

El pensamiento físico en la cosmovisión occidental

Negrete Ballesteros, Plinio*

Resumen

En este trabajo se muestra cómo en la física de Aristóteles y de Platón se encuentran ya prefigurados muchos de los elementos que van a constituir el núcleo central del pensamiento occidental moderno. A este respecto, se discuten las nociones de materia, espacio, tiempo y movimiento como, quizá, el mayor aporte que la física ha dado en la conformación del pensamiento occidental moderno. La física, como ciencia modelo, ha contribuido enormemente al fundamento lógico-racional de la cosmovisión occidental; encara ahora el reto de impulsar, de alguna manera, el fundamento ético de dicha cosmovisión.

Palabras clave: física y cosmovisión, ciencia y ética, epistemología y física.

Abstract

In this work we show how in Aristotle's and Plato's physics are already prefigured important constitutive elements of modern western thinking discuss here the concepts of matter, space, time and movement as a major contribution physics has given to modern western thought. Therefore, Physics, as a model science, has greatly contributed to rational-logic fundament of western cosmovision; now it is facing the strive of enforcing, in some way, the ethical fundament of such cosmovision.

Key words: physics and cosmovision, ethic and science, epistemology and physics

Résumé

Cet article ci-dessous essaie de montrer comment dans la physique de Aristotles et de Platon on trouve bien pre-figurés des éléments qui

* Profesor investigador de la Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela. E-mail: pnb2000@cantv.net.

constituiron le point central de la pensée occidentale moderne. Donc, on discute dessous les notions de matière, espace, temps et mouvement comme, probablement, le plus rélévant contribution donnée par la physique dans la formation des paradigmes de pensée occidentaux modernes. La physique, en tant que science moderne, a fait des grandes contributions au fondament logique-rational de la cosmovision occidentale. Actuellement, le défi dévient ce-lui de pousser le fondament étique de telle cosmovision.

Mots clefs: Physique et cosmovision, étique et science, épistémologie et physique.

1. Introducción

La primera lección que oye todo estudiante de Física versa invariablemente sobre el aporte de Galileo a esta ciencia. Al mismo tiempo, y más o menos en la misma lección, se informa acerca del avance cualitativo, desde el punto de vista del **conocimiento**, de la Física de Galileo con respecto a la Física conocida y enseñada por el griego Aristóteles. Queda la impresión de que en este punto no se hace justicia al filósofo griego, ni en lo histórico, ni en lo científico. En la primera sección de este trabajo presentaremos algunos argumentos en favor de esta tesis.

Por lo general, pocos discuten que el pensamiento occidental moderno tiene sus raíces en la antigua cultura griega, en especial, en Aristóteles y Platón. Por muchas razones, la Física gravita fuertemente en el pensamiento y la doctrina del Estagirita Peripatético, como también se ha llamado a Aristóteles.

Es bueno señalar, como antesala de la argumentación que sigue, que el pretendido antagonismo entre la **Física de Galileo** y la **Física de Aristóteles** se funda, a nuestro juicio, en cierto prejuicio

surgido y cultivado en la sociedad medieval europea en el sentido de que la física aristotélica surgía de su doctrina metafísica. La ciencia moderna, se dijo entonces, ya no requiere fundarse en nociones metafísicas, con lo cual Aristóteles queda relegado. Ciertamente hay algo de esto en el acta de fundación del pensamiento occidental moderno; pero también es cierto que tal prejuicio es solo un aspecto parcial y limitado de la influencia, más amplia, de la doctrina aristotélica en la conformación del pensamiento científico moderno.

Un estudioso de Aristóteles sostiene que el Estagirita funda sus doctrinas metafísicas precisamente en la Física, y no al revés como se hace aparente al revisar los orígenes oficiales del pensamiento moderno. (Montoya, 2001).

Para ilustrar este punto, permitámonos exhibir algunos apuntes referidos a nociones físicas expresadas y desarrolladas por Aristóteles.

2. Contribución aristotélica

En la traducción de la Física de Aristóteles, (editada por W. D. Ross, por la Oxford at the Clarendon Press), Ross señala que muchos de los términos técnicos usados por Aristóteles presentan considerable dificultad para el traductor. Menciona los siguientes (entre otros): *kínesis*, traducido por *cambio*, distinto de *metabolé* y por tanto más restringido que “cambio”. Por ello, el traductor se inclina por traducirlo como “motion” o “movement” (en inglés). En la misma traza, el término griego *fora* con el relativo *ferestai* lleva a traducir dichos términos como “carry” o “locomotion” (inglés). Tales términos Aristotélicos suenan, en verdad, muy modernos.

En nota al pie de página de la traducción Libro I de la Física, el traductor escribe:

El presente trabajo, usualmente llamado la Física, trata del cuerpo natural en general: los cuerpos especiales se discuten en otros trabajos de Aristóteles sobre física, como *De Caelo* y otros. El primer libro concierne a los elementos de un cuerpo natural (materia y forma); el segundo principalmente con los diferentes tipos de causa estudiadas por el físico. Los Libros III –VII tratan del movimiento, y las nociones implicadas al mismo. El objeto del Libro VIII es el primer motor, el cual, aunque no es en sí mismo un cuerpo natural, es la causa del movimiento en los cuerpos naturales (Hardie, R. P. Oxford).

En este trabajo de la Física de Aristóteles se encuentran ya prefigurados muchos de los elementos que van a constituir el núcleo central del pensamiento occidental moderno. Revisemos a continuación algunos de estos elementos:

En consideración al método de estudio, en general, escribe:

Cuando los objetos de una investigación, en cualquier área, tienen principios, condiciones o elementos, es entonces a través del trato con éstos que el conocimiento, es decir, el conocimiento científico, se obtiene. Porque no pensamos que conocemos una cosa hasta que la hayamos tratado con sus condiciones primarias de primeros principios, y hayamos llevado a cabo nuestro análisis hasta llegar a sus elementos más simples.

