece en el cambio y que es origen del movimiento, pues éste se caracteriza por ser eterno; por estar siempre presente en las cosas, pues todas las cosas son contables, ya sean sensibles o no; y por pertenecer a aquéllas cosas que sólo captamos mediante el pensamiento, es decir, por ser formal. De modo que todo el que pretenda conocer a la naturaleza se ha de aplicar en el estudio del número como origen del movimiento por el que se caracterizan las cosas naturales.

El hecho de que el físico tenga que convertirse en matemático (pues ahora tiene la necesidad de estudiar al número y sus propiedades) nos deja ver un aspecto muy importante sobre la manera de pensar de los pitagóricos y los

⁴⁰ No examino lo dicho por Pitágoras debido a que me estoy concentrando en la crítica que hace Aristóteles a los pitagóricos y a que es imposible ver lo que este pensador afirmó respecto a la naturaleza porque la propia tradición pitagórica impidió que se escribiera algo al respecto durante los primeros siglos de pitagorismo. Para examinar este problema el lector puede consultar a Kirk. G.S, Raven. J.E. y Schofield. M. *Los filósofos presocráticos*. Gredos. Madrid. 1969. Pág. 261.

⁴¹ Cfr. Klein J. *Greek Mathematical Thought and the Origin of Algebra*. Traslated by Brann. E. Dover publications, Inc. New York. 1992. Pág. 64.

platónicos criticados por Aristóteles, y esto es que para ellos el mejor modo de decir algo sobre la naturaleza es mediante relaciones numéricas, así como se habla mediante una razón matemática de la relación que hay entre la longitud de una cuerda y el sonido que esta produce al ser tocada⁴².

Pero, decir que todo se compone de números, implica una comprensión de número que nos permita explicar cómo es que a partir de estos se generan las cosas sensibles, comprensión que necesariamente toma distancia respecto a las entidades abstractas, eternas e insensibles a las que generalmente nombramos número, pues a partir de estas entidades no podemos explicar la existencia de cosas ligeras o pesadas, o cualquier otro atributo de los que captamos gracias a que somos seres corpóreos, lo que significa que para examinar y juzgar con justicia la idea de *φύσις* de los pitagóricos y platónicos es necesario tomarse algo de tiempo para examinar la idea de número que gobierna tal idea, pues estos pensadores no fueron tan ingenuos como para pensar que algo tan abstracto como el número en el que nosotros pensamos pudiera ser el fundamento de los entes que nos rodean en la vida cotidiana.

Respecto a la comprensión de número que tienen los pitagóricos, Aristóteles nos dice que ellos consideran que las cosas son números, no separados⁴³, es decir, que el número está en las cosas contadas, y está ahí debido a que es el resultado de la presencia de cualquier multiplicidad de unidades, de modo que un número es una multiplicidad de cosas contadas, ya sean perceptibles o inteligibles, y no algo general y abstracto; por lo que los pitagóricos no hablan de 5 como un número, sino de 5- cosas contadas⁴⁴.

Tomando en cuenta lo anterior, resulta que todo es número porque cualquier cosa percibida o pensada es susceptible de ser contada, es decir, puede formar parte de una multiplicidad de unidades; sin que ello implique que pierda su

⁴² Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 985 b 30.

⁴³ Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 1090 a 15.

⁴⁴ Respecto a la definición de número como multiplicidad de unidades, Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 1088 a 5; Sachs. J. *Aristotle's Physics; A Guided Study*. Rutgers University Press. New Jersey. 1995. Pág. 251. Y Klein J. *Greek Mathematical Thought and the Origin of Algebra*. Traslated by Brann. E. Dover publications, Inc. New York. 1992. Pág. 46.

carácter de unidad, es decir, sin que por ser parte de una multiplicidad deje de ser un individuo idéntico a sí mismo.

De la necesaria presencia de la unidad para que ésta sea contable se colige que es posible dar razón sobre todas las unidades, la cual nos indicará cómo se relacionan las cosas entre sí, por ejemplo, los cuerpos celestes, los cuales según los pitagóricos se caracterizan por la armonía de sus movimientos, de los que se supone podemos dar cuenta matemáticamente⁴⁵.

Con la noción de número como aquéllo que no existe separado, es decir, con independencia, de lo contable, los pitagóricos comienzan a dar cuenta de la existencia de las cosas sensibles. Sin embargo, a esta manera de pensar al número bien se puede objetar que éste no es eterno, pues al no ser algo separado de lo que cuenta, tendría que dejar de existir cuando lo contado desapareciera; y al no ser eterno, tampoco permanecería en el cambio, por lo que no podría ser la fuente gobernante del movimiento.

Pero, el hecho de que los números no existan separados de las cosas que cuentan, no implica que cuando esas cosas perezcan los números lo hagan junto con ellas, pues con la desaparición de ciertas cosas contables, no se cancela la posibilidad de contar otra multiplicidad, por lo cual vemos que el número sí permanece en el cambio; es decir, sí parece capaz de dar razón sobre la naturaleza, siempre y cuando se tome en cuenta que la función fundamental del número es servir como medida.

Una vez aceptada la idea de que el número es aquéllo que permanece en el cambio, a pesar de no estar separado respecto a lo que cuenta, nos es más fácil comprender que para pitagóricos, como Filolao, es necesario desnudar a las cosas de todos aquellos atributos que poseen incidentalmente a fin de conocerlas tal cual son, pues sólo mediante esta actividad lograremos ver cómo están constituidas, es decir, sólo así nos percataríamos de la proporción con la que está ordenado el cosmos.

⁴⁵ Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 986 a 5.

Con lo hasta ahora dicho, queda claro el interés de los pitagóricos por estudiar al número y sus propiedades. Empero, la preocupación de ellos por estudiar al punto y a la línea como partes constitutivas de las cosas no se infiere del hecho de que cada cosa contada sea un número, por lo que es natural que nazca la pregunta por el origen del interés que tienen estos amigos de las formas en estudios que corresponden al géometra más que al aritmético, pues decir que el punto y la línea fundan a la realidad por ser contables no da razón suficiente para pensar por qué de entre todas las cosas contables serán el punto y la línea las que construyan a todo lo contable.

Para contestar esta interrogante, no basta con recordar que también las entidades geométricas son contables, yo puedo hablar de una multiplicidad de puntos o de superficies. También es necesario detenernos un poco en el examen de estas entidades como aquéllo que niega el vacío, es decir que ocupa un lugar, pues de no hacerlo no comprenderíamos cómo es que los pitagóricos explican la formación de cosas sensibles con cualidades incidentales a partir de entes que sólo se nos hacen presentes mediante el acto de contar.

Iniciemos a partir de que el punto es la primera negación del vacío, es algo simple, es decir, no tiene partes, pero sí posición⁴⁶, porque se encuentra en el cruce de dos líneas, y en tanto que no tiene partes, es indivisible e idéntico a sí mismo, por lo que es una unidad, y al ser uno aún no es un número, pues número es una multiplicidad de unidades, pero pertenece al número en tanto que a partir de la unidad se forma la cantidad, que es el resultado de nuestra actividad de contar.

De la consideración del punto como la unidad a partir de la cual se conforman las cosas, se desprende que una característica de ésta es la de compartir la naturaleza de lo par y lo impar, pues al añadirle a una unidad otra unidad, conformamos lo par, y al añadir a lo par una unidad pasamos a lo impar⁴⁷, de modo que la unidad es aquéllo a partir de lo cual se conforma el cosmos, pues a partir de ésta se forma el número.

⁴⁶ Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 1016 b 25.

⁴⁷ Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 1017 a 5.

Así pues, la formación del cosmos es el resultado de la adición de unidades, pues al sumar una unidad a otra, tenemos el número dos, que es el nexo de transición entre ambas unidades (puntos) dándonos como resultado una longitud sin anchura, es decir una línea, y al sumar una unidad más a la línea formamos la trinidad, la cual expresa el paso de la longitud sin anchura hacia la superficie, que ya es una longitud con anchura, y finalmente de una adición más de puntos proviene el cuerpo, que sería aquéllo que tiene principio, medio y fin, el cual es el número cuatro en la cosmovisión de los pitagóricos⁴⁸, y así sucesivamente hasta formar a la totalidad del cosmos.

Precisamente por el papel primordial que dan los pitagóricos a la unidad en la conformación del cosmos, y a que esa unidad, es decir, el punto, es aquéllo que comparte la naturaleza de lo par y lo impar, estos se ocupan tanto del estudio del número y sus propiedades como de aquéllo que parece corresponder al geómetra, pues es mediante ambos estudios que estos pensadores buscan dar razón del orden que hay en el cosmos.

Y por el interés que tienen estos pensadores en dar razón respecto al orden que hay en la naturaleza, nos resulta más claro su interés en que el físico devenga en matemático, pues según ellos, sólo mediante el estudio del número y sus propiedades, le sería posible al investigador sobre la *φύσις* conocer aquéllo que estudia y articular un discurso satisfactorio sobre el movimiento, porque el movimiento, al igual que los cuerpos naturales, puede ser cuantitativamente determinado.

b) NÚMERO Y MOVIMIENTO

La identidad que proponen los pitagóricos entre el físico y el matemático puede resultar muy convincente para aquéllos que aceptan que la *φύσις* (naturaleza) es algo que podemos determinar cuantitativamente. Sin embargo, a pesar de la fuerza con la que se presentan los argumentos de los pitagóricos,

⁴⁸ Cfr. Kirk. G.S, Raven. J.E. y Schofield. M. *Los filósofos presocráticos...* Gredos. Madrid. 1969. Pág. 386.

Aristóteles muestra bastante interés en establecer la diferencia entre el modo de conocer del matemático y el del físico, pues tal parece que es muy fácil confundir ambos modos de investigar cuando no se tiene claridad respecto a la forma de trabajar de cada una de estas ciencias, porque según el Estagirita no es lo mismo estudiar las propiedades de los números y las causas del movimiento⁴⁹.

De modo que para determinar si el camino que proponen los pitagóricos es efectivamente el mejor cuando pretendemos dar un discurso satisfactorio sobre la naturaleza, necesitamos someter a examen la tesis de estos pensadores, pues sólo al ver las insuficiencias de su teoría veremos si Aristóteles tiene razón o no cuando pretende distinguir entre el matemático y el físico.

Para comenzar, señalemos el *desastre* que implicó para la tesis pitagórica el descubrimiento de la inconmensurabilidad de la diagonal con el lado del cuadrado, es decir, la imposibilidad de medir a la primera usando como unidad al segundo, o algún submúltiplo de éste. Esta incapacidad para medir tales cosas conlleva la imposibilidad de expresar mediante una razón numérica la relación que hay entre ambas figuras, lo que implica que tal relación es irracional, es decir, no se puede expresar claramente debido a que ni las figuras implicadas en la relación, ni los submúltiplos de las mismas se pueden comparar entre sí.

La existencia de cosas no medibles demuestra que no todo es número y armonía, por lo que afirmar que el cosmos sí lo es, aún a la luz de lo que demuestra el descubrimiento de la inconmensurabilidad, sólo da señales de la disposición de los seguidores de Pitágoras a cerrar los ojos ante tal hallazgo, la cual se evidencia con mayor claridad en la condena que hacen estos pensadores para aquéllos que se atrevan a demostrar tal cosa⁵⁰.

De modo que, si el cosmos no es número ni armonía resulta absurdo pretender conocerlo mediante proporciones matemáticas, pues este modo de conocer no logra abracar todo lo que conforma a la naturaleza, por ejemplo, no podemos explicar matemáticamente las causas del movimiento de los animales, pues por más que los pitagóricos digan que el alma es una propiedad del número

⁴⁹ Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 990 a 20.

⁵⁰ Cfr. Egger, L. C. *Los filósofos presocráticos I*. Gredos. Madrid. 1986. Pág. 231.

no logran explicar satisfactoriamente el movimiento de los seres vivos⁵¹; el metabolismo, por ejemplo, no puede reducirse a una suma de material en la conformación de los animales, y los intentos por hacerlo exigen la negación de la existencia del alma

No obstante las implicaciones teóricas que supone el descubrimiento de los números irracionales, la crítica que hace Aristóteles a los pitagóricos no se queda en este nivel, más bien se centra en aquellos problemas que se desprenden de la tesis de estos pensadores, es decir, supone como verdaderas las afirmaciones de los matemáticos para ver si éstas conducen a alguna aporía cuando pretendemos decir qué es el movimiento.

Lo primero que señala el Estagirita es que los pitagóricos no distinguen entre la causa del movimiento y los elementos a partir de los cuales se originan las cosas⁵², pues en ambos casos es el número el que constituye a los cuerpos naturales y el que los mueve, de modo que el número es ἀρχή, es decir, fuente en la que se origina el movimiento; εἶδος, aspecto inteligible de la cosa; e ὁλὴ, material a partir del cual se conforman los cuerpos naturales.

