INTRODUCCION

El valor y la importancia en la historia de la ciencia, son fundamentales para la filosofía de la ciencia. Las principales nociones que estudia, carecen de sentido si se las aísla por completo de los episodios que la constituyen. El punto de mayor relevancia para el conocimiento del pensamiento científico, es la historia de la ciencia de sus productos y de sus procesos.

La primera parte se dedica a la constitución de la física moderna y al gran sistema teórico sobre el cual se impuso la concepción aristotélico-ptolemaica. La segunda, se ocupa del surgimiento de la teoría de la evolución y de la conformación de la biología moderna.

Revolución antes: ciclo que concluye y vuelve a empezar. Revolución ahora: pasa a ser también, aquello que da lugar a lo nuevo.

Revolución científica: consta en poner en cuestión un gran conjunto de saberes acumulados, asociados a un ciclo previo que se cerraba y un volver a empezar a partir de nuevas bases.

1. REVOLUCION COPERNICANA

Siglos XV y XVIII en Europa, se logró una gran transformación cultural, la sociedad moderna logró la libertad religiosa, propiedad privada, derechos individuales, democracia. Estos cambios se reflejaron en muchos aspectos, uno de ellos fue en la ciencia; la Revolución copernicana fue la encargada del desarrollo crucial en las nuevas ideas sobre la concepción de la naturaleza y la ciencia natural.

La Revolución copernicana tiene como hito la publicación del libro “Sobre las revoluciones de las esferas celestes” en 1543. Copérnico proponía una nueva forma de la concepción del cosmos con el objetivo de ordenar y comprender las observaciones astronómicas hasta ese momento. Su idea principal, era que el Sol era el centro del universo y la Tierra, junto a la Luna y los demás planetas, giraban en torno a él. En otras palabras, buscaba proveer una explicación astronómica precisa a partir de un cambio en la cosmología (concepción del universo). Esta idea cosmológica no era nueva, ya que fue propuesta por Samos, pero Copérnico fue la primera persona en desarrollarla sistemáticamente, satisfaciendo las exigencias de la comunidad de astrónomos.

A medida que pasaron los años, la publicación tuvo mayor número de adeptos, pero planteaba un conjunto de problemas a resolver, desde el punto de la astronomía, física y cosmología. La respuesta a estos, tardó varios años y comenzó con la publicación de Newton.

* 1. ASTRONOMÍA, COSMOLOGÍA Y FÍSICA

Los griegos fueron quienes a partir del siglo VI antes de Cristo iniciaron la tradición científica occidental en la que posteriormente se inscribían los trabajos filosóficos y científicos modernos, defensores del copernicanismo. Utilizaron un carácter racional de sus explicaciones de los fenómenos celestes y terrestres.

Los griegos tomaron dos decisiones fundamentales con respecto a las explicaciones. La primera, excluir aquellas que involucraban elementos sobrenaturales o extranaturales, es decir que desarrollaron una cosmovisión donde los fenómenos que tienen explicación son explicados apelando a la naturaleza de las cosas y adecuando esas explicaciones a las evidencias que ofrece la experiencia. La segunda, vincular las preguntas de las que se ocupa la física (cambio, movimiento y naturaleza de las cosas), con las de la astronomía (fenómenos que se observan en los cielos) y las cosmológicas (filosóficas acerca de la forma y estructura del universo).

* 1. LOS FENÓMENOS CELESTES

Los principales fenómenos cíclicos terrestres (el día y la noche, las estaciones), están correlacionados con los fenómenos cíclicos celestes (posiciones relativas y movimiento del sol y las estrellas).

La mayor parte de los puntos luminosos (conjunto de estos: constelaciones) que se ven en el cielo, se desplazan conjuntamente, el conservar sus posiciones relativas hace que el cielo sea semejante de noche y de día. Otra característica es que se mueven describiendo círculos a velocidad constante de este a oeste.

Al igual que el Sol, las estrellas mas lejanas a los polos “salen” y “se ponen”, es decir, solo son visibles durante parte de la noche.

El Sol es el cuerpo celeste mas llamativo, su movimiento está asociado a las estaciones del año. Su movimiento este-oeste diario, parece tener un movimiento anual en el sentido contrario (oeste-este) con respecto a las estrellas fijas.