El modo natural de hacer esto es empezar con las cosas que son más cognoscibles y obvias para nosotros y proceder a partir de ello hacia aquéllas que aparecen más claras y más cognoscibles por naturaleza; puesto que las mismas cosas no son cognoscibles relativamente a nosotros y ‘cognoscibles’ sin calificación alguna.

Así que en la presente investigación debemos seguir este método y avanzar desde lo que es más oscuro por naturaleza, pero más claro para nosotros, hacia lo que es más claro y más cognoscible por naturaleza.

Ahora bien, lo que aparece como pleno y obvio a nosotros en primera instancia es más bien una masa confusa, cuyos elementos y principios llegamos a conocer posteriormente mediante el análisis; Así, debemos avanzar de las generalidades a los particulares puesto que lo que es mejor conocido por la percepción de los sentidos es el todo, y una generalidad es una clase de todo, que comprende muchas cosas dentro de sí, como partes de él.

Encontramos trazas profundas de esta Física en representantes notables del pensamiento occidental moderno como Bacon y Descartes, a quien nos referiremos en su oportunidad.

En otro aparte del discurso aristotélico, escribe:

...nosotros los físicos, por otro lado, debemos tomar como un hecho que las cosas que existen por naturaleza, o bien todas o bien algunas de ellas, están en movimiento, lo cual se nos aparece plenamente claro por inducción. Más aún, ningún científico está obligado a resolver toda clase de dificultad que pueda surgir en su investigación, sino aquellas que se muestran falsas a partir de los principios de la ciencia.

La resonancia de este texto es cardinal en la contribución respectiva de Newton, y posteriormente de Popper en el pensamiento occidental moderno.

La idea de **movimiento** es fundamentalmente una idea física. Es posible que sea, sin duda, una de las ideas primarias. Es así mismo, una de las estructuras básicas del pensamiento occidental. Pero no solo la idea en sí misma, sino los varios modos en los que esta idea

ha sido concebida y tratada. Desde Aristóteles, pasando por Newton hasta llegar a Einstein, la física ha revitalizado al pensamiento occidental con su concepción del movimiento. En el marco del pensamiento occidental, lo que se discute en este aspecto no es qué sea el movimiento en sí, sino más bien, la forma como éste se manifiesta a nuestro conocimiento y esto viene de la Física.

3. Materia, espacio, tiempo y movimiento: el cuarteto de la Física.

La segunda gran contribución de la Física al pensamiento occidental moderno es lo relativo a la **Materia**. Es ésta, quizá, una de las nociones más fundamentales en la estructuración del pensamiento occidental, y, por lo mismo, el soporte primero de su racionalidad. Aristóteles plantea este asunto preguntándose si la sustancia de un objeto natural —su fuente de cambio interno— reside en su materia o en su forma, en el supuesto fundamental de la física de que hay entes naturales y estos están constituidos por materia y forma.

Lo relativo a la materia y su constitución física es, quizá, el aporte mayor que ha hecho la física a la conformación del pensamiento occidental moderno. Y ello es así porque la reflexión sobre la materia se articula necesariamente con el espacio y el tiempo, de modo que podemos afirmar que la estructura fundamental del pensamiento occidental moderno está constituida por una articulación concertada de estas cuatro nociones: **materia, espacio, tiempo y movimiento**, todas ellas surgidas de la Física.

Descartes considera que la Física no puede alcanzar la verdad si no se apoya en la metafísica (que a su vez se apoya en la razón). El

hombre puede cambiar la materia; al hacerlo, quizá pueda **intuir** qué sea la materia. Por esta vía, Descartes asocia la materia con dos tipos de sustancias, cuyo alcance es el de distinguir la forma corpórea de lo que no tiene ese carácter; así, el movimiento solo quedaría adscrito a la forma corpórea de la Materia. De esta tesis dual cartesiana se desprende una Física que trata solo de cuerpos extensos, movimiento como accidente de dichos cuerpos e impenetrabilidad de la sustancia material (cuerpos rígidos). Esta dualidad cartesiana es también responsable de la aparición de la sucesión temporal como un absoluto necesario.

En este contexto, para el pensamiento, la materia, la extensión y la corporeidad son exactamente lo mismo. El movimiento es algo diferente. Este constituye la posibilidad de cambio de la materia.

Leibniz, quien con Descartes y Newton impulsó fuertemente la conformación del pensamiento occidental moderno, tiene una visión diferente de la relación entre estas nociones fundamentales. Considera Leibniz que la percepción del observador puede llevarle a desprenderse de la visión unitaria y total, que equivale a separar su ángulo de visión particular y ubicarse como un punto de observación absoluto. Es esta una de las consecuencias de la corporeidad, que hace válida la tesis newtoniana.

En las teorías relativistas, el tiempo (y el espacio) aparecen articulados a la sustancia no como absolutos, externos, sino como relatividades o accidentes internos de la sustancia.

Las nociones de materia, espacio, tiempo y movimiento y su articulación, son quizá el mayor aporte que la física ha dado en la conformación del pensamiento occidental moderno.

4. Phisis y cosmovisión

Douglas Hofstadter ha introducido el concepto de “**Bucle Extraño**” para indicar “el fenómeno que ocurre cada vez que habiendo hecho hacia arriba (o hacia abajo) un movimiento a través de los niveles de un sistema jerárquico dado, nos encontramos inopinadamente de vuelta en el punto de partida” (Hofstadter, 1987.)