Al ser el número todo lo que conforma a las cosas que se mueven por sí mismas, la articulación sobre el movimiento deviene imposible, pues no hay manera de distinguir mediante el discurso entre aquéllo que mueve y lo que es movido, y cuando pretendemos articular un discurso sobre el movimiento es necesario hacer tal distinción para hablar de causas y efectos, pues cuando conocemos las causas por las que algo se origina decimos que conocemos ese algo⁵³, pero cuando no podemos distinguir entre causa y efecto, no logramos decir algo satisfactorio sobre lo que pretendemos hablar.

Además tampoco hay forma de distinguir a los elementos que conforman a las cosas que son, y si el conocer a las cosas formadas por elementos inicia en la capacidad de distinguir a dichos elementos entre sí, al cerrar la posibilidad de ver

⁵¹ Cfr. Aristóteles. *Tratados sobre el alma* 408 b 30. Y *Metafísica*. 985 b 30.

⁵² Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 990 a 20.

⁵³ Cfr. Aristóteles. *Física*. 184 a 10.

las diferencias entre esos elementos cerramos la posibilidad de conocer a las cosas formadas con estos.

También hay un problema con el que se encuentra la tesis pitagórica y al que sus defensores parecen no prestar mucha atención, Aristóteles señala al hecho de que las matemáticas se dedican al estudio de aquellas cosas que son inmóviles⁵⁴, el número y la unidad no se mueven, mientras que la física se ocupa del estudio del movimiento. Por lo que, tomando en cuenta que el movimiento es algo que experimentamos cotidianamente, podemos ver que los matemáticos que pretendan hablar de éste tendrían que desprenderse de lo que muestra la vida cotidiana para remontarse hasta aquellas cosas que están más alejadas de lo que inicialmente se manifiesta sobre la naturaleza, en lugar de atender primero a las explicaciones que se puedan dar acerca de la *φύσις* sin alejarse demasiado de ésta.

En vista de que el número no es ni causa de movimiento ni elemento, se puede caer en el error de anular la posibilidad de que las matemáticas y la física se relacionen entre sí, pero no hay que olvidar que tanto el matemático como el físico pueden estudiar, en algún momento, las mismas cosas, es decir, algunos aspectos de la naturaleza, los cuales ya han sido mencionados por Aristóteles, me refiero al punto y la línea, pues estos son propios de cuerpos naturales como el Sol y la Luna en tanto que sus respectivas figuras y movimientos pueden ser descritos geoméricamente.

c) MATEMÁTICAS Y ASTRONOMÍA

Como el examen en torno a las insuficiencias de la tesis pitagórica nos ha servido para mostrar que la relación entre matemáticas y física no es de igualdad, ahora resta ver cuáles son las diferencias que Aristóteles ve entre el matemático y el físico, mismas que se mostrarán una vez que aclaremos si la astronomía es o no parte de la física, porque en caso de ver que el estudio sobre el movimiento de aquellos cuerpos que nos son más lejanos, (es decir, que sólo podemos estudiar

⁵⁴ Cfr. Aristóteles *Metafísica*. 989 b 30.

mediante el uso de la razón debido a su lejanía) es parte de la investigación sobre la *φύσις*, nos será evidente que el físico sí necesita estudiar matemáticas.

Cabe señalar que el examen sobre el lugar que tiene la astronomía respecto a la física se torna necesario si partimos del hecho de que el estudio que hacen los pitagóricos, y los platónicos que los siguieron, sobre la *φύσις* se centra en demostrar el orden que le es propio al cosmos, más que en hablar sobre los movimientos que caracterizan a entes plenos de cualidades incidentales tales como los entes sublunares; de modo que, si queremos precisar cuál es el mejor camino que se ha de seguir al estudiar a la naturaleza debemos determinar si es mejor centrar nuestra atención en aquellos entes que vemos cotidianamente o dejarlos a un lado para dedicarnos al estudio de cosas más elevadas y perfectas como los astros.

¿La astronomía es distinta de la física, o es parte de ella? Esta última interrogante planteada por el Estagirita, nos puede causar extrañeza, pues nos es más que evidente que el estudio de la astronomía es parte del estudio de la física. Pero si consideramos que Aristóteles distingue entre el modo de ser de los cuerpos celestes y el de los cuerpos terrestres al hablar de un mundo supralunar y uno sublunar⁵⁵, nos es más accesible la comprensión de la pregunta hecha por el Estagirita, porque cuando se distingue entre dos mundos, cabe preguntar si ambos se han de estudiar o no de la misma manera.

Así pues, para iniciar con la investigación en torno al lugar que tiene la astronomía entre las ciencias, ya sea como parte de la física o como ciencia aparte, es necesario reconocer en primer lugar que los cuerpos celestes y los terrestres se nos hacen presentes mediante sus respectivos movimientos, por lo que al pensar en la física como un estudio sobre la naturaleza, y a ésta última como el principio de movimiento y cambio, resulta claro que tanto la física como la astronomía versan sobre el mismo asunto, es decir sobre cuerpos, magnitudes, sus propiedades y movimientos.⁵⁶ Pero, el hecho de que traten el mismo asunto no implica que una sea parte de la otra, pues para afirmar tal cosa, hace falta ver

⁵⁵ Cfr. Aristóteles. *De Caelo*. 269 a 30.

⁵⁶ Cfr. Aristóteles. *De Caelo*. 268 a.

el modo en que cada una estudia aquéllo de lo que se ocupa, y en caso de que éste sea el mismo aun hay que ver cuál de las dos ciencias tiene un conocimiento más general sobre el problema en cuestión.

Tomando como punto de partida que los cuerpos naturales se nos hacen presentes mediante el movimiento, lo más conveniente para responder si la astronomía es o no parte de la física es notar que los cuerpos terrestres y los celestes no se mueven de la misma manera, el movimiento de traslación de los astros es circular, mientras que el de los cuerpos terrestres es rectilíneo o mixto⁵⁷, lo cual implicaría que ambos cuerpos no son iguales y que el estudio que se haga sobre su movimiento tampoco sería el mismo.

Detengámonos un momento para señalar las diferencias que hay entre el cuerpo celeste y el cuerpo terrestre, mismas que se desprenden de la manera en que cada cuerpo se mueve, pues a partir del conocimiento de tales diferencias podremos comprender mejor la pregunta que hace Aristóteles sobre la astronomía.

Hablemos en primer lugar de aquellos cuerpos que se mueven circularmente, estos se caracterizan por su movimiento continuo y eterno⁵⁸, es decir, carente de inicio y de término, pues aquel lugar que determinemos como punto de partida también será el punto de llegada; de esta manera de moverse se desprende que los cuerpos con movimiento circular también han de ser eternos y continuos, por lo que no se podrá hablar de la generación de los mismos o de su destrucción, es decir, los cuerpos celestes son inalterables, ingenerados e indestructibles.

Sin embargo, la eternidad de los cuerpos celestes es algo que no podemos verificar mediante la experiencia cotidiana, pues nosotros mismos somos finitos, es decir tenemos principio y fin; por lo que, para poder demostrar la inalterabilidad del cosmos, Aristóteles recurre a la experiencia sensible de muchas generaciones de hombres que dedicaron su tiempo a la observación del cielo, entre las cuales

⁵⁷ Cfr. Aristóteles. *De Caelo*. 269 a 5.

⁵⁸ Cfr. Aristóteles. *De Caelo*. 269 b 10

no hay nadie que notara cambio alguno en el mismo, nadie habla del nacimiento o de la muerte de algún astro⁵⁹.

Además, tomando en cuenta que el movimiento circular es aquél que equidista del centro, podemos ver que los cuerpos celestes no son ni graves ni leves⁶⁰, pues grave es aquel cuerpo que se desplaza naturalmente hacia el centro y leve es aquél que se aleja de éste, movimientos imposibles para aquellos cuerpos que se mueven en círculo.

Por otra parte, están los movimientos que llevan a cabo los cuerpos del mundo sublunar, es decir, los cuerpos terrestres, entre los cuales podemos contar a los animales, mismos que se caracterizan por moverse sin la continuidad propia del movimiento de los astros, pues el movimiento de estos tiene principio y fin, es obvio que los animales nacen y mueren; pero también aquellos cuerpos sublunares que no nacen tienen un movimiento finito, por ejemplo, si arrojamus una piedra hacia arriba llegará el momento en que ésta ya no suba para comenzar a caer y en cuanto ésta llegue al suelo dejará de moverse.

Al ser eterno el movimiento de los cuerpos supralunares, nos encontramos con otra gran diferencia entre estos y los cuerpos terrestres, y es que la finitud del movimiento de los últimos sí la podemos comprobar mediante la experiencia, nosotros mismos somos finitos, nacemos y morimos, es decir, empezamos a movernos y dejamos de hacerlo conforme pasa el tiempo, además tenemos la posibilidad de pasar constantemente del movimiento al reposo y viceversa.

Por último cabe señalar que los cuerpos terrestres, a diferencia de los celestes, sí son graves o leves, pues el movimiento de estos es rectilíneo, es decir, se alejan o se acercan al centro⁶¹, de modo que los cuerpos terrestres sí tienen peso o levedad, dependiendo de qué tanto se acerquen o alejen del centro del cosmos, sería absurdo negar que el fuego es leve y la tierra es grave, pues ésta tiende hacia el centro, lo que experimentamos cuando vemos cómo cae,

⁵⁹ Cfr. Aristóteles. *De Caelo*. 270 b.

⁶⁰ Cfr. Aristóteles. *De Caelo*. 269 b 30.

⁶¹ Cfr. Aristóteles. *De Caelo*. 269 b 20.

mientras que aquél se aleja del mismo, lo que notamos al ver que se mueve naturalmente hacia arriba.

Tomando en cuenta las diferencias que hay entre los cuerpos sublunares y los supralunares, resulta evidente que la física y la astronomía son ciencias distintas y que aún cuando ambas estudian los cuerpos, magnitudes, propiedades y movimientos de los mismos, no pueden hacerlo siguiendo el mismo camino.

d) NECESIDAD DE ATENDER A LA CUALIDAD.

Para Aristóteles el movimiento de los astros es circular, motivo por el cual no es factible hablar del final de su continuo movimiento; además los astros no cambian de forma, salvo la luna, que se encuentra en el límite entre el mundo sublunar y el supralunar, los astros siempre aparecen ante nosotros con la misma figura; por ello es que podemos afirmar que en el mundo supralunar todo se mantiene siempre igual, es decir, constante, tanto el movimiento como los cuerpos que efectúan ese movimiento.

Al igual que los astros, los números también son eternos, por lo que propiamente no podemos afirmar de estos que se generen o se destruyan, además ni los números ni los astros están sujetos a padecer alguna alteración, los astros siempre se presentan con su forma esférica y los números como una medida, de modo que podemos afirmar que tanto los cuerpos celestes como los números son algo que permanece en el cambio, es decir, son siempre ellos mismos.

Debido a la constancia que caracteriza al movimiento de los astros, el matemático puede estudiarlos, pues así como las relaciones entre los números no cambian de un momento a otro, la figura de los cuerpos celestes y las relaciones entre ellos, tampoco cambian, dos más dos siempre es igual a cuatro y el Sol siempre aparece con forma esférica. Pensando en que ni los astros ni los números cambian, la conclusión inmediata respecto a la pregunta que interroga por el modo de estudiar que le es más adecuado a la astronomía, es que ésta ha de seguir el mismo camino que siguen las matemáticas, es decir, que el astrónomo debe

estudiar a los cuerpos celestes atendiendo sólo a las propiedades geométricas de los mismos, es decir, a su figura.

Pero, aún cuando la conclusión que se obtiene, de la pregunta por el modo en que ha de estudiar la astronomía a los cuerpos supralunares, puede resultar satisfactoria para demostrar que el físico no debe perderse en medio de una articulación matemática del movimiento del que se ocupa, Aristóteles señala los límites del discurso matemático al decir, en el libro II de la *Física*, que:

Si es propio de quien estudia la naturaleza saber qué son el Sol y la Luna, sería absurdo que no conociera lo que les es propio a estos, simplemente porque vemos que quienes hablan sobre la naturaleza también lo hacen sobre la figura de la Luna y el Sol, en especial sobre la posible esfericidad de la Tierra y el Cosmos.

Sobre estas mismas cosas, por cierto, se ocupa también el matemático, pero no en cuanto que cada figura es límite de un cuerpo natural, ni contempla lo que les es propio a tal clase de cosas, por lo que las separa; pues con el pensamiento el movimiento es separable, y no se hace diferencia alguna, ni se comete error al separar.⁶²

De lo hasta aquí expresado por el Estagirita, se colige que tanto el matemático como el físico pueden volver su mirada hacia el cosmos, pero ambos se ocuparán de aspectos diferentes del mismo, el matemático se ocupa de aquéllo que es inmóvil, es decir, de lo que no cambia, mientras que el físico se preocupa por conocer lo que cambia, y que por cambiar posee en sí mismo el principio de movimiento y cambio, además de ser material y poseer cualidades que le hacen único en el mundo, sin olvidar por ello el conocimiento de lo que permanece en el cambio

⁶² Aristóteles. *Física*. 193 b 22 – 193 b 35.