Los planetas, también conocidos como astros errantes, tienen períodos característicos, además una característica es el fenómeno de las “retrogradaciones”. Su recorrido cíclico en dirección este no se da a velocidad constante, a veces parecen detenerse, avanzar o volver a retroceder; también modifican su posición respecto del polo norte y el Sol, pueden estar más al norte, o más al sur.

Los fenómenos que atañen a los movimientos diarios, mensuales y anuales de estrellas fijas, el Sol, la Luna, y los planetas constituyen el núcleo central de los enigmas que la astronomía antigua y moderna intentaron resolver.

* 1. DOS MÁXIMOS MODELOS DEL MUNDO

La Astronomía tiene interés en explicar los fenómenos astrónomos básicos, lo hizo a través de dos modelos:

|  |  |
| --- | --- |
| *Geocéntrico y Geostático* | *Heliocéntrico y Heliostático* |
| La Tierra se encuentra quieta en el centro de nuestro sistema planetario, siendo el punto de referencia fijo de los movimientos de los demás cuerpos. | El Sol cumple esa función. |
| Modelan las estrellas fijas como si estuviesen situadas en la superficie de una enorme esfera dentro de la cual se encuentran el Sol, la Tierra y los planetas | |
| Las luces que brillan son efectivamente cuerpos materiales y de forma aproximadamente esférica, al igual que la Tierra. | |
| El movimiento diario de las estrellas en dirección antihorario se explica por el giro de la esfera de las estrellas fijas. | El movimiento diario de las estrellas en dirección antihorario se explica por el giro de la Tierra sobre su propio eje de dirección horaria. Es decir, que el movimiento de las estrellas sería solo aparente. |
| El Sol, también de una vuelta en sentido antihorario alrededor de la Tierra, solo que más lento que las estrellas fijas. | Sería aparente el movimiento diario del Sol; el cambio de posición relativa del sol sobre el fondo de las estrellas fijas se debe a la traslación terrestre. |
| Enigma: al considerar el movimiento de los astros errantes | Enigmas: el problema de la paralaje y la Tierra móvil |

* 1. LA CIENCIA ARISTOTÉLICA, COSMOLÓGICA Y FÍSICA

En la física de Aristóteles, como en la de Newton ninguna comprensión cosmológica es posible sin considerar por partes iguales la teoría de los cielos o astronomía y a los principios de la física terrestre.

El universo aristotélico consistía en una esfera cuyos límites exteriores coincidían con los del espacio. Tanto las estrellas como el Sol, la Luna (esfera perfecta de éter) y los planetas estaban engarzados (enganchados), fijos, en esferas trasparentes y concéntricas, superpuestas unas sobre otras. Fuera de la esfera más exterior no había ni materia, ni espacio vacío. El universo estaba cualitativamente dividido en dos:

|  |  |
| --- | --- |
| *Mundo Sublunar* | *Mundo Supralunar* |
| Todo aquello inscripto dentro de la esfera lunar, entre la luna y el centro de la Tierra | La esfera lunar y todo lo exterior a ella hasta los confines del universo (en el centro de este se hallaba la Tierra) |
| Materia formada por cuatro cuerpos simples: tierra, agua, aire y fuego. Su distribución ideal seria similar a la de los cielos y formando cuatro esferas, en estado de equilibrio. No se encontraban así por influencias externas, lo que producían la diversidad de alrededor. | Materia especial, incorruptible: éter |
| Leyes que rigen los movimientos de los objetos: la tierra y el agua tienden a su “lugar natural” en el centro del universo y el aire y fuego lo buscan al alejarse del centro del universo. Consecuencia, los cuerpos graves, al buscar su lugar natural en el centro del universo tienden hacia el de la Tierra. |  |
| Los cuerpos terrestres están compuestos generalmente por los cuatro elementos en distintas proporciones y su movimiento natural depende del elemento que se encuentra en mayor proporción. |  |
| Los movimientos naturales son rectilíneos (alejándose o acercándose al centro del universo).  Los movimientos y cambios son producidos por los movimientos en el ámbito celeste. | Los movimientos naturales son circulares a velocidad constante, es eterno, recurrente y previsible (manteniéndose a distancia constante del centro del universo). |

Existen movimientos violentos o forzados producto de la intervención de una fuerza exterior sobre algún cuerpo físico alejándolo de su lugar natural. Entonces, hay una fuerza aplicada que vence la resistencia natural del cuerpo a permanecer en su sitio, y también el equilibrio en el cual se encontraba. Una vez finalizada la intervención, el cuerpo vuelve o tiende a volver a su lugar natural restableciéndose el equilibrio perdido una vez que este alcance su meta.