Empezamos, entonces diciendo que la Física se ha mostrado como un **Bucle Extraño** en el proceso de individuación y humanización del hombre. Históricamente, la actividad humana que se ha perfilado como conductora de este proceso de individuación y humanización es la **ciencia**, constituyendo la Física su elemento fundamental.

Ya desde los tiempos presocráticos, en los albores de la cultura griega, el hombre se encuentra, primeramente con **phisis**. En este contexto primario **phisis** denota, ante todo, el proceso universal de crecimiento. También devenir, pero, además, sustancia primordial o fuente de todo movimiento; algunos autores consideran que **phisis** - cósmica engloba “**el conjunto de los fenómenos** naturales cuyo teatro es el mundo y la realidad natural primitiva, fuente y origen de tales fenómenos”. En otras palabras, phisis es “no solo el sustrato común de todas las cosas que cambian, engendrándolas, permaneciendo a través de las variaciones y unificando su multiplicidad, sino también las mismas cosas que cambian, consideradas en su proceso de cambiar” (Bravo, 2001).

A partir de esta percepción de phisis el hombre hace suya una cosmovisión, una “visión del mundo”, característica

importante en su proceso de individuación y humanización. Entre los presocráticos, encontramos dos ejemplos importantes de una cosmovisión originaria: Heráclito y el fuego, Demócrito y el átomo.

Que se trata de las bases de una cosmovisión lo refleja el carácter mítico-simbólico de estos fenómenos naturales o manifestaciones de phisis. Es conveniente señalar que esta percepción primigenia de phisis apunta a decir **lo que es**, vale decir, se produce en un plano ontológico. Hay, sin embargo, otro plano que contribuye de manera importante en la construcción de la cosmovisión: el plano gnoseológico; esto es, el plano del conocimiento, el aporte de la percepción **del como es**.

Tenemos así, entonces, que en la física presocrática ya podemos distinguir nítidamente tres elementos que, aunque con pesos específicos diferentes, caracterizarán a la ciencia moderna:

- a) La presunción de un basamento ontológico (acerca de qué son las cosas).
- b) La necesidad de un plano gnoseológico (acerca de cómo son las cosas).
- c) La construcción de un aparato epistemológico (acerca de cómo se conocen las cosas).

Así, la física en su evolución, ha sido apegada a este marco estructural que da fundamentos a la cosmovisión vigente en su momento y que pretende el proceso de individuación y humanización del hombre, proceso por demás enunciado claramente por Aristóteles: todos los hombres por naturaleza, desean conocer.

5. Carácter del pensamiento medieval

La Edad Media desarrolla básicamente la física que recibe de Platón y de Aristóteles. Es propio afirmar, entonces, que el fundamento de esta física es el pensamiento griego.

En este período, son tres los territorios del quehacer intelectual en los que la física evoluciona: los **principios de la razón** (lógica), **la experiencia y la revelación**. Partiendo del tercero de estos territorios, surge un método llamado a interpretar también los fenómenos que se manifiestan en los otros dos; de este modo, la **Hermenéutica**, método (científico) oficial del periodo, tiene como objetivo hacer armonizar los tres territorios señalados.

En lo que sigue seleccionamos algunas expresiones de la Física en este período, sustentadas básicamente en lo que podemos denominar **cosmología griega**.

6. De la Física en la cosmología platónica

Las ideas platónicas no están representadas completamente en el mundo físico (más aún, con excepción de la mente, estas están más bien imperfectamente reflejadas en las formas de las cosas físicas; para Platón el mundo físico está en constante cambio. Todo lo que deviene existente tiene una causa. Toda característica de lo que acontece requiere de alguna explicación. Estas características son fluctuaciones aproximadas de límites ideales por ellas sugeridas. **Por tanto**, tanto la existencia, como el carácter de cada existente en la realidad física exigen causas más allá de ellas mismas. **La materia** es eterna (el “stuff” usado por el Demiurgo para indicar “aquello en

lo cual ocurre el devenir”). Entonces, la **cosa** viene a ser **el cambio** en el **medio**. El Arquitecto (Demiurgo) es descrito como un **Alma** o una **Mente**. En todo caso, es un Hacedor de Teoría. La física platónica sugiere tres causas: **el alma o mente**; las **formas** o **ideas**; el **medio**, en el cual se originan los cambios.

La cosmología platónica entonces describe un proceso en el cual se mezclan dos elementos de creación: la realidad no cambiante de las ideas con la realidad cambiante del mundo físico, (la materia). De este modo, se realiza la unidad de la idea y contiene el elemento de cambio y movimiento. La realidad es, entonces, un intermediario entre la forma y el mundo físico.

El mundo físico está en flujo permanente, todo está siempre en devenir y nunca alcanza el estado de estabilidad. Tales fluctuaciones afectan los sentidos del hombre, de allí la imposibilidad de conocer con certeza el objeto observado. Esta limitación, sin embargo, puede ser superada mediante el descubrimiento de otra fuente de conocimiento: la reminiscencia. Se trata, aquí, del conocimiento exacto y estable de las formas, contenido en los conceptos de las matemáticas y la moral.

La doctrina de la ciencia moderna nos ha educado para que demos por supuesto que la física platónica está históricamente superada. Sin embargo Roger Penrose, en su ensayo reciente titulado: *Espacio, tiempo y cosmología*: dice:

Dado que voy a hablar acerca del mundo físico en términos de las teorías que subyacen a su comportamiento, también tendré que decir algo sobre otro mundo, el mundo platónico de las ideas y, concretamente, sobre su papel como mundo de la verdad matemática. Uno puede muy bien adoptar el punto

de vista de que el mundo platónico contiene otras ideas, tales como la Bondad y la Belleza, pero aquí solo me interesaré por los conceptos platónicos de las matemáticas. Para algunas personas resulta difícil concebir que este mundo tenga una existencia independiente. Preferirá considerar los conceptos matemáticos como meras idealizaciones de nuestro mundo físico y, desde esta perspectiva, el mundo matemático se concebiría como algo que emerge del mundo de los objetos físicos.