Ἐπει δὲ διώπιται ποσαζῶς ἡ φύσις, μετὰ τοῦτο θεωρητέον τινὶ διαφέρει ὁ μαθηματικὸς τοῦ φυσικοῦ (καὶ γὰρ ἐπίπεδα καὶ στερεὰ ἔχει τὰ φυσικὰ σώματα καὶ μῆκη καὶ στιγμὰς, περὶ ὧν σκοπεῖ ὁ μαθηματικὸς)· ἔτι εἰ ἡ ἀστρολογία ἕτερα ἢ μέρος τῆς φυσικῆς· εἰ γὰρ τοῦ φυσικοῦ τὸ τί ἐστὶν ἥλιος ἢ σελήνη εἶδεναι, τῶν δὲ συμβεβηκότων καθ' αὐτὰ μηδέν, ἄτοπον, ἄλλως τε καὶ ὅτι φαίνονται λέγοντες οἱ περὶ φύσεως καὶ περὶ σχήματος σελήνης καὶ ἡλίου, καὶ δὴ καὶ πότερον σφαιροειδῆς ἢ γῆ καὶ ὁ κόσμος ἢ οὐ· περὶ τούτων μὲν οὖν πραγματεύεται καὶ ὁ μαθηματικὸς, ἀλλ' οὐχ ἡ φυσικοῦ σώματος πέρας ἕκαστον· οὐδὲ τὰ συμβεβηκότα θεωρεῖ ἢ τοιούτοις οὔσι συμβέβηκεν· διὸ καὶ χωρίζει· χωριστὰ γὰρ τῇ νοήσει κινήσεώς ἐστι, καὶ οὐδὲν διαφέρει, οὐδὲ γίνεταί ψευδὸς χωριζόντων.

Pero, ¿a qué se debe que no vean lo mismo dos estudiosos que dirigen su mirada hacia las mismas cosas?, esta pregunta es inevitable, en especial, cuando pensamos en que los estudios de los matemáticos son necesarios para determinar cosas tales como la forma de la tierra y del cosmos. Y hay que tener en cuenta que de la esfericidad de ambos depende la demostración de que el primero es finito⁶³ y que la segunda ocupa el lugar central dentro de éste, lo cual deja al físico la posibilidad de hablar de cuerpos con cualidades como la ligereza o la gravedad⁶⁴.

Si bien el matemático dirige su mirada al cielo buscando en los cuerpos celestes a la armonía y al número que conforman al cosmos, no podemos olvidar que estos se ocupan, solamente del estudio de aquéllo que es eterno e inmóvil⁶⁵, por lo que hacen a un lado el movimiento por el cual se nos hacen presentes los astros, pues aún cuando este movimiento es circular y eterno no lo podemos apreciar fácilmente como tal, porque mediante la experiencia cotidiana no vemos ni la circularidad ni la eternidad del mismo, los astros no siempre aparecen por el mismo lugar en la bóveda celeste, y nuestra finitud no nos permite ver su eternidad.

Además, hay que recordar que cuando un matemático pretende hablarnos de la relación que hay entre dos cosas necesita primero deshacerse de aquéllo que le es incidental a cada individuo, es decir, necesita ver en cada unidad aquéllo que no es susceptible de cambio alguno, porque en caso de ver las particularidades de cada cosa que estudia se cierra la puerta a la posibilidad de medir lo que ve.

De lo anterior se colige que el matemático necesita desnudar a las cosas naturales de aquéllo que les pertenece incidentalmente, es decir, de aquéllo que permite el cambio en una cosa; por lo que se torna evidente que un matemático necesita hacer a un lado el movimiento de aquellos cuerpos naturales que pretende estudiar, pues en las matemáticas no hay lugar ni para la generación y la

⁶³ Cfr. Aristóteles. *De Caelo*. 271 b – 276 a 15.

⁶⁴ Cfr. Aristóteles. *De Caelo*. 296 b.

⁶⁵ Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 989 b 30.

corrupción, ni para el cambio de cualidad, porque los números no nacen y mueren ni tampoco cambian sus propiedades. Si acaso hay lugar para el estudio del movimiento de traslación, pero limitando tal estudio a la investigación de las propiedades de la figura geométrica que dibuja el movimiento de los cuerpos naturales, así, por ejemplo, se concluye que el movimiento circular es aquél que siempre se lleva a cabo a la misma distancia del centro porque un círculo equidista por todos lados del mismo, pero no se alcanza a ver con claridad de qué material ha de estar hecho aquéllo que se mueve circularmente.

Contrario a lo que ocurre con el matemático, el físico no se puede deshacer de las propiedades incidentales de los cuerpos naturales, pues hacer eso equivaldría a negar el movimiento, y junto con ello su estudio. Así pues, cuando el matemático ve al cielo ve números, mientras que el Físico ve cuerpos naturales con propiedades incidentales, como su gravedad o levedad, o los colores que le son propios a cada individuo, mismas que al ser susceptibles de cambio imponen el estudio de movimientos como generación, corrupción, alteración y traslación.

La respuesta a la pregunta por la diferencia entre lo que ve el matemático y lo que ve el astrónomo cuando contemplan el cosmos, nos la brinda Aristóteles al recordarnos que con el pensamiento nos es posible separar a la forma del material y del movimiento, sin que por ello caigamos en el error, pues bien señala que no se comete ningún error al separar, y esto último se debe a que la separación nos ayuda cuando pretendemos conocer las propiedades formales de aquellas cosas que nos rodean; sin embargo, esa separación posee límites cuando se pretenden estudiar ciertas cosas, tales como el hombre.⁶⁶

Respecto a esta separación realizada por los matemáticos Aristóteles dice lo siguiente en el libro II de la *Física*:

Quienes hablan de Formas, también hacen lo mismo (separan el movimiento), pero esto les pasa inadvertido, porque ellos separan las cosas naturales que son menos separables que las matemáticas. Y esto sería evidente si de cada una de estas cosas se ensaya dar una definición, tanto de estos mismos, como de lo que les es propio incidentalmente, en efecto el número non y el número par; lo recto y lo curvo; el número, la línea y la figura se estudian prescindiendo del movimiento; pero carne, hueso y hombre, de ningún modo, porque de estos se habla como de la nariz roma,

⁶⁶ Cfr. Aristóteles. *Tratados sobre el alma*. 403 a

no como de lo curvo. Y es evidente que esto es más natural que las matemáticas, tal como la óptica, la armonía y la astronomía, porque éstas siguen un camino contrario al de la geometría, pues la geometría examina a la línea natural pero no en tanto que natural, y la óptica examina a la línea matemática, pero no como matemática, sino como natural.⁶⁷

Tomando en cuenta que *φύσις*, en su sentido fundamental, es *ούσία*, es decir, aquella cosa independiente que se mueve por sí misma conforme a una finalidad, se colige que, tal como lo señala Aristóteles, los matemáticos cometen un error al pretender estudiar a la naturaleza atendiendo a las formas, es decir a lo que captamos de la cosa mediante el intelecto y que nos permite nombrarla y contarla, pues éstas, en tanto que inmóviles son incapaces de mover, resultando imposible decir, a partir de las mismas, qué es el movimiento.

Con lo ya dicho quizá bastaría para demostrar que el camino propuesto por los amigos de las formas, como los pitagóricos y los platónicos, no es viable cuando se trata de articular un discurso sobre la *ούσία*, sin embargo, Aristóteles nos ofrece otra manera de comprobar esto, y tal manera consiste en tratar de definir aquéllo que es natural prescindiendo de su movimiento, lo que implica separar a la forma del material para sólo hacer caso de la primera, pues es en virtud de que algo está hecho de determinado material que aquéllo se mueve de tal y cual manera, por ejemplo, si algo está hecho de fuego, vemos inmediatamente que eso se moverá hacia arriba debido a que el elemento del que se conforma se caracteriza por su ligereza.

⁶⁷ Aristóteles. Física. 193 b 35- 194 a 12.

λανθάνουσι δὲ τοῦτο

ποιούντες καὶ οἱ τὰς ιδέας λέγοντες· τὰ γὰρ φυσικὰ χωρίζουσιν ἧττον ὄντα χωριστὰ τῶν μαθηματικῶν. γίγνεται δ' ἂν τοῦτο δῆλον, εἴ τις ἐκατέρων πειρᾶτο λέγειν τοῦσ' ὅρους, καὶ αὐτῶν καὶ τῶν συμβεβηκότων. τὸ μὲν γὰρ περιττὸν ἔσται καὶ τὸ ἄρτιον καὶ τὸ εὐθὺ καὶ τὸ καμπύλον, ἔτι δὲ ἀριθμὸς καὶ γραμμὴ καὶ σχῆμα, ἄνευ κινήσεως, σὰρξ δὲ καὶ ὄστον καὶ ἄνθρωπος οὐκέτι, ἀλλὰ ταῦτα ὡσπερ ῥίς σιμὴ ἀλλ' οὐχ ὡς τὸ καμπύλον λέγεται. δῆλοί δὲ καὶ τὰ φυσικώτερα τῶν μαθημάτων, οἷον ὀπτική καὶ ἁρμονική καὶ ἀστρολογία· ἀνάπαλιν γὰρ τρόπον τιν' ἔχουσιν τῇ γεωμετρίᾳ. ἢ μὲν γὰρ γεωμετρία περὶ γραμμῆς φυσικῆς σκοπεῖ, ἀλλ' οὐχ ἢ φυσικῆ, ἢ δ' ὀπτικῆ μαθηματικῆν μὲν γραμμῆν, ἀλλ' οὐχ ἢ μαθηματικῆ ἀλλ' ἢ φυσικῆ.

Así pues, tratemos de definir a una *οὐσία* prescindiendo del material que la conforma y veremos que no es posible decir lo que ésta es. Una cosa independiente que se mueve a sí misma conforme a una finalidad es el animal, entre los cuales encontramos al hombre, de éste, captamos mediante el intelecto que es un ser con alma racional, pero al mismo tiempo nos percatamos de que no es posible separar al alma del cuerpo para estudiar al hombre sólo en virtud de aquélla, parece que el alma no hace nada sin el cuerpo así como el cuerpo no hace nada sin el alma⁶⁸, si los separamos no podemos entender cómo es que el hombre puede sentir cólera, amor, odio, frío, calor o hambre, porque el cuerpo es afectado por los movimientos del alma y viceversa, por ejemplo, cuando uno se enoja, el coraje se siente en ambas partes, los ánimos se calientan junto con las entrañas. De modo que si pretendemos definir al hombre atendiendo sólo al alma, nos veríamos en la necesidad de decir qué es éste sin prestar atención a lo que siente, y junto con ello a los motivos por los cuales se mueve de tal o cual manera.

Tomando en cuenta lo anterior, vemos que el matemático que pretende estudiar a la *φύσις* se queda a la mitad del camino, pues si bien es capaz de dar cuenta de aquellas cosas que se caracterizan por su inmovilidad y que conviene a un físico saberlas, no es capaz de articular el movimiento una vez que deja de lado el material con el cual se conforman las cosas naturales, por lo que resulta evidente que a la naturaleza no se le puede estudiar atendiendo sólo a lo que de ésta captamos mediante el intelecto.

Una vez aceptado el hecho de que la *φύσις* no se puede estudiar matemáticamente, resta explicar cómo es que un físico ha de estudiar a la naturaleza, y eso es precisamente lo que hace el Estagirita en la *Física* antes de comenzar con el examen sobre las causas.

Dado que naturaleza se dice en dos acepciones, a saber, como aspecto inteligible de la cosa o como material, ésta se tiene que contemplar como si llegado el caso pretendiéramos decir qué es la romedad, de tal manera que debemos observar ambos, pues tales cosas no se dan sin el material, ni se examinan sin éste.⁶⁹

⁶⁸ Cfr. Aristóteles. *Acerca del alma*. 403 a 20.

⁶⁹ Aristóteles. *Física*. 194 a 13 – 194 a 15

Nada puede ser más esclarecedor que lo antes dicho por Aristóteles, por ello es posible concluir que para llevar a cabo un buen estudio de la naturaleza, es necesario atender a los cuerpos naturales como cuerpos sensibles, es decir, como cuerpos con forma, material y movimiento, lo que implica no perderse en la separación hecha habitualmente por el matemático; porque en caso de hacerlo, el estudio que pueda realizar el físico sobre la naturaleza versará sólo sobre algunos aspectos de la misma, entre los cuales no figura el movimiento, porque en tanto que el matemático trabaja pensando en que la forma es algo separable de las cosas sensibles, además de ser eterna e inmóvil, excluye al movimiento de sus estudios de la misma manera en lo hacen los amigos de las formas⁷⁰; y hay que tener en mente que no conviene negar al movimiento cuando se pretende estudiar al principio de movimiento y cambio que es la naturaleza.

Así pues, a la pregunta, ¿hay alguna diferencia entre el matemático y el físico?, podemos responder junto con Aristóteles que sí, y que ésta radica, principalmente en que estos no ven lo mismo; mientras que uno ve formas separadas del movimiento y del cambio, el otro contempla cuerpos sensibles, es decir, cosas conformadas por material y forma y capaces de moverse o ser movidas de acuerdo con el material del que están hechas y la disposición de dicho material.