La esfera de la Luna, divide al universo en la región terrestre (sitio de generación y corrupción), y la celeste (eterna e inmutable), el movimiento de este es irrevocable, no se puede hacer nada para impedir la ocurrencia de uno o del otro, en otras palabras, es determinista.

* 1. LA ASTRONOMÍA ANTIGUA

Explicaciones ofrecidas sobre los movimientos celestes en el “universo de las dos esferas”, el cosmos aristotélico.

La esfera celeste, rodeaba la terrestre teniendo en su superficie a las estrellas que vemos durante la noche.

Los principios fundamentales de la astronomía antigua eran dos: la circularidad de los movimientos (las trayectorias atribuidas a los cuerpos celestes debían tener forma circular) y la constancia de su velocidad (las velocidades de los cuerpos siguiendo en esas trayectorias debían ser siempre las mismas). Estos principios se encontraban en total armonía con la concepción aristotélica del cosmos y sustentando asimismo el modelo explicativo geocéntrico y geostático.

El Sol realiza su movimiento anual realizando una doble espiral, otra forma de explicarlo sería analizarlo como el resultado de la composición de dos movimientos circulares a velocidad constante. Los movimientos de los planetas, se comprendería mediante la combinación de movimientos circulares. El problema aparece con la explicación de las retrogradaciones (los planetas parecen detenerse y retroceder) porque parece una violación de los dos principios mencionados.

En el siglo II Apolonio e Hiparco desarrollaron el modelo de “epiciclos y deferentes”. Fue una variación significativa de la explicación del movimiento del Sol, ambos suponían la explicación de un movimiento aparente anómalo en un movimiento regular a partir de la combinación de movimientos circulares. Los planetas se hallaban montados en un círculo cuyo eje estaba fijado a la esfera que describía su órbita original, estos tenían un movimiento compuesto: el planeta se movía en un círculo superficial llamado “epiciclo” y el epiciclo se desplazaba a lo largo de la circunferencia llamada “deferente”. El centro del epiciclo estaba siempre sobre el deferente y este tenía su centro en el de la Tierra. Al variar los tamaños de los epiciclos, se generaban retrogradaciones de distintas magnitudes, cuando más grande el epiciclo, mayor retrogradación.

A partir de esta teorización se pudo aumentar la exactitud de las observaciones, comprando los datos reales con las predicciones ofrecidas por el sistema teórico. Entonces, el modelo explicativo, además de recoger la evidencia de observaciones previas, establecía predicciones de observaciones nuevas, Ptolomeo y sucesores se encargaron de eso.

El progreso trajo “nuevos desafíos”, para eliminar pequeños desacuerdos entre teoría y observación fueron necesarios nuevos epiciclos llamados “epiciclos menores” (círculos montados sobre epiciclos previos, cumplían la función de ajuste y precisión), diferenciados de los “epiciclos mayores” (explicaban grandes irregularidades como las retrogradaciones, cumplían una función cualitativa). Con el mismo fin, se crearon las “excéntricas” (círculos en los que el centro de la órbita básica no coincidía con el centro de la Tierra) y los “ecuantes”.

La propuesta de Copérnico, permitió eliminar los epiciclos mayores, pero necesitó una serie de recursos adicionales para dar cuenta con precisión de las observaciones. A partir de lo propuesto por Kepler, se podrá descartar los epiciclos menores, obteniéndose así una descripción cualitativamente aceptable, cuantitativamente precisa y bastante sencilla desde el punto de vista matemático-astrónomo.

* 1. EL PENSAMIENTO DE COPÉRNICO

Con Ptolomeo la astronomía ya era una disciplina independiente en cuanto a lo metodológico y disciplinar de la física y la cosmología, pero no lo era conceptualmente. Copérnico, doce siglos más tarde aceptaba que el universo ea esférico y que esa era la forma de la Tierra y de los demás astros, que los movimientos des los cuerpos celestes eran circulares y su velocidad uniforme.

Copérnico comienza a argumentar que la Tierra se mueve con dos características fundamentales: 1. Establece una analogía entre la Tierra y los demás cuerpos celestes, al tener la misma forma, podrían convenirles los mismos movimientos. 2. Adhiere a la idea aristotélica de los lugares naturales y procura conservar el marco físico aristotélico con una diferencia, cambiar el centro del universo por el centro de cada planeta (incluida la Tierra) como lugar al que tienden los graves.