Pero no es así como yo concibo las matemáticas, ni creo que la mayoría de los matemáticos y los físicos matemáticos tengan esa idea del mundo. Lo conciben de un modo bastante diferente, como una estructura gobernada de manera precisa y de acuerdo con leyes matemáticas y temporales. Por eso encuentran más apropiado considerar el mundo como algo que emerge del **intemporal** mundo de las matemáticas.

Uno de los aspectos más importantes sobre el comportamiento del Universo es que parece estar basado en las matemáticas hasta un grado de precisión extraordinario. Cuanto mejor entendemos el mundo físico, y más profundamente sondeamos en las leyes de la naturaleza, más nos parece que la realidad física se evapora hasta que nos quedamos solos con las matemáticas. Cuanto mejor entendemos las leyes de la física más nos vemos abocados a este ámbito de las matemáticas y de los conceptos matemáticos (Penrose, 1999).

7. De la Física en la cosmología aristotélica

La **estructura** (forma) y la **materia** son partes complementarias de un mismo objeto físico. Estos dos componentes del objeto físico se relacionan mediante los estados de acto y potencia. La materia tiene potencial de forma, y no existe sin la forma. Una combinación proporcional de materia y forma (digamos, un cuerpo),

tiene a su vez el potencial para producir otro cuerpo. Nada viene de la nada (compartido este principio, desde luego, con otros griegos). Todo cambio físico requiere la materia como sustrato; estos cambios son: la cualidad, la cantidad, la sustancia y el lugar. Se reconocen dos estados en acto en los campos orgánicos: la forma y la operación. (Este elemento cosmológico, por otra parte, es fundamento a su vez para la teoría del conocimiento de Aristóteles). En cuanto a la astronomía, el mundo es un sistema cerrado de cuerpos celestes que se mueven alrededor de la Tierra:

a) Los cuerpos supralunares, que se mueven de acuerdo a causas necesarias.

b) Los sublunares, que se mueven de acuerdo con causas contingentes. Sin embargo, Aristóteles no cree que en el mundo sublunar los hechos físicos sean del todo contingentes y deja abierta la posibilidad de que la inteligencia del hombre pueda encontrar un orden (aunque parcial) o algunas verdades necesarias (en otras palabras, la posibilidad de la ciencia física teórica).

Finalmente, el universo Aristotélico está hecho con esferas homocéntricas: tierra, agua, aire, fuego. Más allá de esa serie de esferas: **nada**. Dentro, **todo**.

8. La Física y su evolución en el pensamiento medieval

Hemos anotado previamente que la física concebida en el período que aquí interesa, se funda principalmente en las doctrinas cosmológicas (filosóficas, en general) de Platón y Aristóteles. Al principio del período, y durante mucho tiempo, prevaleció la doctrina

platónica, principalmente en la versión denominada neo-platonismo. Aristóteles se incorpora tardíamente al quehacer “científico” medieval; no obstante, su incorporación trae nuevos bríos a la investigación científica y humanística. Examinamos brevemente la doctrina de algunos notables representantes de la época.

Para Calcidio (17-53 Ac.), se distinguen tres principios: **Dios**, **la materia** y **la Idea**. La materia es indeterminada, en el sentido de que es **potencialidad** de ser o no ser un cuerpo determinado. Entre la materia, puro receptáculo, y las ideas (o formas puras) se encuentra el modo de las cosas engendradas, el mundo físico. **Materia-alma, materia-mente, materia-idea**, he aquí, básicamente, la herencia platónica que sirve de fundamento a todo pensamiento medieval y que sirve de base, también, a su pensamiento físico.

San Agustín (354-430) profundiza esta base platónica, aportando elementos firmes al proceso de individuación, esto es, la definición del hombre. De cierta manera, es san Agustín quien inicia la tradición posteriormente sólida en la investigación científica, de enfrentar a un observador con su observado, se reconoce la curiosidad del hombre por el conocimiento del mundo físico, aunque ello sea para fortalecer la fe. No obstante, admite la importancia de realizar investigación científica, por sí misma (la ciencia por la ciencia misma) y los propósitos éticos.

Quizá la contribución más importante a la física, de san Agustín, es su teoría del conocimiento. Tenemos sensaciones. Entre las sensaciones, unas informan sobre las necesidades de nuestro cuerpo, otras sobre los objetos que le rodean. Lo que distingue a

estos objetos es su inestabilidad, cómo duran en el tiempo; aparecen y desaparecen, se borran y se reemplazan unos a otros sin que sea posible captarlos. Esta falta de estabilidad los excluye de todo conocimiento posible.

Ahora bien, todos los conocimientos derivan de nuestras sensaciones, pero ninguno de los objetos sensibles es necesario, inmutable y eterno; todos son contingentes, mudables, pasajeros. No es posible entonces acumular experiencias, por grande que sea el número, y sacar de ella una regla necesaria. Puesto que, bajo ciertas condiciones, puedo extraer algunas reglas necesarias (por ejemplo que $2+2=4$) deduzco entonces que hay en el hombre algo que lo trasciende, que puede verse a través del pensamiento. Aquí “está” ya la observación (la experiencia) en la evolución posterior de la Física como actividad científica propiamente humana.