ἐπεὶ δ' ἡ φύσις διχῶν, τὸ τε εἶδος καὶ ἡ ἥλη, ὡς ἂν εἰ περὶ
σιμῶντος σκοποῖμεν τί ἐστίν, οὕτω θεωρητέον· ὥστ' οὐτ' ἄνευ
ὑλῆς τὰ τοιαῦτα οὔτε κατὰ τὴν ὑλὴν.

⁷⁰ Cfr. Aristóteles *Metafísica*. 991 a 5- 991 a 20.

II. LA FÍSICA DE GALILEO.

“La Geometría es una y eterna, y resplandece en la mente divina, siendo la participación en ella concedida a los hombres una de las causas de que éste sea imagen de Dios”.

Johannes Kepler.

Dejando por el momento a Aristóteles, ha llegado el tiempo de centrar nuestra atención en el camino propuesto por Galileo, en lo referente al estudio de la Naturaleza, camino en el que hemos sido educados y que nos ha conducido, en gran medida, a ver e interpretar el mundo natural de la manera en que lo hacemos. Mientras que para nosotros es casi evidente e irrefutable la idea de que el movimiento es un estado que se puede estudiar mediante razones matemáticas, como la relación existente entre la velocidad, la distancia y el tiempo que tarda un cuerpo en recorrer dicha distancia, Galileo como constructor de dicho camino no ve de entrada la evidencia contenida en estas afirmaciones. De este modo al examinar lo que hace el físico pisano cuando se aplica al estudio de la naturaleza veremos también cómo es que nos interpretamos a nosotros mismos en tanto que somos seres naturales viviendo en un mundo, diferente en muchos sentidos al mundo pensado por Aristóteles.

Para poder hacer un examen justo de la física galileana, primero hemos de tomar en cuenta los problemas a los que se enfrenta el académico linceo cuando la va construyendo, no me refiero a los problemas que se tuvo que enfrentar Galileo Galilei al ser juzgado como hereje ante los tribunales de la Santa Inquisición, más bien me refiero a los problemas que se desprenden del modo de estudiar a la naturaleza que toma Galileo, modo que es por mucho distinto al de Aristóteles.

Veamos cuáles son esos problemas y cómo es que los resuelve el físico pisano, pues de sus respuestas a los mismos depende la imagen que nos podamos formar sobre la ciencia galileana, y el juicio que podamos hacer respecto a la misma.

En primer lugar, debemos tener en mente que Galileo propone un estudio de la naturaleza gobernado por las matemáticas, es decir, hecho mediante el examen de las leyes que rigen a los números y las propiedades que tienen los mismos en tanto que son nones o pares, de modo que al dialogar constantemente con los aristotélicos respecto a la mejor manera de conocer aquéllo por lo que se nos hacen presentes las cosas naturales, es decir, el movimiento, el académico linceo debe tener presente las objeciones a los platónicos y a los pitagóricos ya dadas por el príncipe de los filósofos⁷¹.

Suponer que un estudio sobre la Naturaleza que se fundamenta en las matemáticas es mucho mejor que un examen como el realizado por el príncipe de los filósofos, no es algo fácil. Para poder aceptar tal cosa no basta con decir que las matemáticas nos proporcionan la exactitud y la certeza de la que carece un discurso sobre el movimiento, porque aún diciendo eso, falta pensar qué es lo que entendemos por exactitud y a partir de qué decimos que algo nos proporciona certeza.

En segundo lugar, resulta indispensable, para que la física galileana se mantenga a flote, que el físico pisano tenga una idea de la naturaleza distinta de la del Estagirita, pues si ésta continúa siendo pensada como aquéllo que tiene en sí mismo y por sí mismo el origen de su movimiento y cambio,⁷² no podrá ser estudiada mediante las matemáticas sin que ello signifique la cancelación del movimiento, por lo que resulta indispensable buscar la noción de naturaleza que da luz a la física clásica de la cual es considerado padre Galileo Galilei.

Pero, aquí nos encontramos con un problema de no poca importancia, resulta que para examinar la noción de naturaleza que conduce a la obra y a la vida de Galileo, hasta donde llegaron cada una de ellas, tenemos que ver las razones que llevaron al físico pisano a no decir con claridad qué es la Naturaleza. Es más, el matemático y filósofo ni siquiera discute respecto a lo que ésta pueda ser o lo que implica pensarla de determinadas maneras; por lo que nos veremos en la necesidad de buscar a lo largo de su obra la idea de natura que no sólo

⁷¹ Cfr. Supra. Pág. 50 y ss.

⁷² Cfr. Aristóteles. *Metafísica*. 1014 b 15 – 1015 a 15.

gobernó el hacer de Galileo, sino que de algún modo también nos guía y lleva a construir el mundo que conocemos.

Para salir del problema que supondría dejarse llevar por la vida sin saber por quién, tenemos, en la obra de Galileo, al menos dos elementos que nos pueden ayudar a ver en qué consiste la noción de naturaleza que guía a la física galileana, y por ende a nosotros, en tanto que nos interesa conocer al mundo que nos rodea; uno de ellos lo encontramos en la forma de las demostraciones contenidas en los diálogos que escribió, principalmente en las que brinda en su *Diálogo acerca de dos nuevas ciencias*⁷³. De lo cual el lector bien puede inferir que Naturaleza es algo que se puede estudiar mediante las matemáticas sin que ello implique la cancelación del movimiento. El otro elemento lo encontramos en un muy conocido pasaje de *El Ensayador*, donde Galileo, afirma que la filosofía está escrita en el Universo y que éste sólo es comprendido cuando manejamos un lenguaje matemático⁷⁴, pasaje más repetido que reflexionado, por lo que resulta pertinente detenernos a pensar en las implicaciones que para el estudio de la física se desprenden de tal afirmación.

Cabe señalar, que si bien la intención del presente trabajo no es decir la última palabra en torno al problema que supone decidir si el estudio de la física es o no una actividad filosófica, no por ello dejaremos totalmente de lado el asunto, pues resulta conveniente acercarnos al mismo si pretendemos llegar a saber qué es lo que piensa Galileo cuando dice naturaleza, en especial cuando vemos que el académico linceo considera que el estudio sobre el movimiento es un estudio filosófico, y que la mejor manera de realizar tal es mediante las matemáticas, lo que significa que en última instancia Galileo está pensando una filosofía matemática, porque según él *sin las demostraciones geométricas la filosofía no merece el nombre de ciencia, sino más bien el de opinión*⁷⁵.

⁷³ Cfr. Galilei, G. *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*. Losada. Buenos Aires. 2003. Tercera y cuarta jornadas.

⁷⁴ Cfr. Galileo, G. *El Ensayador*. Aguilar. Buenos Aires. 1981. Pág. 63.

⁷⁵ Cfr. Introducción de M. A. Beltrán a Galilei, G. *Diálogo sobre los dos máximos sistemas ptolemaico y copernicano*. Biblioteca de los grandes pensadores. Barcelona 2002. Pág. 21.

1. EL FÍSICO DEVIENE EN MATEMÁTICO.

Examinemos pues aquellos elementos que nos ha dejado Galileo para ver qué es lo que dice cuando habla de Naturaleza, a fin de comprender en qué sentido la vía propuesta por él, cuando pretendemos conocerla, es mejor que la vía seguida por el Estagirita. Pero, antes de adentrarnos en el examen de los elementos que nos da la obra galileana para pensar a la Naturaleza como aquéllo que está escrito en lenguaje matemático, conviene que nos detengamos un momento para explorar las causas que llevaron al físico pisano a seguir un camino, por mucho, distinto al de Aristóteles, (pues sería muy ingenuo pensar que si el académico linceo decide tomar esa vía lo haga simplemente por la pretensión de contrariar al Estagirita).

Para hacer este examen, hemos de tener presente que si bien la formación filosófica del académico linceo fue fundamentalmente aristotélica, lo que implica una gran familiaridad con los supuestos sobre física que se desprenden de la lectura de Aristóteles⁷⁶, como la jerarquía que posee la cualidad sobre la cantidad en el estudio del movimiento, o la necesaria unidad que existe entre material y forma; el físico pisano acaba por considerar que la mejor manera para estudiar a la Naturaleza –y por ende al movimiento- es seguir el camino propuesto por los platónicos y pitagóricos, principalmente por Arquímedes, y reducir la realidad del mundo físico a proposiciones geométricas⁷⁷.

No es difícil percatarse de que la elección de la vía platónico-pitagórica para guiarse a lo largo de toda la vida, no es un acto baladí, pues no sólo supone la adopción de un método geométrico para estudiar a la Naturaleza, también implica poner en tela de juicio todos los supuestos con los cuales se ha sido educado, a fin de aprender a ver e interpretar al mundo de una manera diferente; es decir, Galileo tuvo que deseducarse y reeducarse en lo referente a la búsqueda de lo mejor.

⁷⁶ Cfr. Koyré. A. *Estudios Galileanos*. Siglo XXI. DF. 1981. Pág. 7-14.

⁷⁷ Cfr. Koyré. A. *Estudios de Historia del Pensamiento Científico*. Siglo XXI. D.F. 1978. Pág. 49.

Además, hay que tener presente que muchos de los supuestos provenientes de la física aristotélica no pueden mantenerse como una verdad consagrada e intocable una vez que se han observado ciertos fenómenos mediante el uso del telescopio; el lente del instrumento dirigido hacia el cielo ha mostrado que, contrario a lo que regularmente se creía, la Luna no es una esfera perfecta y bien pulida, en realidad es un cuerpo con montañas como las de la Tierra, y el Sol tampoco es un cuerpo perfecto y libre de cambios, pues ahora se pueden apreciar en su superficie manchas que nacen y perecen⁷⁸, lo que sugiere que los cuerpos llamados *supralunares* también están sometidos a los cambios que sufren los cuerpos *sublunares*, como la traslación, la generación y la corrupción, de modo que ya no tiene caso hacer distinción alguna entre unos y otros.

Así pues, a partir del uso de instrumentos que aumentan considerablemente el poder de los sentidos, podemos decir, que la elección tomada por Galileo, se debe principalmente a que la experiencia obtenida mediante el telescopio muestra que la sensibilidad, que es quien brinda la certeza inicial a partir de la cual Aristóteles comienza su investigación en torno a la Naturaleza, se contradice a sí misma dejando serias dudas respecto lo confiable que ésta resulta y a la conveniencia de continuar estudiando al movimiento atendiendo a las cualidades de las cosas que se mueven, las cuales requieren de la percepción para ser aprehendidas y pensadas.

Si preguntáramos por un instrumento capaz de cambiar nuestra forma de *ver* el mundo, definitivamente tendríamos que reconocer que ese lugar le corresponde al Telescopio, pues a partir de su uso se pudo mostrar al hombre que su relación con el mundo no se limita a las posibilidades que posee naturalmente, puesto que siempre existe la manera de ver mucho más allá de lo evidente, es decir, de lo que se percibe a simple vista. Desde el surgimiento de este instrumento el hombre ya no está limitado a sólo ver lo que los ojos le muestran a simple vista, ahora su campo de visión le deja acercarse a detalles nunca antes

⁷⁸ Cfr. Galilei. G. Kepler. J. *La gaceta sideral. Conversación con el mensajero sideral*. Alianza. Madrid. 2007. Pág. 250.

apreciados, lo cual exhibe cuan imperfecta es la facultad distintiva de los sentidos⁷⁹.

Pero, la posibilidad de tener más poder para ver con claridad lo que no se puede distinguir a simple vista, no es la única razón por la cual hemos de reconocer que el uso del Telescopio es capaz de modificar seriamente la imagen que tenemos del mundo, la noción de lo que sea la Naturaleza y la imagen que tengamos sobre nosotros mismos; también hay instrumentos como el microscopio, que aumenta el poder de nuestros ojos para ver lo que es muy pequeño, sin que ello implique que tenga que cambiar nuestra idea de lo que es la Naturaleza. Para comprender qué es lo que hace del telescopio lo que vemos en él, hemos de reflexionar un poco en lo que implica el uso del mismo, en especial cuando su lente es dirigido es hacia los cuerpos celestes, es decir, lo que lo constituye como un instrumento científico capaz de cambiar nuestra manera de pensar a la Naturaleza.

En un principio (1609), el telescopio fue ofrecido como instrumento de guerra, era un aparato bastante sencillo al que no se le adjudica inventor alguno debido a que muchos reclamaron la autoría del mismo; de hecho Galileo nunca se adjudica tal cosa a pesar de haber tratado de venderlo al Senado Veneciano, si bien no como invento suyo, sí como un instrumento mejor que los existentes hasta ese momento, mientras que el primer telescopio sólo tenía una potencia de 3 o 4 aumentos, el fabricado por Galileo llegaba a 8 o 9, y el que finalmente utilizó para observar a los astros llegó hasta los 30, potencia bastante considerable para la época.