La explicación de los movimientos celestes que ofrecía con respecto a las estrellas fijas y al Sol, era asignando a la Tierra los movimientos; así las rotaciones diarias de la esfera de las estrellas fijas y el Sol (de este a oeste) se debían a una rotación de la Tierra sobre su propio eje en dirección contraria (oeste a este). A su vez, el aparente retraso diario del Sol con respecto a las estrellas se debería a la traslación terrestre y las estaciones del año eran consecuencia de una inclinación en el ecuador terrestre y de un desplazamiento de los polos Norte y Sur terrestres con respecto al plano de traslación terrestre.

La principal virtud del sistema copernicano, era la explicación cualitativa de las retrogradaciones de los planetas y la posibilidad de calcular los tamaños de las órbitas planetarias. La Tierra es el tercer planeta a partir del Sol. A cada uno de los seis planetas le corresponde un círculo cuyo centro está en el Sol. La Luna (satélite) tiene un círculo aparte, cuyo centro coincide con el de la Tierra. De este modo, las retrogradaciones son meramente las apariencias generadas por el movimiento relativo de los distintos planetas alrededor del Sol.

Copérnico logró eliminar los epiciclos mayores, pero necesitaba hacer uso de los epiciclos menores y de las excéntricas; con ellos el sistema resultaba complejo y poco intuitivo desde el lado de la física.

Se encontró con el problema de la paralaje; si la Tierra se moviese, razonaban entonces que las posiciones relativas de las estrellas fijas debían cambiar. Entonces, si querían ver la misma estrella luego de un tiempo, era necesario ajustas el ángulo del tubo por el cuál se la estaba viendo; creían que este dependía de cuánto variase la posición relativa de las Tierra con respecto a la estrella. Hubo un problema, no se observaba que la estrella cambiase su posición en esos meses (argumento en contra del movimiento de la Tierra), se llegó a otra propuesta: el ángulo de paralaje dependía de la variación de la posición relativa de la Tierra respecto de la estrella en cuestión, pero la magnitud de ese cambio de posición depende de cuan lejos estén las estrellas (en función de que tan grande sea la esfera de las estrellas fijas). Cuanto más lejos de encuentre, menor sería la variación, si se hallara extremadamente lejos, esta podría ser indetectable.

El concepto de planeta fue un cambio radical. 1- el Sol pasa a ocupar el lugar de cuerpo privilegiado, centro de los movimientos, deja de ser pensado como un errante. 2- la Tierra pasa a ser un planeta más. 3- La Luna deja de ser un planeta y se convierte en un satélite, un cuerpo que gira alrededor de un planeta.

Eliminó de la física las explicaciones finalistas o teológicas, que apelaban a algún tipo de fin intrínseco en los objetos, al modo aristotélico.

* 1. LA ASTRONOMÍA DE BRAHE Y DE KEPLER

Como consecuencia de nuevas y precisas observaciones de Brahe, desde el punto de vista astronómico, el sistema copernicano resultaba inadecuado ya que requería una precisión predictiva además de la cualitativa. Kepler, fue quién daría una explicación astronómica que gozaba de sencillez y precisión. Para eso, puso en cuestión las *dos ideas fundamentales de la astronomía antigua*: 1- todos los movimientos celestes se basan en recorridos circulares. 2- que las velocidades de los astros son constantes. Brahe pondría en crisis el sistema copernicano y sus críticos, porque mostro que ambas concepciones, como estaban planteadas, no se adecuaban a la evidencia.

Kepler, el heredero de las ideas, usó como fuente de sus pensamientos una creencia casi mística y fanática en las armonías matemáticas y las proporciones, y por otro lado, un compromiso profundo con la evidencia disponible. Esto, lo llevó a romper con las ideas que Copérnico había conservado: movimientos circulares y velocidades uniformes. A y B, fueron las principales innovaciones respecto de la astronomía antigua, consideradas “leyes universales”.