Esto constituye un punto crucial en el proceso de individuación, la distinción del yo, que lleva a considerar la matemática como algo fuera de lo dado; este descubrimiento del yo, viene luego de un proceso indirecto después de la actividad primaria de la conciencia que es **la percepción del mundo físico**.

La teoría del conocimiento de san Agustín enuncia otros elementos que aparecen con frecuencia en las teorías y físicas modernas. Entre estos

- La consideración de la memoria como parte de las cualidades del alma racional necesaria para entender y reconocer el conocimiento de la realidad.
- La noción de **simetría**, proporciones y coherencias de formas.

- Finalmente, la descripción del mundo físico como un flujo de estructuras que pueden ser comprendidas solo en términos de reglas de números que trascienden el flujo.

La física considerada por Juan Scoto Eriugena (810) se funda en una previa teoría acerca de la división de la naturaleza. Para esto se consideran los opuestos: lo que es, lo que no es, y su dialéctica. Finalmente, si esta división existe solo en razón o si existe en la naturaleza.

Mediante un ejercicio dialéctico, se llega a formular la hipótesis de un mundo material constituido por la conjunción de cualidades inmateriales que se hacen perceptibles a los sentidos solo en un estado condensado. Por tanto, el universo espacio-temporal de cuerpos está hecho de cualidades no corpóreas. El hombre mismo es, por supuesto, un microcosmos, constituido de la misma manera. Es de notar que esta Física de Scoto Eriugena ya contiene la distribución dialéctica simple- compuesto, a la cual regresaran algunos físicos contemporáneos (Gell-Man 1988).

Esta propuesta del hombre como un microcosmos, a la vez que parte del cosmos en su totalidad, tiene la facultad de distinguir el ser humano de otros seres, sin sacarlo del conjunto. Esta propuesta se deslizará a lo largo de todo el pensamiento medieval, hasta Galileo.

La teoría de la abstracción, de relevancia fundamental para el pensamiento científico y para la liberación intelectual del hombre, encuentra en Abelardo (1079) su intérprete principal. Para desarrollar esta teoría, es necesario establecer antes los basamentos de su teoría psicológica (coherente en la mayor parte con la teoría aristotélica).

La teoría de la abstracción de Abelardo trata de fundar la distinción entre los conceptos universales y los particulares. Los

universales se forman por abstracción; la teoría entonces debe decir **cómo** ocurre la abstracción. Para ello, la materia y la forma se mezclan en las cosas físicas. La mente se encarga, entonces, de hacer los correspondientes análisis y síntesis. Esta teoría pone a la lógica sobre bases firmes, y abre la puerta a la articulación estructural de la matemática con el estudio del mundo físico, lo cual será central en la física de Galileo, la denominada matematización de la naturaleza. Así mismo, el análisis y la síntesis, técnicas convencionales y cotidianas de los alquimistas, serán incorporadas a las prácticas experimentales de la física en su versión química específica.

Los árabes y los judíos introducen muchas doctrinas en occidente, no solo las platónicas sino también las teorías de Aristóteles, las cuales van más directamente a las teorías físicas como las conocemos hoy. En este trabajo hemos seleccionado, entre muchos, dos representantes de ese grupo de investigadores: Alkindi (873) e Ibn Gabirol (1058).

En su **Tratado sobre Artes Mágicas**, Alkindi plantea que si pudiera comprenderse la armonía celeste, entonces sería posible conocer el mundo de los elementos en tiempo y lugar, ya que aquella sería la causa de éste.

Este planteamiento quizá resonó en la mente de Newton, 5 siglos más tarde. Esta doctrina es comprendida en términos de una teoría aún más general que establece que todo lo que existe en el mundo físico envía rayos en todas direcciones, así que **todo** contiene rayos derivados de **todo**. (Recuérdese a este respecto, el principio de Hughsens). Más importante aún es que el conocimiento completo de cualquier cosa simple en el mundo, representa, como un espejo,

la condición total de la armonía celeste, así, **todo** se necesita. Dicho de otro modo, todo está en todo. La Magia Natural se fundaba en tales principios; David Bohm, en nuestra era, ha explorado este tipo de principios al examinar la hipótesis de la interdependencia de todos los fenómenos físicos.

Para Ibn Gabirol, neoplatónico, la materia y la forma se encuentran en todo el mundo creado; en el mundo físico sin embargo, la materia se distingue por su forma **corporal**. El hombre, como microcosmos que es, puede conocer el universo y, por esta vía, tender al conocimiento de Dios, llegando al menos a la Razón Universal y, así mismo, a la Materia Universal.

Para el siglo XIII, Aristóteles es aceptado en el currículo de estudios, al tiempo que se consolidan las grandes universidades europeas. Así, Grosseteste (1175–1253) produce varios ensayos en filosofía natural (es decir, Física), concentrando el interés en los estudios de óptica y de la luz en general, al mismo tiempo que ofrece una teoría del conocimiento. Según esta teoría, la luz física es la base de todas las formas materiales, de allí que podamos tener conocimientos de cosas inteligibles. La sensación es condición necesaria para el conocimiento. La luz física es la forma primaria de la materia corporal; ahora bien, la luz misma se multiplica a partir de un centro de radiación, produciendo el mundo físico. A partir de este principio de radiación, elabora una teoría de evolución del cosmos en términos del comportamiento característico de la luz, y a partir de esta teoría examina la óptica y temas relacionados.

El interés en la matemática, imprescindible para la exposición de tales teorías, será reflejado de manera explícita y clara en su

discípulo y sucesor R. Bacon. Este autor (muerto cerca de 1292), muestra particular interés en el estudio de la matemática y las ciencias experimentales.