¿Cómo es que podía ser útil este aparato para finalidades belicosas? Es algo a lo que Galileo responde en una carta enviada a Leonardo Donato, Dux de Venecia, el 24 de agosto de 1609, argumentando que su instrumento:

...pone los objetos visibles tan próximos al ojo, presentándolos tan grandes y claros, que lo que se encuentra a una distancia de, por ejemplo, nueve millas, se nos muestra como si distase tan sólo una milla, lo que puede resultar de inestimable provecho para todo negocio y empresa marítima, al poder descubrir en el mar embarcaciones y velas del enemigo a mayor distancia de la usual, de modo que podemos descubrirlo a él dos

⁷⁹ Cfr. Galileo. G. *El Ensayador*. Aguilar. Buenos Aires. 1981. Pág. 148.

horas o más antes de que él nos descubra a nosotros, y distinguiendo además el número y características de sus bajeles podremos estimar sus fuerzas aprestándonos a su persecución, al combate o a la huida. De igual manera se puede descubrir en tierra, desde alguna elevación, aunque sea distante, los alojamientos y abrigos del enemigo en el interior de las plazas, o incluso se puede a campo abierto ver y distinguir en particular todos sus movimientos y preparativos con grandísima ventaja nuestra.⁸⁰

Como podemos ver, el instrumento ofrecido por Galileo, resulta muy conveniente tanto para la defensa como para la conquista; sin embargo, a pesar de las múltiples ventajas que poseía el instrumento de Galileo sobre aquéllos que fueron ofrecidos por sus contemporáneos, el académico linceo no encontró un comprador para su telescopio debido a la sencillez con la que el mismo podía ser fabricado. Esto ayudó en gran medida a que el instrumento de guerra deviniera en un instrumento científico, pues con un cambio no ligero en la finalidad de la que puede ser medio el telescopio, éste dejó de ser un arma, para ser un aparato destinado principalmente para descubrir verdades que permanecieran a pesar del tiempo y del sujeto que las descubra. Así, Galileo sale del campo de batalla para dedicarse por completo a la observación y conquista detallada del orbe celeste.

Las observaciones obtenidas mediante el uso del telescopio ayudaron a los críticos de Aristóteles a demostrar que la mejor manera de estudiar a la Naturaleza, sin caer posteriormente en contradicciones, es atendiendo a los aspectos cuantificables de la misma, de tal suerte que el movimiento de un león fuerte y saludable que corre para alcanzar a una ágil gacela, se interpreta mejor si pensamos en la traslación que realiza un móvil de un punto A a un punto B recorriendo una distancia en un tiempo determinado.

Si bien la física aristotélica encuentra opositores desde el momento en que surge, tales como Eudoxo y otros tantos platónicos que consideran que lo real es lo que se encuentra en el mundo de las ideas y que lo captado mediante los sentidos sólo es imagen de lo real; no es sino hasta que es usado el telescopio que estos logran colocar a lo real en el plano de lo ideal, y junto con ello dar prioridad al aspecto cuantificable de las cosas sobre las cualidades de las mismas.

⁸⁰ Galileo. G. y Kepler. J. *La gaceta sideral. Conversación con el mensajero sideral*. Alianza. Madrid. 2007. Pág. 258.

Pero, ¿cómo es posible que el uso de un instrumento capaz de aumentar el poder de nuestros sentidos nos pueda conducir a desconfiar de los mismos? Para responder a tal interrogante pensemos en la sorpresa que sintió Galileo cuando al observar a través del telescopio notó fenómenos contrarios a lo que siempre le habían dicho sus sentidos⁸¹, por ejemplo, a partir de lo que percibimos cuando vemos el cielo a simple vista podemos afirmar con una certeza casi inapelable que la Luna es una esfera perfecta y bien pulida, pero, al usar el telescopio, la percepción nos revela que ésta en realidad tiene montañas y es mucho más parecida a la Tierra de lo que imaginábamos. Teniendo esto en mente ¿qué nos garantiza que lo que aceptemos como verdad al usar un determinado instrumento quede libre de ser refutada como tal si llegamos a emplear otro, pero más poderoso que el primero?, si pretendemos llegar a una verdad que se mantenga por sí misma como tal, la desconfianza en los sentidos es inevitable.

Rechazar lo que nos dice la percepción como fuente de certeza es una postura bastante drástica, la vida cotidiana demuestra que no es posible andar por ahí negando lo que nos presenta la percepción.

Además nada nos impide pensar, en una primera aproximación, que quizá baste con enmendar los errores, encontrados en la filosofía natural defendida por los aristotélicos, los cuales se desprenden de las afirmaciones hechas a partir de la sensibilidad; sin embargo, eso no es suficiente, antes de Galileo hubo varios intentos por ajustar lo que se iba descubriendo a la física de Aristóteles, pero esos intentos resultaron desastrosos. Por citar uno, tenemos a Ticho Brahe tratando de explicar la posición de los cometas en la esfera supralunar sin renunciar a la separación cualitativa entre cuerpos sublunares y supralunares, pero conforme a su articulación del movimiento de los cometas varios astros chocarían inevitablemente contra la Tierra⁸², lo que vuelve inaceptable su explicación y necio el deseo de seguir estudiando a la Naturaleza a partir de la certeza que nos brindan los sentidos.

⁸¹ Cfr. Galilei. G. Kepler. J. *La gaceta sideral. Conversación con el mensajero sideral*. Alianza. Madrid. 2007. Pág. 49.

⁸² Cfr. La introducción de Revuelta. J. M. a Galileo. G. *El Ensayador*. Aguilar. Buenos Aires. 1981. Pág. 15.

Así pues, queda claro que el uso del telescopio obliga al estudioso de la Naturaleza a buscar un punto de partida que sea mucho más confiable que la percepción, y qué mejor que tomar como tal al aspecto cuantificable de las cosas, pues éste aseguraría que las verdades alcanzadas no cambien con tanta facilidad como ocurre cuando nos cobijamos bajo la sombra de la cualidad, que siempre se muestra diferente porque depende de la posición del Sol.

Aceptar que el aspecto cuantificable de las cosas que percibimos nos acerca más a la verdad de lo que lo hacen las cualidades, por medio de las que distinguimos a una cosa de otra -como aquéllas que nos conducen a separar los cuerpos sublunares de los supralunares-, implica que *lo real es racional*, es decir, que los números y sus propiedades son capaces de decirnos más sobre aquéllo que estamos estudiando que los elementos que lo conforman. Siendo ese el caso, podemos confiar más en la afirmación A se mueve a una velocidad constante de 95 km/h, que en la afirmación mi abuela cae hacia abajo porque su cuerpo está conformado principalmente por tierra, y el lugar natural de la tierra es abajo.

Al aceptar la realidad del aspecto racional de las cosas que se presentan ante la vista, Galileo considera a las cualidades de las mismas como ilusiones pues:

...que en los cuerpos externos, para excitar en nosotros los sabores los olores y los sonidos, se requiera algo más que magnitudes, formas, cantidades y movimientos lentos o veloces, yo no lo creo; considero que eliminados los oídos, la lengua y las narices, sólo quedan las figuras, los números y los movimientos, pero no los olores, ni los sabores, ni los sonidos, los cuales, sin el animal viviente, no creo que sean otra cosa que un nombre, como precisamente no son otra cosa que un nombre, las cosquillas y el cosquilleo, eliminadas las axilas y la piel que está en torno a la nariz. Y dado que los cuatro sentidos considerados guardan relación con los cuatro elementos, así creo que la vista, sentido excelente sobre todos los demás, guarda relación con la luz, pero con esa relación de excelencia que existe entre lo finito y lo infinito, entre lo temporal y lo instantáneo, entre el cuanto y lo indivisible, entre la luz y las tinieblas. De esta sensación y de las cosas que a ella se refieren, no pretendo entender sino muy poco, y eso poco para aclararlo, o mejor dicho, para ensombrecerlo, no me bastaría mucho tiempo y por ello lo paso en silencio.⁸³

⁸³ Galileo. G. *El Ensayador*. Aguilar. Buenos Aires. 1981. Pág. 297.

El andar silencioso de Galileo, cuando se trata de cuestiones provenientes de la percepción, no sólo nos indica su abandono respecto a la consideración de que la Naturaleza se ha de estudiar atendiendo al mismo tiempo al material y a la forma con los cuales está conformada, lo cual indica ya su disposición para seguir un camino diferente al del Estagirita, quien considera que hablar sobre la Naturaleza es como hablar sobre la romedad de la nariz, es decir, sin separar al material y a la forma más que para efectos de análisis⁸⁴.

Por otra parte la actitud que toma el físico pisano en lo referente a la relación que guardan los sentidos con la claridad de lo afirmado a partir de lo que nos ofrecen los mismos, nos ayuda a ver que el académico linceo no se detiene a examinar los diversos modos de entender a la Naturaleza, porque él espera obtener una verdad demostrable, y por tanto independiente del sujeto que la piense, cuando pensamos a la Naturaleza atendiendo sólo a las figuras, los números y la velocidad de los movimientos, es decir, cuando damos razones matemáticas de ella, sólo es posible llegar a una afirmación, *la verdadera*, todo lo que quede fuera de la misma es erróneo o irrelevante para la comprensión que se pretende obtener.

Que el aspecto cuantificable de la realidad sea tomado más en cuenta para el conocimiento de la misma, significa que, para la ciencia galileana y para toda actividad que se desprenda de seguir la vía elegida por el académico linceo, *lo real es racional*, lo que implica que para conocer algo es necesario dar razón respecto a ello, es decir, atender a las relaciones que guardan entre sí sus aspectos cuantificables, figura, velocidad, temperatura, etcétera.

Además, al aceptar que *lo real es lo racional*, la veracidad de las afirmaciones que podamos hacer sobre la Naturaleza depende de que éstas sean formulas bien formadas, es decir, la afirmación A se mueve a una velocidad constante de 95 k/h, es verdadera en sí misma, y no depende ni de un sujeto que se piense a sí mismo como una magnitud, con un principio, un medio y un fin, ocupando un lugar natural, ni de una época determinada; lo cual quiere decir que el conocimiento buscado por Galileo es inmutable y eterno, como los números

⁸⁴ Cfr. Aristóteles. Física. 194 a 7.

mismos. Según esto, las afirmaciones del físico pisano serán las mismas que las hechas por otros hombres que por amor a la verdad abandonan la caverna de sensaciones en la que viven sumergidos.

Si bien lo hasta aquí dicho nos deja vislumbrar la necesidad de que el físico devenga en matemático, no podemos pasar por alto el problema que implica el desarrollo de más instrumentos científicos una vez que mediante uno de ellos se ha demostrado lo poco confiables que son los sentidos, por lo que me detendré un instante para examinar, ¿a qué se debe que un objeto devenga en instrumento científico y que las matemáticas sean tomadas como instrumento de conocimiento?

Pensemos primero en lo que hace a un objeto ser instrumento. Al reparar en un instrumento cualquiera, bien puede ser un telescopio, un reloj o un termómetro, nos percatamos que lo que da sentido a su elaboración y existencia en el mundo es algo que se encuentra fuera de ellos mismos, es decir, son medios que nos ayudan a alcanzar otra cosa que no son ellos, a la cual podemos llamar finalidad; siendo ese el caso podemos pensar que lo que determina a un objeto como instrumento es aquéllo que es buscado mediante su uso, de ahí que el telescopio recibiera el nombre que tiene, por encima del de *perispillium*, la finalidad con la que fue utilizado lo determinó como lo que es, un objeto para ver con más detalle aquellas cosas que están lejos.

Cuando afirmo que las matemáticas devienen en un instrumento de conocimiento, lo que estoy diciendo es que éstas se convierten en un medio para conocer otra cosa que se encuentra fuera de lo que por sí mismas pueden decirnos, es decir, nos acercan mediante la experimentación a un objeto natural, el cual no se aprecia al observar solamente a los números y las relaciones que hay entre ellos. En el caso de la física galileana, las matemáticas nos acercan a la Naturaleza en tanto que mediante su uso podemos conocer lo que ésta es, sólo es cuestión de pensar en fines determinados que den sentido al uso de las mismas.

Pero, la Naturaleza no se nos presenta inmediatamente como un conjunto de relaciones numéricas, para lograr verla así, es necesario que hagamos una abstracción, mediante la cual nos quedemos con el aspecto cuantificable de

aquello que estudiamos, y como éste ha de ser siempre el mismo se torna necesaria la construcción de objetos que nos ayuden a medir aquello que pretendemos conocer, a fin de que las mediciones obtenidas nos ayuden a revelar lo que tan celosamente nos oculta el mundo.

Es la posibilidad de medir a la Naturaleza y de acercarse a las matemáticas a los objetos que tenemos en el mundo, y no la posibilidad de captar lo que no se aprecia a simple vista, lo que hace necesaria la construcción de instrumentos para que la ciencia galileana se desarrolle como una ciencia instrumental, es decir, como un modo de conocer el mundo determinado por aquello que pretendemos conocer del mismo, pues no hay que dejar de lado que los instrumentos de los que éste se vale son construidos conforme a una finalidad determinada.