1. Observó que se podían abandonar los epiciclos menores a partir del abandono de la idea de que los planetas recorren órbitas circulares. Lo justifica con la “Primera ley de Kepler”: los planetas se mueven en órbitas de forma elíptica estando el Sol en uno de sus focos.
2. Pone en cuestión la velocidad constante de los planetas a partir de la “Segunda ley de Kepler” (Ley de áreas): los planetas barren áreas iguales de la elipse en tiempos iguales, cuando los planetas están mas cerca del Sol, su velocidad es mucho más rápida y cuando están mas lejos, su velocidad es menor.
3. Vinculaba los períodos de los planetas con sus distancias al Sol. Afirmó que había una razón constante entre esos períodos y sus distancias al Sol. Los planetas mas lejanos se mueven mas lento, en tanto que las mas cercanos lo hacen más velozmente.
   1. EL APORTE GALILEANO

La obra de Galileo Galilei, otorgó mérito físico y cosmológico a la idea de una Tierra móvil. Desde la cosmología su mayor aporte a las ideas copernicanas fue utilizando un telescopio; no sólo realizó observaciones como científico profesional o astrónomo, sino que las divulgó a la opinión pública. Las principales conclusiones: la Tierra no es mas que un astro como tantos en el universo, semejante a los demás planetas y que incluso en los cielos nada es eterno, ni perfecto (sostenido en la cosmología de Aristóteles).

1. GALILEO Y EL TELESCOPIO (1.8.1)

Contempló el paisaje de la superficie de la Luna, muy semejantes a los de la Tierra, viendo cómo variaban las sombres de las montañas lunares y calculando la altura. Esto iba *en contra de la idea aristotélica* de que la Luna era una esfera perfecta de éter, y de que había una diferencia cualitativa entre la Tierra y las entidades del mundo Supralunar.

Además de observar numerosas estrellas, constató que el tamaño aparente no variaba por utilizar el telescopio y argumentó a favor de su casi infinita lejanía.

Sus principales descubrimientos astronómicos fue descubrir que Júpiter tiene cuatro lunas, lo cual mostraba que había movimientos cíclicos, cuyo centro no era el centro de la Tierra, ni del universo, ni tampoco del Sol. La estabilidad de movimiento de las lunas, constituía una fuerte razón para aceptar la estabilidad física de una Tierra móvil: si las lunas de Júpiter podían acompañar su movimiento y no quedaban atrás, lo mismo valdría para nosotros en la Tierra y los pájaros en el aire (problema planteado por Copérnico). Otro descubrimiento, fue observar que Venus tenía fases como la Luna y que al igual que la Tierra, también reflejaba la luz del Sol de forma variable según su posición respecto de aquel. Esto *no se podía explicar desde la teoría ptolemaica* en la que los planetas internos nunca se encontraban detrás del Sol. Finalmente, observó los anillos de Saturno, lo que contribuía a *descartar la idea* de que todos los astros son esferas o tienen una forma esférica (idea que también aceptaba Copérnico).

1. GALILEO Y LA RELATIVIDAD DEL MOVIMIENTO

La idea de Kepler, a diferencia de la de Copérnico, era indiscutiblemente superior a cualquier otro sistema astronómico nunca antes conocido. Por otra parte, la virtud propagandística y la argumentación convincente de Galileo puso al alcance de la burguesía y la sociedad educada, la idea de que la Tierra era un astro no muy distinto a los demás. Queda por explicar el camino que va desde la idea de “lugar natural” de Aristóteles, hasta la idea de una física inercial formulada finalmente por Newton.

Si voy en un tren y tiro una flecha en dirección a la locomotora y otra en dirección contraria, Aristóteles a la pregunta “qué observamos?” respondería que las flechas se caen, “por qué?” porque son graves, su constitución es mas densa que la del aire que las circunda y buscan su lugar natural en el centro de la Tierra. Si quisiéramos calcular las distancias a las que caen, él no tendría qué decir, no era el tipo de problemas al que se enfrentaba.

Como los físicos se oponían al movimiento de la Tierra, descartando las ideas copernicanas con argumentos basados en la física, Galileo (quién adhería al copernicanismo) tuvo que encontrar una nueva explicación física para la caída de los cuerpos y la indiferencia que existe entre las distintas orientaciones de nuestros disparos. El modo que formuló esta idea, fue el principio de la relatividad del movimiento, que sería una de las bases de la “Ley de inercia” planteada por Newton.

Galileo argumentó que cuando estamos en un barco, actuamos de igual modo que cuando estamos en nuestras casas. El hecho de que el barco se esté moviendo no hace que las cosas se nos caigan detrás; compartimos el movimiento del barco, y no experimentamos su velocidad. Al esta en un barco cerrado, no podríamos ver si se encuentra avanzando en alguna dirección o quieto; lo mismo ocurre con la Tierra, como estamos sobre ella compartimos su movimiento, llamémosle movimiento inercial y, por eso cuando saltamos, no caemos atrás.