Para Bacon, el punto central es el conocimiento de la causa última; pero, el conocimiento pleno de esto exige el conocimiento de las matemáticas y de las ciencias físicas, ya que el conocimiento del mundo físico requiere un estudio de la categoría de cantidad, la cual aparece en toda clase de cambio.

Considera Bacon que hay dos formas de conocer: argumentación y experiencia. La experiencia es más fundamental. Llega a sugerir que, aun en las demostraciones matemáticas, la experiencia de la conclusión tiene mayor grado de certeza que la nueva demostración sin experiencia. La experiencia, a su vez, es de dos clases; una derivada por la vía de los sentidos internos; otra, a través de la iluminación interior. Esta última, sin embargo, es siempre necesaria.

En el período que sigue, el asunto central es el conocimiento por el hombre. Esto, en general, sólo es posible por abstracción de lo percibido del mundo físico. La física va deviniendo, pues, **una ciencia humana**. Tal vez debido al hecho de que las doctrinas aristotélicas se encuentran en la base de todos los desarrollos que surgieron, se creó la impresión de que toda la “ciencia medieval” es pura metafísica; pero, es conveniente observar que en ese período, más bien ocurre que los autores están permanentemente proponiendo una mirada directa a la naturaleza, considerada ésta como parte integral de la “humanidad”.

Considérese, por ejemplo, el caso de Guillermo de Ockham, el filósofo de más influencia en el siglo XIV. Su teoría aparentemente

metafísica, no difiere mucho de las “técnicas” usuales de la física cuántica; el principio de Parsimonia (también conocido como la navaja de Ockham), guarda mucha relación con los enfoques posteriores realizados por Einstein en torno al Universo. De la misma manera, Ockham discute en detalle la relación entre lo simple y lo complejo en el Universo Físico, al cual Gell-Mann ha dedicado recientemente algunos ensayos científicos y literarios. Finalmente, la epistemología desarrollada por Ockham suena enteramente moderna y, sin duda, contiene todos los elementos que luego servirán como fundamento a la epistemología cartesiana, la física experimental de Galileo y la teoría física newtoniana.

9. Antesala del pensamiento moderno

Habíamos empezado diciendo que la física, en su evolución, se ha mostrado como un **bucle extraño** en el proceso de individuación y humanización del hombre. La evolución de la física, como parcialmente hemos demostrado aquí, así lo refleja. Al respecto me permito citar las reflexiones de algunos de los físicos contemporáneos sobre lo que podemos llamar variaciones sobre el mismo tema. Murray Gell-Mann expresa:

En la física de partículas elementales tratamos con entes como los fotones y los electrones, cada uno de los cuales se comporta exactamente de la misma forma donde quiera que estén en el universo.

De hecho, todos los electrones son rigurosamente intercambiables, igual que los fotones. Las partículas elementales no tienen individualidad.

Suele pensarse que las leyes de la física de partículas son exactas, universales e inmutables (dejando de lado posibles

consideraciones cosmológicas), a pesar de que los físicos las abordamos a través de aproximaciones sucesivas. Por contra, disciplinas tales como la arqueología, la lingüística y la historia natural se ocupan de imperios, lenguajes y especies individuales, incluyendo los propios seres humanos. En estas disciplinas las leyes son aproximadas, y tratan de la historia y la evolución que experimentan las especies biológicas, los lenguajes o las culturas.

Ahora bien, las leyes mecanocuánticas fundamentales de la física ciertamente dan lugar a la individualidad. La evolución física del universo, regida por dichas leyes, ha producido objetos particulares diseminados por todo el cosmos, como nuestro propio planeta, y después, a través de procesos como la evolución biológica en la tierra, las mismas leyes han dado lugar a objetos particulares como el jaguarundi y los cóndores, capaces de adaptarse y aprender, y, por último, objetos particulares como los seres humanos, capaces de desarrollar el lenguaje y la civilización y de describir esas mismas leyes fundamentales. (M. Gell-Mann (1988).

Abner Shimony señala:

El tema de renuncia y sumisión a las limitaciones inevitables de la condición humana es recurrente en los escritos de Bohr, y lo coloca, mucho más de lo que él pudo darse cuenta, en una tradición filosófica de renuncia o de excesivo clamor por el conocimiento humano, incluyendo Hume y Kant. Este último sistemáticamente mantiene que los seres humanos no pueden conocer las “cosas en sí”, sino solamente los objetos de la experiencia.

Hay, sin embargo, otra tradición filosófica, los presupuestos del conocimiento humano están abiertos a la plena investigación racional. Una filosofía coherente de acuerdo a esta tradición, tiene no uno, sino dos puntos de partida. Un punto de partida viene dado por la experiencia humana ordinaria, sobre la base de la cual se hacen inferencias acerca

de la constitución del mundo externo mas allá de nosotros. El otro punto de partida consiste en los principios fundamentales de la constitución del mundo, entre los cuales están los principios de la física. De acuerdo a esta tradición filosófica, un sistema filosófico coherente muestra cómo los dos puntos de partida son compatibles y conectados.

En particular, el poder cognitivo del sujeto cognoscente es un legítimo objeto de investigación y no hay “renuncia a la explicación de nuestra propia actividad consciente”. De los varios filósofos pertenecientes a esta tradición (incluyendo Aristóteles, Locke, Leibnitz y quizá, Einstein) no muchos clamarán que se ha obtenido un sistema filosófico, coherente, pero todos encontrarán coherencia en el sentido definido como desideratum filosófico, y no discernirán limitaciones de la facultad humana, lo cual en principio anuncia su adquisición. [Shimony, (1986).]

Para finalizar, veamos esta reflexión de David Bohm [Bohm, 1988)].