Que el instrumento por excelencia del cual se vale Galileo para conocer a la Naturaleza sean las matemáticas, nos muestra con una claridad innegable que el físico ha de ser también un matemático, en especial si pretende conocer a su objeto de estudio, que es el movimiento, sin depender de la inexactitud que se desprende de la percepción, pues las matemáticas a diferencia de ésta siempre muestran lo mismo, a todo sujeto, en todo tiempo y en todo lugar.

2. NATURALEZA COMO ENTE MATEMÁTICO

Galileo considera que la mejor manera para conocer a la Naturaleza es mediante el uso de las matemáticas, lo que exige en primera instancia que el físico devenga en matemático si lo que pretende en realidad es tener un conocimiento sobre el movimiento que le permita usar del mismo en beneficio de la humanidad⁸⁵, tal como ocurre con el estudio de mecánica que emprende en los *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*, donde parece que Galileo está educando a los artesanos para que aquéllo que construyan sea cada vez de mayor provecho para el hombre⁸⁶.

Tomando en cuenta las inconsistencias que surgen de atender a la percepción como aquélla que nos puede hablar con exactitud respecto a lo que ocurre a nuestro alrededor, parece fácil aceptar que el estudio sobre la Naturaleza, y por ende sobre el movimiento, se ha de hacer mediante las matemáticas; sin embargo, se torna necesario examinar cómo es que Galileo ve a las matemáticas, pues aún cuando se dice del mismo que su ciencia se caracteriza por ser platónica, la finalidad con la cual estudia el primer filósofo y matemático del Serenísimo Gran Duca de Toscana no se limita a la contemplación de los movimientos de los entes naturales, como se esperaría de un platónico que considera más valiosa a la teoría que a la praxis.

Para examinar el modo de pensar al estudio de las matemáticas que caracteriza a la ciencia galileana me parece prudente atender al modo en que el padre de la física matemática vincula el estudio de los números con el de la Naturaleza, vínculo que nosotros, como seres educados bajo los supuestos que se desprenden de la ciencia galileana aceptamos como claro y evidente, para después examinar la diferencia que hay entre el modo de pensar a las matemáticas que caracteriza a la filosofía platónica y pitagórica y a la física propuesta por el académico linceo.

⁸⁵ Por beneficio para la humanidad se entiende en este punto la obtención de mayor seguridad para tener una vida confortable, es decir, alejada lo más posible de todo tipo de trabajo.

⁸⁶ Cfr. Galilei. G. *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*. Losada. Buenos Aires. 2003. Pág. 27.

a) EL VINCULO ENTRE MATEMÁTICAS Y FISICA.

Cuando Galileo une a las matemáticas con el estudio de la Naturaleza, es extremadamente criticado, no sólo por poner en tela de juicio a la filosofía aristotélica y junto con ello a los dogmas aceptados respecto al modo de pensar y conocer al mundo, también se le acusa de separar el estudio de la física del de la filosofía, pues al ceñir la investigación sobre el movimiento a la búsqueda de leyes que enuncien y describan lo que ocurre en la naturaleza deja de lado la indagación sobre aquellas causas que no son reveladas ni por medidas ni por razonamientos⁸⁷, como la causa final, fundamental en el estudio que realizó el príncipe de los filósofos.

No obstante, el académico linceo considera que al examinar a la Naturaleza mediante las matemáticas está haciendo un trabajo mucho más filosófico que el que realizaron aquéllos de sus contemporáneos que se limitaron a aceptar ciegamente las afirmaciones provenientes de la filosofía aristotélica, por ejemplo que en el estudio sobre el movimiento es necesario tomar en cuenta al material y a la forma, y no sólo al aspecto inteligible de las cosas.

La unión entre filosofía, física y matemáticas en la que piensa Galileo es dibujada en un pasaje de *El Ensayador*, en el cual me detendré unas líneas, pues considero que la afirmación *La Naturaleza está escrita en lenguaje matemático* ha sido más repetida que reflexionada, en especial cuando para nosotros ya es algo evidente la unidad que guarda la física con el estudio de los números y sus propiedades. Aquí el pasaje al que me refiero:

La filosofía está escrita en ese grandísimo libro que tenemos abierto ante los ojos, quiero decir, el universo, pero no se puede entender si antes no se aprende a entender la lengua, a conocer los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lengua matemática y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es imposible entender ni una palabra; sin ellos es como girar vanamente en un oscuro laberinto.⁸⁸

⁸⁷ S. Drake. *Galileo: A Very Short Introduction*. Oxford University Press. Oxford. 2001. Preface.

⁸⁸ Galileo. G. *El Ensayador*. Aguilar. Buenos Aires. 1981. Pág. 63.

Al leer lo anterior, no podemos dejar de notar que el vínculo entre matemáticas y física, depende de cómo es pensada la Naturaleza y qué tipo de conocimiento se pretende alcanzar, si lo buscado es una articulación que responda a la pregunta ¿por qué ocurre lo que veo?, entonces se ha de atender a las diversas maneras en que es posible contestar a dicha interrogante, eso es lo que hace Aristóteles al reflexionar sobre las causas⁸⁹, y es lo que conduce al Estagirita a juzgar necesario atender a la *οὐσία* en su totalidad y no sólo al aspecto inteligible de la misma. Pero si lo buscado es la respuesta a la pregunta ¿cómo funciona lo que veo, cómo puedo aprovechar dicho funcionamiento en beneficio de la humanidad?, entonces hay que dirigir toda la atención a la búsqueda de leyes que describan lo que ocurre en la Naturaleza, a fin de poder trabajar con ella para obtener resultados óptimos, es decir, previendo lo que ocurrirá.

Cuando se busca la posibilidad de predecir lo que se obtiene al propiciar que ocurran determinados sucesos, no hay instrumento más confiable que las matemáticas, pues éstas al contrario de la percepción siempre muestran lo mismo, en todo lugar, en todo momento y a todo sujeto, lo cual a su vez garantiza la posibilidad de que la ciencia progrese, pues la certeza que brindan permiten que un hombre continúe con la investigación iniciada por otro sin que ninguno de los dos caiga en contradicciones, lo cual libra a los físicos posteriores a Galileo de la tarea de poner en tela de juicio los supuestos que de su investigación se desprenden, libertad que los conduce incluso a aceptar como evidente lo que es contrario a lo que nos dice la percepción. Por ejemplo, nosotros aceptamos sin reparos el movimiento de la Tierra, cuando los sentidos nos muestran lo contrario.

Lo hasta aquí dicho nos muestra que el vínculo entre matemáticas y física se puede comprender a partir de la búsqueda de poder sobre la Naturaleza, el cual proviene de la capacidad de prever cómo es que las cosas que hay en el mundo se moverán cuando hacemos algo, de manera similar a lo que ocurre con el telescopio cuando es usado con fines bélicos, ayuda a ver con antelación lo que hará el enemigo de tal manera que sea posible montar una buena defensa o bien atacar hasta conquistarlo.

⁸⁹ Cfr. Aristóteles. *Física*. 194 b 15.

Empero, obtener el poder que brinda el conocimiento no es lo único que define a la unión entre matemáticas y física; también es posible pensar en esta unidad como algo que no puede dejar de ser cuando se busca una manera de enunciar aquéllo que es verdadero, y que como tal ha de ser universal y necesario. Es decir, que libre a quien busca lo verdadero de perderse en la multiplicidad de maneras en que algo puede ser dicho, las cuales proceden de la disposición para extraviarse en el obscuro laberinto que es la percepción. Y no sólo porque ésta se contradiga al conducir al físico a afirmar la diferencia cualitativa entre los cuerpos sublunares y los supralunares, y a después negar tal diferencia una vez que el poder de la vista es aumentado considerablemente; también porque aquellas investigaciones que toman como punto de partida a la experiencia cotidiana acaban por conducir al físico a buscar causas mucho más alejadas de lo que percibe, tan alejadas que no se puede tener mucha certeza respecto a las afirmaciones que versan sobre ellas.

De este modo, el físico-matemático queda en absoluta libertad para aislar ciertos fenómenos de las circunstancias que los rodean, lo cual permite explicarlos sin tener que recurrir a Dios o a otras causas ocultas⁹⁰ como razones para que éstos ocurran, es decir, el uso de las matemáticas permite al físico centrar su atención sólo en algunas partes del Universo que lo rodea, lo cual implica la posibilidad de tener una mayor comprensión sobre lo que ocurre aún cuando ésta se caracterice por ser cada vez más especializada, es decir, por atender cada vez a una parte menor del Universo infinito que hay por conocer.

Galileo señala esta peculiaridad de la ciencia que inicia al decir por boca de Salviati, su representante en el *Diálogo sobre los dos máximos sistemas ptolemaico y copernicano* que:

...conviene recurrir a una distinción filosófica, diciendo que “comprender” se puede tomar de dos modos, es decir *intensive* o bien *extensive*. *Extensive*, esto es respecto a la multitud de los inteligibles, que son infinitos, la comprensión humana es como nada, aunque entendiésemos mil proposiciones, porque mil respecto a la infinitud es como un cero. Pero tomando el “comprender” *intensive*, en cuanto que este término vale intensivamente, es decir entender perfectamente alguna proposición, digo que el intelecto humano comprende algunas tan perfectamente y tiene de

⁹⁰ Heisenberg. *La Imagen de la Naturaleza en la Física Actual*. Orbis. Barcelona. 1985.

ellas una certeza tan absoluta como pueda tenerla la propia Naturaleza. Y así son las ciencias matemáticas puras, es decir la geometría y la aritmética, de las cuales el intelecto divino sabe infinitas proposiciones más, porque las sabe todas, pero creo que el conocimiento de las pocas comprendidas por el intelecto humano igual al divino en la certeza objetiva, puesto que llega a comprender su necesidad, sobre la cual no parece que pueda haber seguridad mayor.⁹¹

Los dos modos de caracterizar a la comprensión respecto a la Naturaleza, de los cuales habla Galileo en el pasaje antes citado, nos dejan ver que al unir el estudio de la física al estudio de las matemáticas se obtiene el beneficio de la certeza respecto a lo que se conoce, misma que puede ser equiparable al conocimiento que tiene un dios creador sobre su creación y se alcanza la posibilidad de progresar constantemente con la esperanza de tener conocimientos sobre cada vez más partes del Universo, pues lo que alcanza a ver un sujeto cognoscente sirve de escalón para que otro pueda ver mucho más, parado siempre en la certeza de que lo visto y afirmado por el anterior es necesariamente verdadero.

Que la ciencia galileana sea progresiva gracias a su vínculo con las matemáticas nos señala además, que el camino que toma el físico pisano para conocer a la Naturaleza, si bien es muy parecido con el que toman los platónicos y los pitagóricos -que señalan como primordial el conocimiento del número o de la forma, en tanto que constituyen a los entes particulares que percibimos en el mundo- no es la misma vía, pues Galileo ya no concibe al número o a la forma como algo que trabaja sobre el material o que subyace a éste.

b) UN NUEVO MODO DE PENSAR A LAS MATEMÁTICAS.

Cuando pensamos que la Naturaleza está escrita en lenguaje matemático, no podemos dejar de recordar a los filósofos pitagóricos, pues para ellos todo es número y armonía, de tal manera que podemos conocer a la Naturaleza al atender las propiedades de los números non y par, es decir, al examinar el paso de la

⁹¹ Galilei, G. *Diálogo sobre los dos máximos sistemas ptolemaico y copernicano*. Biblioteca de los grandes pensadores. Barcelona 2002. Pág. 168.

unidad a la pluralidad, y del punto a la línea⁹²; tampoco podemos dejar de evocar a la teoría de las ideas de los platónicos, la cual considera que lo real es lo formal, lo que implica que lo verdadero es aquéllo que no cambia ni se mueve, de tal modo que sólo puede ser captado mediante la actividad propia del alma, la cual consiste en pensar libre de las ataduras que la ligan a la sensibilidad.

Es debido a esas remembranzas que algunos intérpretes de Galileo consideran a la física clásica como una ciencia neoplatónica, pero cuando el físico pisano dice que la filosofía está escrita en el libro que tenemos ante nuestros ojos, y que éste sólo lo podemos leer cuando manejamos un lenguaje comprendido por figuras geométricas está apuntando hacia la posibilidad de una física arquimediana⁹³, es decir, una ciencia matemática deductiva y abstracta, en la cual el número y la forma ya no son pensados como causas de la existencia de las cosas, sino de otro modo al que conviene prestar atención, si es que queremos saber cómo está pensando a la Naturaleza el académico linceo.

Así pues, si queremos comprender cómo es que entiende Galileo a la forma, al número y por ende a las matemáticas en las que se expresa la Naturaleza que es estudiada por él, necesitamos prestar atención en la abstracción que nos conduce a leer el lenguaje de los triángulos, círculos y las otras figuras geométricas, lo que supone que reflexionemos aunque sea brevemente en lo que hacemos al abstraer.

Pensar geoméricamente al mundo, implica echar mano de la imaginación, pues es obvio que en un espacio geométrico sólo podemos acomodar figuras geométricas, las cuales se caracterizan por ser libres de las imperfecciones del material, y por tanto alejadas de las diferencias que puede haber entre lo grande y lo pequeño, las leyes que explican cómo es una figura geométrica determinada son independientes del tamaño de la misma, en cambio los problemas a los que se ha de enfrentar un artefacto material cuando se le pone a trabajar son diferentes si éste es pequeño o grande⁹⁴.