Desde el punto de vista científico, la idea de una fuerza tal, que hace que compartamos el movimiento de la Tierra y el principio de relatividad del movimiento junto a ella, son los mayores aportes de Galileo a la física; ya que la quietud y la movilidad de la Tierra eran indistinguibles desde este punto de vista. Esto, no probaba que la Tierra se moviera, pero si impedía descartar la idea. No se necesitaba más, porque ahora abundaban evidencias cosmológicas (a favor de la semejanza de la Tierra con otros astros) y astronómicas (la Tierra giraba alrededor del Sol recorriendo una elipse).

* 1. EPÍLOGO: NEWTON

La idea galileana de la relatividad del movimiento y la inercia, son uno de los principios más básicos de los cuerpos físicos: todo cuerpo conserva su estado de movimiento a menos que sea sometido a fuerzas externas. Si un cuerpo estuviese moviéndose a 10 km/h respecto de un punto del espacio, seguiría moviéndose en la misma dirección indefinidamente. Esta *idea desafía las ideas antiguas, y las de Copérnico* porque supone que un cuerpo puede estar en equilibrio y moviéndose al mismo tiempo, cuando *para Aristóteles* el único punto de equilibrio era el de reposo (para los cuerpos sublunar). Supone también un espacio infinito, ya que, si el universo tuviera una esfera exterior, un cuerpo no podría continuar es su estado de movimiento indefinidamente, chocaría con los límites de universo.

Newton propuso la “Ley de inercia”, “Ley de acción y reacción” (1) y “Ley de la fuerza” (2). 1- sostiene que un cuerpo A ejerce una fuerza en una dirección sobre un cuerpo B, una fuerza de igual magnitud y de sentido contrario es ejercida por el cuerpo B sobre el cuerpo A. Al **combinar esto con el principio de relatividad del movimiento** podemos pensar que el único objetivo es el módulo de la fuerza existente entre nosotros y el piso. 2- las fuerzas ejercen un cambio en la velocidad de los cuerpos, una aceleración que depende en parte de la masa del cuerpo. Al **combinar la ley 1 y la 2**, podemos determinar cómo dos cuerpos de masas muy diferentes interactúan.

Newton complementa sus leyes afirmando que existe una fuerza que actúa a distancia que depende de las masas de los cuerpos y de sus distancias, llamada “fuerza gravitatoria”; cuanto más cerca están dos cuerpos, la intensidad de su atracción crece muchísimo.

El principal aporte fue ofrecer una **nueva teoría general del movimient**o desde la cual la física terrestre y la celeste pudieran ser tratadas del mismo modo, es decir, con las tres leyes, la física poseía un marco general desde el cual tratar el problema del movimiento, tanto de cuerpos sobre la tierra, como de astros.

Newton, también pudo explicar el fenómeno de las mareas a través del estudio de la relación entre el Sol, la Luna y la Tierra. El Sol ejerce su gran tamaño, pese a su distancia, y la Luna por su cercanía, pese a su relativamente pequeño tamaño. Las posiciones relativas de ambos, son las responsables de las mareas, observándose un máximo cuando están alineados y un mínimo cuando se hallan en oposición.

El **mundo newtoniano era completamente distinto al planteado por Aristóteles**.

|  |  |
| --- | --- |
| *Newton* | *Aristóteles* |
| Formado por átomos, los cuales no tienen ningún tipo de fin. | Formado por sustancias, incluían constitutivamente fines y metas intrínsecas. |
| Las cosas se mueven y cambian su estado de movimiento porque las fuerzas actúan sobre ellas | Los cuerpos sublunares que caían, lo hacían porque se dirigían hacia su lugar natural, con el fin de reposar en un lugar del universo.  El crecimiento de una planta y la caída de un cuerpo constituían casos de movimientos naturales. |
| El universo no es pequeño y no ocupamos un lugar central en él. |  |

Luego de varios años, surgieron nuevas preguntas: “Cómo se explica la estabilidad del universo?” la cuál Newton no puedo explicarla de otra manera que, apelando al diseño de una entidad sobrenatural, arquitecta de la estabilidad. “Cómo es que ellos planetas van justo a la velocidad a la que no caen al Sol ni se escapan de la fuerza gravitatoria de este?”. El tipo de respuesta adecuada, ejemplifica un nuevo modo de pensar inaugurado por la Revolución Darwiniana.