Mirando hacia atrás, la idea de que la ciencia podría conducir a una verdad absoluta no era en principio inaceptable. Después de todo, en el siglo XVII Galileo y Newton habían dejado al descubierto una impresionante estructura interna que se refería a la totalidad del Universo. Esto tuvo que sugerir a muchos científicos la idea de que se acercaban a algunos aspectos de la verdad absoluta.

Sin embargo, la ciencia, en su devenir incansable, condujo pronto a nuevos desarrollos de esta “verdad” con el darwinismo, el análisis freudiano, la relatividad y la teoría cuántica.

En la actualidad, este proceso de cambio tiene toda la apariencia de seguir adelante. Así, pues, surgen preguntas como las siguientes: ¿Cómo es posible reconciliar la esperanza de que la ciencia encuentre una verdad absoluta con estas innovaciones radicales en sus fundamentos mismos?

¿Cuál es la relación entre las ideas científicas y la realidad, cuando constantemente se producen tales cambios fundamentales en las teorías científicas? En la actualidad se ha debilitado considerablemente la noción de verdad absoluta, y los científicos se han acostumbrado, al menos de manera tácita, a aceptar la necesidad de cambios interminables en sus conceptos básicos.

A pesar de ello, y al menos en el nivel subliminal, la mayoría de los científicos todavía parecen albergar la esperanza de que, de alguna manera, la misma actividad científica les ofrecerá algún día una noción de verdad absoluta. Parece ser ésta una de las razones por las que muestran tal disposición a defender con gran energía la infraestructura tácita de la ciencia. La tesis del **Bucle Extraño** refuerza esa esperanza.

10. La Física según Descartes

Es tentador discutir aquí un aspecto por demás interesante acerca de la conformación del pensamiento occidental y su relación con la física. Se acepta generalmente que cada cultura organiza su realidad de acuerdo a la visión que tenga del universo. Se ha pensado que la actual cultura occidental desarrolló su modo de organizar la realidad en respuesta a varias necesidades, entre otras, el control de enfermedades y el control del medio ambiente. Parece entonces plausible que el núcleo activo de este Programa incluya dos ideas fundamentales: el **materialismo** y el **dualismo cartesiano**. Ambas ideas encuentran en la física un punto de apoyo y de sustentación; el materialismo, en tanto que su expresión más simple puede ser: “lo que puedo ver y tocar es bien real y todo lo demás es menos real” y el dualismo, en tanto que divide el mundo en dos regiones: esto que soy yo (el mundo interno) y el resto que está fuera de mí (el mundo

externo). La Física, por naturaleza, es la encargada de sustentar el pensamiento acerca del mundo externo (“de lo real”), es decir, de casi todo el conocimiento sobre la realidad, al tiempo que se busca su apoyo para prefigurar y conformar lo que pueda ser apropiado como conocimiento real del mundo interior, programa intentado por otras ciencias, denominadas **humanas**, entre ellas la Psicología.

Hemos señalado que la física ha contribuido fundamentalmente a la formación del pensamiento occidental, especialmente en el desarrollo de la **Teoría de la ciencia**; ésta, a su vez, se apoya definitivamente en un tópico más bien filosófico denominado **Teoría del Conocimiento**. Aquí vemos de nuevo el brazo alargado de la Física. Sucede que, como hemos expuesto anteriormente, la cultura occidental ha mirado al mundo real como escindido en dos partes: un mundo externo, donde la física y su método orientan el conocimiento de ese sector de la realidad. El paradigma de este modo de conocer es la física clásica newtoniana. Pero se tiene también el otro sector, el mundo interno, para algunos reducido a la mente y para otros, algo más rico que la mente, en ocasiones referido como **el alma**. Vale decir que el pensamiento occidental ha encontrado muchos obstáculos para **explicar** los fenómenos que se manifiestan en este sector de la realidad. En tanto referido a lo psíquico, la psicología ha hecho intentos por erigirse como una ciencia racional, para lo cual ha buscado soporte natural en la física; así podemos comprender el esfuerzo de S. Freud y su *Teoría del Inconsciente*; Freud desarrolla una tesis psicológica apoyado primeramente en la física clásica newtoniana. De este modo la ciencia psicológica moderna se adhiere al modelo de la física clásica, en su vertiente mecanicista.

Ulteriores desarrollos realizados por C. G Jung, en la Teoría del Inconsciente y otros fenómenos psicológicos “no ordinarios” (por ejemplo, los fenómenos a-causales), son igualmente interpretados a partir del modelo de la física clásica, aunque en este caso ya se incorporan elementos que corrigen ciertas limitaciones inherentes a la mecánica, pero todavía con sentido en otros campos de la física como la electrodinámica y la termodinámica. Estos fenómenos tienden a mostrar cierto tipo de alteración a lo que en la mecánica clásica se considera su núcleo duro de la teoría, a saber, el **Orden Causal**. Como puede verse, el pensamiento psicológico moderno se ha construido en paralelo con el desarrollo de la teoría física de la época. Siguiendo la pista a esta influencia de la física en la conformación del pensamiento psicológico moderno, resulta interesante observar cómo la interpretación de estos fenómenos no ordinarios (a-causales) corren parejas con desarrollos igualmente no ordinarios en la física, que tienden a subsanar las observadas limitaciones de la física clásica. Surge así un campo de investigación por demás interesante, denominado libremente *Psicología Cuántica*, en virtud de que su apoyo teórico proviene de la física cuántica. Es este un campo de investigación muy activo en la actualidad.