⁹² Supra. Pág. 54.

⁹³ Cfr. Koyré. A. *Estudios Galileanos*. Siglo XXI. DF. 1981. Pág. 71

⁹⁴ Cfr. Galilei. G. *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*. Losada. Buenos Aires. 2003. Pág. 29.

Galileo pretende hablar sobre la Naturaleza con independencia de las limitantes que se desprenden del material que conforma a las cosas, sin embargo, no pretende que esa libertad lo haga alejarse de la posibilidad de trabajar con las cosas materiales con las que se encuentra cotidianamente, de ahí su interés en mostrar que *las razones de la mecánica tienen sus fundamentos en la geometría*⁹⁵; pues la geometría es la única capaz de vincular el estudio de las matemáticas con los objetos sensibles y el estudio de la mecánica es aquéllo que une a las matemáticas con el examen sobre el movimiento. Veamos cómo ocurre tal cosa.

Nos percatamos de la existencia del Universo mediante el movimiento, de tal manera que al preguntar por lo que somos podemos responder dirigiendo nuestra atención a la relación que guardamos con aquellas cosas que se mueven, ya sea para reconocer el lugar que nos corresponde entre todas las cosas que nos rodean, actitud de la cual se desprende el antropocentrismo del que es acusada la filosofía aristotélica; o para ver las posibilidades que tenemos para manipular todo aquéllo que se encuentra al alcance de nuestra mano, actitud que da primordial interés al examen de la mecánica, pues a partir del mismo el mundo es comprendido como una máquina regida por leyes independientes del sujeto que las estudia pero aprovechables para obtener múltiples beneficios, como la salud o la comodidad que se consiguen a través del trabajo que significa propiciar determinados movimientos en las cosas para tener los resultados deseados.

La necesidad de comprender el lenguaje matemático en el que está escrito el Universo, es el resultado de una comprensión mecánica del mismo, pues la veracidad que de las matemáticas se desprende es universal y necesaria en tanto que no depende de la interpretación que cada sujeto hace sobre las sensaciones que lo guían por la vida; esa cualidad de la verdad matemática es la que permite a la ciencia galileana buscar leyes capaces de describir cómo se mueve el mundo, y no sólo eso sino que también le permite pensar en cómo propiciar determinados movimientos que sean en provecho del hombre, principalmente de aquel amante

⁹⁵ Cfr. Galilei. G. *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*. Losada. Buenos Aires. 2003. Pág. 29.

del saber que necesita asaltar el balcón de la Naturaleza para dejar que ésta se muestre tal cual es⁹⁶.

Cabe señalar que es debido a la comprensión mecánica del mundo que los movimientos que ocurren en el mismo puedan estudiarse sin la necesidad de ir muy lejos en la investigación respecto a las causas, de hecho con saber que al presentarse un movimiento A entonces se sucede un movimiento B es más que suficiente, y esta relación entre una causa y un efecto puede ser expresada mediante una proposición capaz de enunciar una multiplicidad de movimientos de los que nos percatamos en la vida cotidiana.

Si no somos cuidadosos al leer las proposiciones con las cuales Galileo explica lo que ocurre en la Naturaleza, pensada como mecanismo, podemos acusar a la física galileana de estar alejada de la vida cotidiana, incluso de ser ajena a la misma, en tanto que el lenguaje que utiliza implica una separación muy tajante respecto a la cualidad, y por ende a la materialidad de las cosas de las que se ocupa. Sin embargo, hay que tener en mente que Galileo señala que el lenguaje que hay que aprender a descifrar es el de la geometría y no el de la aritmética, porque la primera está mucho más próxima a la sensibilidad que la segunda, en tanto que echa mano de la imaginación para separar lo que se puede medir de las cosas que percibimos cotidianamente, mientras que la otra se ocupa del estudio de las relaciones entre los números sin algo que la una necesariamente con la vida cotidiana.

La afirmación anterior, puede resultar demasiado obscura si no reconocemos que una de las características principales de la imaginación es que sólo podamos transformar formas sensibles en otras formas sensibles⁹⁷, es decir, que al estudiar geoméricamente al movimiento, la imaginación, que es la que nos permite separar el aspecto cuantificable del mismo de la cualidad de lo que se mueve, se encuentra limitada para no poder construir un espacio al azar, de modo

⁹⁶ Cfr. Galilei. G. *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*. Losada. Buenos Aires. 2003. Pág. 38.

⁹⁷ Cfr. Husserl. E., *La crisis de las Ciencias Europeas y la fenomenología Trascendental*,. Crítica. Barcelona. 1990. Pág. 29

que aquéllo que vemos cotidianamente es expresado geoméricamente atendiendo a formas semejantes a lo que percibimos; ciertamente nunca vamos a encontrarnos con un triángulo, un círculo o un cuadrado mientras andamos por el mundo, pero sí podemos ver objetos que sean más o menos triangulares, más o menos planos o más o menos rectos, lo cual nos permite pensarlos como una línea o como una figura en específico colocada en un espacio determinado, en la medida en que vamos abstrayendo las particularidades de las cosas que vemos

Así pues resulta que cuando Galileo habla de forma, en lo que está pensando es en lo que resulta de la abstracción que hace el pensamiento del aspecto cuantificable, medible, de las cosas que rodean al sujeto que pretende conocer a la Naturaleza. De modo que, cuando Galileo habla de forma en lo que está pensando es en lo que resulta de la abstracción que hace el pensamiento del aspecto cuantificable de las cosas que lo rodean, la cual implica una separación limitada por el modo de actuar de la imaginación.

Al pensar a la forma como lo medible, nos alejamos de la idea de ésta como aquéllo que trabaja para que una cosa sea lo que es, lo cual implica un cambio radical en el modo de pensar al movimiento, si bien Aristóteles ve al movimiento como el trabajo que realizan principalmente los seres vivos para mantenerse como lo que son, en la física galileana, éste es un estado en el que puede o no encontrarse un ente, de modo tal que el movimiento deja de ser algo vital para convertirse en algo que ocurre de manera accidental en determinados objetos como las máquinas, las cuales pueden moverse y dejar de hacerlo sin que en ello se les escape el Ser.

CONCLUSIÓN

Tomando en cuenta lo ya expuesto sobre la física aristotélica y la física galileana resta señalar, a modo de conclusión, cómo es que la comprensión de la naturaleza que gobierna a cada una de ellas determina el método que se ha de seguir para estudiar al movimiento, así como determina la manera en que el físico se ha de pensar a sí mismo en tanto que es investigador de la naturaleza y ente natural.

Cabe señalar al lector que lo que presento en este apartado final no es una comparación que pretenda señalar una por una las grandes diferencias que existen entre las ciencias aquí examinadas, pues hacer tal cosa supondría olvidar que la física aristotélica y la galileana parten de nociones de la naturaleza que son incomparables debido a que no tienen nada en común.

Recordemos que la distancia entre la *φύσις* aristotélica y la naturaleza matematizada de Galileo inicia desde la primera mirada que cada pensador dirige a la Naturaleza; mientras que Aristóteles contempla a los movimientos que se presentan primero a los sentidos, que son los movimientos que se realizan en la esfera sublunar⁹⁸; Galileo observa los movimientos que realizan los astros⁹⁹, anulando con ello la posibilidad de pensar tales movimientos como propios de seres distintos a los que hay en la Tierra.

De estas miradas que no se cruzan entre sí, se desprenden dos líneas de investigación que colocan al físico, en tanto que investigador de lo natural, en un lugar diferente, y ese lugar se colige de lo que se ha dicho ya respecto a cada una de estas miradas, de modo que lo que aquí presento es una exposición respecto a lo que se infiere sobre esta cuestión, una vez realizado el examen sobre ambas ciencias.

En cuanto a la física aristotélica, cabe recordar que ésta se ocupa de los movimientos que suceden en la esfera sublunar, lo que significa que la comprensión de lo que es el movimiento depende a su vez de la comprensión de lo que nosotros mismos somos, o bien a la inversa nuestra comprensión sobre el

⁹⁸ Cfr. Supra. Pág. 59.

⁹⁹ Cfr. Supra. Pág. 73.

movimiento determina la manera en que nos pensamos, puesto que somos seres naturales.

En tanto que somos entes que nos movemos, es decir, somos magnitudes con principio, medio, y fin; y que tenemos en nosotros mismos la fuente en la que se origina nuestro movimiento, cambio y reposo¹⁰⁰, nuestra comprensión sobre la naturaleza tendrá como punto de partida a nuestra experiencia cotidiana, de tal manera que el discurso que se vaya articulando sobre el movimiento sea capaz de dar cuenta, satisfactoriamente, sobre lo que nosotros mismos vemos que somos y hacemos, al tiempo que da cuenta sobre lo vemos que son y hacen los demás entes que se mueven.

Al tener presente que una clara comprensión sobre el movimiento depende de la observación de lo que nosotros mismos hacemos y de lo que vemos que hacen los demás seres que se mueven, se aprecia que el lugar que el físico aristotélico debe ocupar en su investigación es el centro¹⁰¹. Pues es el físico quien al moverse percibe al movimiento, de modo que al preguntar por el movimiento, pregunta por lo que él mismo hace y por lo que ve que hacen otros entes con los que se relaciona cotidianamente. De este modo resulta que sin la certeza que nos brinda la sensibilidad no sería posible comprender absolutamente nada de lo que ocurre a nuestro alrededor¹⁰², pues no estaríamos partiendo de nuestra experiencia primaria del movimiento.

Así pues, del reconocimiento que hace el Estagirita a la certeza que nos brinda la percepción, como punto de partida confiable para iniciar una investigación sobre la naturaleza, se desprende la necesidad de que el físico reflexione primero respecto a lo que él mismo es¹⁰³, de tal manera que se percate de los límites que como ser finito tiene, los cuales irremediamente se verán

¹⁰⁰ Cfr. Supra. Pág. 41.

¹⁰¹ El lugar que ocupa el físico en la investigación que realiza Aristóteles sobre la naturaleza, abre la posibilidad de que la ciencia aristotélica sea criticada de antropocéntrica. Como la finalidad de esta tesis no es demostrar si la crítica respecto al antropocentrismo es justa o no, me limito a señalar que el lector puede encontrar un examen sobre esta crítica en Sachs J. *Aristotle's Physics. A guided study*. Rutgers University Press. New Jersey. 1995

¹⁰² Cfr. Supra. Pág. 65.

¹⁰³ Cfr. Supra. Pág. 68.

reflejados en su trabajo. Esto es, que las limitantes propias del físico, en tanto que ser finito, se verán reflejadas en su comprensión del cosmos.

Del mismo modo, si tomamos en cuenta el lugar que ocupa el físico en la comprensión de la naturaleza que gobierna a la investigación de Aristóteles, se aprecia con mayor claridad la necesidad de seguir el camino tomado por él en la búsqueda de una articulación satisfactoria sobre el movimiento.

Recordemos cómo se da esto. Si el primordial punto de partida en esta investigación es el físico, porque es un ser que se mueve, y porque es capaz de reflexionar sobre su propio movimiento, entonces hay que comenzar por examinar lo que el físico considera primero para nosotros, es decir lo que se nos muestra como evidente cuando preguntamos qué es lo que permanece en el cambio.

Como las primeras respuestas a esta interrogante atendieron al material¹⁰⁴ o la forma¹⁰⁵, se tornó necesario ver si alguna de estas puede decirnos con claridad lo que es lo natural, de ahí que Aristóteles comenzara su investigación sobre el movimiento con un examen respecto a estas cuestiones.

Se ha demostrado ya que ni el material ni la forma¹⁰⁶ son capaces de decir con claridad lo que es la naturaleza, pues una articulación sobre el movimiento basada únicamente en alguno de estos elementos constitutivos del ser que se mueve no resulta satisfactoria en tanto que termina cancelando aquéllo que se pretende estudiar, lo que conduce al investigador de la naturaleza que sigue esta vía a buscar una nueva manera de pensarla¹⁰⁷.

Esta nueva manera de pensar a la naturaleza implica la concepción de un *εἶδος*¹⁰⁸, pensado como aquéllo que trabaja sobre el material y que de alguna manera es limitado por el mismo. En tanto que la forma no puede imponerse sobre cualquier material que se le presente, la reflexión sobre lo que es la naturaleza desemboca en la comprensión de la *οὐσία*¹⁰⁹, la cual parte del hecho de que el

¹⁰⁴ Cfr. Supra. Pág. 26.

¹⁰⁵ Cfr. Supra. Pág. 31.

¹⁰⁶ Cfr. Supra. Pág. 24.

¹⁰⁷ Cfr. Supra. Pág. 34.

¹⁰⁸ Cfr. Supra. Pág. 34.

¹⁰⁹ Cfr. Supra. Pág. 37.

físico es *οὐσία*, es decir es un ser independiente que tiene en sí mismo la facultad para moverse o reposar, y cuyo movimiento se realiza conforme a una finalidad.