1. REVOLUCIÓN DARWINIANA

“El origen de las especies” de Darwin cambió drásticamente la forma de abordar y comprender la vida. Nos cuenta que los seres humanos somo tan solo una más de tantas especies que habitan este planeta. Al igual que el resto de los seres vivos, nuestro desarrollo y crecimiento se encuentran en parte codificados en nuestro ADN.

2.1 EL CREACIONISMO: SUPUESTOS FILOSÓFICOS SUBYACENTES

Antes de que Darwin hiciera su publicación, los naturalistas tenían gran cantidad de información acerca d ellos seres vivos y habían logrado sistematizarla. Dos hechos les llamaban la atención: las adaptaciones de los organismos y la gran diversidad de seres vivos; pero aún más llamaban la atención los patrones que podían identificarse dentro de esa diversidad. A partir de la sistematización y de los patrones identificados por Linneo, se desarrolló la clasificación de los seres vivos, dando lugar a “taxonomías”. Realizaron esta tarea a partir de clasificaciones antiguas de Aristóteles, lo cual llevó a Linneo a realizar una jerarquización que distinguía entre reinos, que cada uno se dividía en clases, que podían dividirse en órdenes, familias, géneros y especies, y estas a su vez se subdividían en subespecies o variedades. Si bien realizó importantes modificaciones a la taxonomía de Aristóteles, mantenía muchos de los supuestos fundamentales.

Para Aristóteles todas las cosas tenían dos tipos de propiedades: esenciales (si cambiaba esta en un objeto, cambiaba la naturaleza del objeto) y accidentales (podían variar entre individuos u objetos que comparten las mismas propiedades, sin que cambie su naturaleza). Idea: los seres vivos podían agruparse en especies, debido a ciertas propiedades en común, mientras que las diferencias que permiten agrupar en variedades a los organismos de una especie serian accidentales.

**Aristóteles** desarrolló su **teoría de las esencias** como un intento de **mejorar la teoría platónica de las ideas de** acuerdo con la cual cada entidad terrestre era una copia imperfecta de un ejemplar ideal o forma que existía eternamente en el mundo de las Ideas. Ambas concepciones, no solo influyeron en la manera en que los naturalistas anteriores a Darwin sistematizaron y clasificaron la información acerca de los seres vivos, sino que dejaron su huella en el tipo de preguntas y respuestas consideradas valiosas a la hora de investigar los fenómenos naturales. Aristóteles tenía cuatro preguntas básicas: 1- Cuál es su materia o causa material? (de q está hecho). 2- Cuál es su causa formal? (con q estructura se presenta). 3- Cuál es su causa eficiente? (cual es su origen). 4- Cuál es su causa final? (cual es su fin).

Por muchos años, filósofos y científicos han buscado respuesta a la causa final, a lo que se llamaba explicaciones teleológicas (es aquella que da cuenta de la existencia u ocurrencia de algo apelando a algún propósito u objetivo que la entidad cumple). Aristóteles ofreció hacer frente a este problema aportando que la repetición de “por qué” termina en el primer motor inmóvil, este para él es la causa final y eficiente de los movimientos naturales. El mundo aristotélico, sin embargo, es eterno, no fue creado ni diseñado por nadie; pero esta idea fue modificada en la reinterpretación de sus obras en el marco de la teología cristiana durante el Medioevo. En esa reinterpretación el primer motor inmóvil fue, identificado con el dios de los cristianos. Pero, este dios, a diferencia del primer motor inmóvil había creado el mundo, como a todos los componentes. La finalidad de la vida que en Aristóteles era intrínseca a las sustancias que conformaban en el mundo, fue reinterpretada como una finalidad extrínseca, dependiente de los objetivos conscientes del creador.

El origen de los diferentes rasgos de los organismos que les permitían estar adaptados a sus ambientes para asegurar su supervivencia en el lugar en que viven, era explicado también, apelando al plan de creación divina. Dios los diseñó de ese modo para que pudieran subsistir en sus hábitats naturales, argumentaban de la firma formas hasta cómo funcionaba un reloj.