11. La Física en el pensamiento ético

El siglo XX trajo desarrollos y eventos que horadaron el núcleo duro del pensamiento occidental, exigiendo reflexiones y acciones firmes en el campo de la ética, ya no solo en el conocimiento. Entre estos desarrollos y eventos mencionamos: las guerras mundiales y su secuela de violación de derechos humanos, el uso de la energía nuclear con fines de destrucción masiva, la destrucción del medio ambiente y el desastre ecológico en general, el paso gradual de una

era científica a una tecnocientífica y el surgimiento de la cultura globalizada y fuertemente tecnológica.

Los problemas éticos han sido objeto de reflexión en el campo de actividad de la física desde los tiempos de la física cuántica. A raíz del “evento” de destrucción atómica de Hiroshima y Nagasaki, los físicos involucrados en los desarrollos atómicos, entre ellos Max Born y Albert Einstein, consideran necesario evaluar “la dimensión” humana de la gigantesca aventura de pensamiento que destruyó la imagen newtoniana del Universo y la sustituyó por otra nueva y a la vez, reevaluar la forma de pensar nacida con la mecánica cuántica.

Estas reflexiones condujeron a la resolución del Manifiesto de Gotinga, en la cual los físicos atómicos cuánticos contribuyeron de manera estelar. El Manifiesto de Gotinga plantea cuestiones verdaderamente importantes para el debate ético que, no obstante, queda algo relegado debido a las concepciones vigentes al momento acerca de la ciencia, por un lado, y de lo humano, por el otro.

La cultura científica, forjada en buena medida por la física, ha contribuido más que ninguna otra a generar una visión del mundo cuya característica sobresaliente es la **fragmentación**.

En esta visión del mundo, la lógica precede a la ética en tanto razón que la funda. La ciencia, ciertamente ocupa su lugar como orientadora o modeladora de la condición humana, pero es un modelo de ciencia en la que el ser humano solo “**conoce**” a la naturaleza, no “**interactúa**” con ella. Esta limitación es un punto fuerte de debate, en el cual la propuesta planteada es del tipo siguiente: **hasta dónde la lógica, desde dónde la ética**.

El problema de la fragmentación, que para el pensamiento occidental moderno se remonta a la doctrina cartersiana y a la física de Newton, es más delicado de lo que parece, a pesar del gran impulso que la discusión sobre este asunto tuvo en los tiempos de la física cuántica y relativista. El encuentro de la ética con la ciencia no puede soslayar la exploración de este asunto, entre otras cosas porque la ciencia ha avanzado hacia formas de integración que entran en conflicto con los paradigmas lógicos de conocimiento, propios de las concepciones fragmentarias del mundo o de la realidad. El debate que se da en este sentido abre posibilidades a la ética como fundamento de una nueva racionalidad científica.

El pensamiento occidental moderno está hoy, como siempre ha estado, en pleno desarrollo. La física, como ciencia modelo que ha sido (y todo parece indicar que continuará siéndolo) tiene la responsabilidad de ofrecer niveles de participación tanto en el debate como en los procesos de modificación de los paradigmas que, aunque buenos y apropiados en un cierto momento del desarrollo de los individuos y la sociedad, dejan de serlo en momentos históricos específicos en virtud del advenimiento de nuevos conocimientos y nuevas organizaciones sociales y culturales.

Al respecto, y ya como reflexión final en este trabajo, David Bohm considera que es importante que consideremos esta cuestión, porque “la fragmentación esta extendida por todas partes, no solo por toda la sociedad, sino también en cada individuo, produciendo una especie de confusión mental generalizada que crea una serie de problemas que interfiere en la claridad de nuestra percepción tan seriamente que nos impide resolver la mayor parte de ellos, ...este modo de vivir nos ha abocado a la contaminación, a la destrucción

Negrete Ballesteros, Plinio. *El pensamiento físico en la cosmovisión occidental*. **Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales**. Mérida-Venezuela. ISSN 1316-9505, Enero-Diciembre. Nº 11 (2006):287-315.

del equilibrio de la naturaleza, a la superpoblación, al desorden económico y político del mundo entero, y a la creación de un ambiente que no es física ni mentalmente saludable para la mayoría de la gente que tiene que vivir en “él”. (Bohm, 1988).

Referencias

ARISTOTLE. **The works of**. Trad. R.F. Hardie, Ed. W.D. Ross, Oxford, at the Clarendon Press, Oxford.

BOHM, D (1988). **Ciencia, orden y creatividad**. Barcelona:Kairos.

BRAVO, F (2001). **Estudios de filosofía griega**. CEP-FHE, UCV, Caracas.

GELL–MANN, M (1988). **El quark y el jaguar**. Tusquets Editores, Barcelona.

GILSON, E (1965). **La filosofía en la edad media**. Madrid: Gredos.

HOFSTADTER, D (1987). **Gödel, Escher, Bach: un eterno y gracil bucle**. Barcelona: Tusquets Editores.

LESHAN, L. y MARGENAU, H (2002). **Espacio de Einstein y el cielo de Van Gogh**. Barcelona: Gedisa.

MONTOYA, M (2001). **Comunicación personal**.

NEGRETE, P (1999). **Los paradigmas a-causales y los fundamentos de la ciencia psicológica**. Revista Telos, 1 (1). Maracaibo: Universidad Belloso Chacin.

PENROSE, R (1999). **Lo grande, lo pequeño y la mente humana**, Madrid: Cambridge University Press.

Negrete Ballesteros, Plinio. *El pensamiento físico en la cosmovisión occidental*. **Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales**. Mérida-Venezuela. ISSN 1316-9505, Enero-Diciembre. Nº 11 (2006):287-315.

SHIMONY, A (1986). *Conceptual Foundation of Quantum Mechanics*. En:
The New Physics. Edited by: Paul Davies, New York: Cambridge
University Press.

WEINBERG, J (1966). **Medieval Philosophy**. Princeton: Princeton
University Press.