Que el físico como ser que se mueve, y es capaz de percatarse de su movimiento y del movimiento de los entes que le rodean, sea el punto de partida y, en última instancia, el punto de llegada en la investigación sobre la naturaleza, refleja el carácter cíclico, y por ende no progresivo de la física aristotélica, a menos que se entienda por progreso la comprensión de lo que es primero por naturaleza.

Además, al hacer una investigación que se fundamenta en el físico, ésta no puede dejar de lado el hecho de que éste como *οὐσία* que es se conforma por la unidad indisoluble entre material y forma, de tal manera que la articulación sobre la naturaleza ha de considerar al mismo tiempo a estos dos elementos que se aprecian en el examen de la unidad que se mueve, lo que desemboca en la imposibilidad de decir matemáticamente lo que es el movimiento, pues las matemáticas no atienden a la cualidad de lo que se mueve¹¹⁰.

Así pues el método seguido por la física aristotélica se ve determinado por la necesidad de examinar al movimiento atendiendo a la cualidad de lo que se mueve, pero como la atención a la cualidad no es suficiente para decirnos por qué algo se mueve, se torna necesario iniciar el examen sobre lo natural atendiendo a las diferentes maneras de responder a esta última pregunta, lo que significa que hay que hacer un examen sobre las causas del movimiento.

Lo antes dicho nos muestra a la física aristotélica como una ciencia causal en tanto que aquéllo a lo que se llega es iluminado por la comprensión de las causas que lo hacen ser lo que es; y como una ciencia cíclica porque toma como punto de partida lo que será el punto de llegada, que es el ser en movimiento.

Por lo que respecta a la física galileana, hemos visto ya que ésta difiere radicalmente de la ciencia aristotélica, y que esta diferencia se concentra en la noción de naturaleza matematizada¹¹¹ que la gobierna y de la que se desprende la necesidad de pensar al físico y al trabajo de éste de una manera diferente.

¹¹⁰ Cfr. Supra. Pág. 65.

¹¹¹ Cfr. Supra. Pág. 82.

Al comprender a la naturaleza como un libro que ha sido escrito en el lenguaje de los triángulos y los círculos y que nos revela algo filosófico, Galileo une el estudio de las matemáticas con el de la naturaleza, y en última instancia con el de la verdad, siempre que ésta sea identificable con la precisión al hablar sobre lo natural¹¹².

Pero esta identidad entre lo preciso y lo verdadero no es gratuita, porque para lograr encontrar algo que pueda ser calificado como cierto es necesario renunciar a la certeza que nos brinda la percepción¹¹³ en pos de la exactitud con la cual un instrumento nos puede mostrar a la realidad. Esto se aprecia con claridad en el caso del telescopio, del cual ya hablé en la primera parte del apartado dedicado a la física galileana¹¹⁴, y del que conviene traer a la memoria algunas consideraciones.

Es importante recordar que el uso del telescopio da pauta para que la investigación respecto a la naturaleza sea de carácter instrumental, en especial cuando pensamos en que la labor del instrumento no es aumentar el poder de los sentidos para percibir las cosas, más bien es la de medir o bien permitir la medición, y por ende la de abstraer el aspecto cuantificable de las cosas que percibimos.

Ahora, no hay que dejar de lado que al abstraer el aspecto cuantificable de lo medido, es decir, al matematizar lo que percibimos, no nos alejamos completamente de lo que nos dice la experiencia cotidiana¹¹⁵, de modo que se puede pensar en la experimentación como un elemento fundamental de la investigación sobre la naturaleza, en tanto que ésta corrobora lo que el cálculo demuestra.

Tomando en cuenta que la experimentación, como ejercicio que corrobora lo ya demostrado por el cálculo, depende de la construcción de instrumentos cada vez más eficaces para medir con mayor exactitud aquello que se pretende

¹¹² Cfr. Supra. Pág. 82.

¹¹³ Cfr. Supra. Pág. 73.

¹¹⁴ Cfr. Supra. Pág. 74.

¹¹⁵ Cfr. Supra. Pág. 85.

conocer, vemos que la ciencia galileana tiene la capacidad de progresar en la comprensión de lo estudiado¹¹⁶, aún cuando ese progreso signifique una mayor especialización y por ende un mayor entendimiento respecto al carácter infinito de la naturaleza que se pretende conocer.

Al dar tal valor a la construcción de los instrumentos que nos permiten medir, el físico no sólo se convierte en un matemático preocupado por conocer las ecuaciones apropiadas que le permiten hablar sobre el movimiento, también sale a la luz que éste se termina convirtiendo en un técnico que ha de perfeccionar su arte en la medida en que pretende perfeccionar a los medios con los que mide al Universo.

Además, al considerar como verdadero lo que es matemáticamente correcto, porque así lo han corroborado los experimentos apropiados, se infiere que lo real es lo racional, lo que implica que la verdad, a la que aspira el físico que sigue esta vía, es sólo la repetición de una misma afirmación, pero expresada en diferentes términos lo que la hace incapaz de responder a la pregunta ¿por qué algo se mueve¹¹⁷?

Hasta aquí se aprecia con claridad que la ciencia galileana sólo es progresiva en tanto que va mostrando como verdadero lo que ya es aceptado como tal debido a que se apoya en la certeza que nos brindan las matemáticas, las cuales exigen del físico una renuncia a la evidencia que se desprende de la percepción, a menos que ésta sea mediada por el uso de algún instrumento.

El rechazo a la certeza inicial que nos da la percepción deja al físico fuera de su propia investigación, a menos que éste se vea a sí mismo como un ser medible y cuyos movimientos se realizan mecánicamente, o como el constructor de instrumentos que ayudan a medir.

En tanto que ser medible, el físico galileano no deja lugar a la reflexión sobre lo que él mismo es y las causas que lo hacen ser lo que es, de ahí que se vea desinteresado por todo hecho humano que no se pueda explicar mecánicamente mediante las demostraciones apropiadas. Y en tanto que

¹¹⁶ Cfr. Supra. Pág.85.

¹¹⁷ Cfr. Supra. Pág. 81.

constructor de instrumentos que le ayudan a progresar sobre las bases ya fundadas por constructores anteriores, el físico galileano sólo puede pensarse a sí mismo como un hombre de hechos que trabaja para desarrollar una ciencia de hechos.

EPÍLOGO.

Una vez examinadas las diferencias entre la ciencia aristotélica y la ciencia galileana, es posible dedicar unas líneas a la relación que tienen ambos modos de conocer a la naturaleza con la felicidad que prometen al hombre. Pues si bien ambas ciencias procuran el bien para el hombre, los bienes que traen consigo son tan disímiles que es posible vislumbrar cuál es preferible.

Así pues, podemos ver que el físico aristotélico sólo depende de su capacidad para pensar, porque el conocimiento de la naturaleza y de sí mismo en tanto que ente natural se centra en el examen sobre lo que regularmente pensamos y tiene como finalidad mostrar el mejor modo de hablar sobre aquéllo que pretendemos conocer. Esta finalidad es accesible al hombre, pues toma como referencia a los límites propios del λόγος, sin que ello garantice el conocimiento sobre lo investigado.

Bien se puede considerar que esta ausencia de garantías supone la infelicidad para el físico aristotélico, pero esa consideración es propia de quien pretende el dominio de aquéllo que busca conocer, pues sólo quien pretende dominar requiere de garantías, mismas que no solicita aquél que funda su felicidad en contemplar al Ser y con ello ser menos ignorante.

En cambio, el físico galileano no se limita al examen de lo que cree, pues su finalidad al conocer a la naturaleza es medirla y manipularla para dar al hombre los beneficios de esa manipulación, lo que lo obliga a salir de la vida contemplativa ya sea para buscar los medios que le permitan desarrollar instrumentos cada vez más sofisticados o bien para ofrecer el uso de aquéllo que va desarrollando. Pero, esta conexión necesaria con los otros miembros de una comunidad, de la cual hasta cierto punto puede prescindir el físico aristotélico, se contrapone con el olvido del hombre que supone estudiar a la naturaleza, y a sí mismo en última instancia, olvidando los límites de la experiencia cotidiana y del pensamiento.

Esta contradicción entre la búsqueda de lo *bueno para el hombre*, entendiendo como bueno el confort y la seguridad que se desprenden de la posesión de garantías sobre el buen funcionamiento de los instrumentos desarrollados, y el olvido del mismo, deja al científico galileano lejos de sentirse

completo con la actividad que realiza, pues cuando mide ha de dejar de lado que es hombre y cuando sale del laboratorio ha de olvidar que es físico.

Teniendo esto presente, se vislumbra como actividad preferible el modo de conocer a la naturaleza empleado por Aristóteles, pues éste no parte en dos a quien investiga. Sin embargo, resulta bastante iluso pensar que este modo de acercarse a la φύσις es accesible a todos, pues para lograr tal no basta con saber pensar, hace falta el impulso erótico que mueve a quien contempla a sentirse feliz con la vista de lo amado.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Aristóteles. *Acerca de la generación y corrupción. Tratados breves de historia natural*. Traducción de E. La Croce y A. Bernabé Pajares. Gredos. Barcelona. 1998.
2. Aristóteles. *Acerca del alma*. Traducción de Tomás Calvo Martínez. Gredos. Barcelona. 2000.
3. Aristóteles. *Acerca del cielo. Meteorológicos*. Traducción de M. Candel Sanmartín. Gredos. Barcelona. 1996.
4. Aristóteles. *Ética Nicomáquea*. Traducido por Julio Pallí Bonet. Gredos. Barcelona 2003.
5. Aristóteles. *Física*. Traducido por Ute Schmidt Osmanczik. UNAM. México. D.F. 2001.
6. Aristóteles. *Metafísica*. Traducido por Tomás Calvo Martínez. Gredos. Barcelona. 2003.
7. Aristóteles. *Tratados de lógica*. Tomo I. Traducción de M. Candel Sanmartín. Gredos. Barcelona 1995.
8. Aristóteles. *Tratados de lógica*. Tomo II. Traducción de M. Candel Sanmartín. Gredos. Barcelona 1995.
9. Aristotelis. *De anima*. Preface by Ross W.D. Oxford University Press. Great Britain. 1974.
10. Aristotelis. *Metaphysica*. Preface by Jaeger W. Oxford University Press. Great Britain. 1969.
11. Aristotle. *Metaphysics*; Traslated by Joe Sachs. Green Lion Press. Santa Fe, New Mexico. 2002.
12. Aristotle. *On de Soul and on Memory and Recollection*. Traslated by Joe Sachs. Green Lion Press. Santa Fe, New Mexico. 2004.
13. Aristotle. *Physics. And A Guided Study* by Joe Sachs. Rutgers University Press. New Jersey. 1995.
14. Aspe V. Llano C. et al. *Ensayos Aristotélicos*. Publicaciones Cruz-O. S.A. México 1996.

15. Bacon. *Descripción del globo intelectual. Teoría del cielo*. Traducción de Elena A y Pascual M.J. Tecnos. Madrid 1998.
16. De Cusa. N. *La docta ignorancia*. Aguilar. Buenos Aires. 1981
17. Drake. S. *A Very Short Introduction*. Preface. Oxford University Press. Oxford. 2001.
18. Drake. S. *Galileo at Work: His Scientific Biography*. Dover Phoenix Editions. 2003.
19. Egger. L. C. *Los filósofos presocráticos I*. Gredos. Madrid. 1986.
20. Galilei. G. *Carta a Cristina de Lorena y otros textos sobre ciencia y religión*. Alianza. 2006
21. Galilei. G. *Diálogo sobre los dos máximos sistemas ptolemaico y copernicano*. Biblioteca de los grandes pensadores. Barcelona 2002.
22. Galilei. G. *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*. Losada. Buenos Aires. 2003.
23. Galilei. G. *El Ensayador*. Aguilar. Buenos Aires. 1981.
24. Galilei. G. Kepler. J. *La gaceta sideral. Conversación con el mensajero sideral*. Alianza. Madrid. 2007.
25. Hegel. G.W.F. *Lecciones sobre la historia de la filosofía I*. F.C.E. México. 1996.
26. Heisenberg. *La Imagen de la Naturaleza en la Física Actual*. Orbis. Barcelona. 1985.
27. Husserl. E. *La crisis de las Ciencias Europeas y la fenomenología Trascendental*. Crítica. Barcelona. 1990.
28. Jonas. H. *El Principio Vida: Hacia una Biología Filosófica*. Trotta. Madrid. 2000.
29. Klein. J. *Greek Mathematical Thought and the Origin of Algebra*. Traslated by Brann. E. Dover publications, Inc. New York. 1992
30. Koyré. A. *Del mundo cerrado al universo infinito*. Madrid. 1992.
31. Koyré. A. *Estudios Galileanos*. Siglo XXI. DF. 1981.
32. Plato. *Plato's shopist or the profesor of wisdom*. Traslated by Brann E. Kalvage et Salem E. Focus publishing. Newburyport. 1996.
33. Platón. *Diálogos V. Sofista*. Traducción de N. Luis Cordero. Gredos. Barcelona. 2003.