Antes de que Darwin hiciera su publicación, el creacionismo era una de las concepciones mas aceptadas acerca del origen de los seres vivos. En el siglo XVII, la Tierra solo tenia unos pocos miles de años de antigüedad y todo se explicaba apelando a Dios, quien había creado a cada uno de los antepasados de los organismos de manera directa de acuerdo con una idea (Platón) o esencia (Aristóteles). Entonces, el idealismo platónico, de la mano del esencialismo y la teología aristotélicos, en su reinterpretación teológica, abordaban la naturaleza en la que la diversidad de los seres vivos podía ser sistematizada por medio de una clasificación que en ultima instancia reflejaba las ideas o esencias en la mente de Dios.

En el siglo XVIII muchos naturalistas comenzaron a cuestionar al creacionismo desde lo intelectual, ideológico y político. La filosofía de la Ilustración, que proponía al poder de la razón como principal fuente de conocimiento, cuestionó la autoridad de la Iglesia. El movimiento comenzó a formular explicaciones que no involucraban entidades divinas de los fenómenos del mundo natural; apelan a un proceso de transformación de organismos más simples a organismos cada vez mas complejos (evolucionismo) que entra en franco conflicto con el creacionismo de la época.

* 1. EL DEBATE ENTRE EVOLUCIONISTAS Y CREACIONISTAS ANTES DE DARWIN

*Diderot*: cuestiono la creencia de que las especies fueran constantes al mismo tiempo que defendió la idea de que el mundo natural consistía en una secuencia de transformaciones que continuamente alteraban las estructuras físicas sin ningún tipo de plan o propósito prefijado; conjeturando que la naturaleza engendraba seres con nuevos rasgos, que lograban sobrevivir dando lugar a nuevas especies.

*Leclerc*: ridiculizaba la idea de plan divino de Linneo y sostenía que las especies debían ser lo suficientemente flexibles como para poder adaptarse a las nuevas condiciones que imponía un mundo en constante cambio.

*Buffon*: las especies que podían ser agrupadas bajo un mismo género moderno, descendían de un antepasado único.

*Diderot y Buffon*: la materia orgánica podía producir seres vivos complejos mediante generaciones espontánea, es decir que la materia inerte podía producir de manera directa organismos complejos.

*Lamarck*: ofreció una descripción como ocurría en la evolución adaptativa. Lo explicaba a través de dos leyes que demostraban que los rasgos adquiridos por el uso o desuso, durante la vida de un individuo, podrían ser transmitidos a la descendencia, de manera tal que, como resultado de este proceso, se produciría la adaptación de la especie al cambio en el entorno. Agregaba la existencia de una tendencia a la complejidad inherente a la forma en que los organismos evolucionaban (tendencia progresiva, luego cuestionada por Darwin). La evolución de los organismos vivos: la electricidad usada como fuerza capaz de dar vida a la materia inerte, cada generación ligeramente más compleja que la de sus padres (esa progresión generaría una escala lineal de organización animal), negaba la posibilidad de extinción y la realidad de las especies.

*Cuvier*: el orden de la naturaleza de su época era tan solo el último de una larga secuencia, defendiendo la idea de que la Tierra había pasado por diversas eras geológicas con sus respectivas poblaciones de animales y plantas. Se **opuso a la teoría de Lamarck**sosteniendo que catástrofes geológicas habían exterminado totalmente las poblaciones de los continentes, posibilitando que una población totalmente nueva emergiera luego del desastre. También la por ausencia de formas intermedias entre las distintas especies, para él si los organismos evolucionaran deberían observarse formas intermedias entre los diferentes grupos de organismos. La ausencia de esas formas, permitía rechazar la evolución gradual*.* **Compartía con Aristóteles** la idea de que los seres vivos se caracterizaban por tener partes que cumplen un propósito específico, cada componente necesariamente depende de otros componentes dentro de ese organismo; entonces, si la configuración biológica de una determinada especie fuera alterada más allá de ciertos límites, su todo armónico se desorganizaría tanto que el organismo sería inviable. De esta manera, la necesaria correlación entre partes, rechaza la hipótesis evolucionista, especialmente si esta presuponía un cambio gradual.

Owen: detrás de la aparente diversidad de especies y de la complejidad de la naturaleza, debía existir algún tipo de principio ordenador que permita organizar la multiplicidad de seres vivos; quería mostrar cómo todos los organismos vivos se derivaban de un mismo plan. Este principio “arquetipo” era el prototipo con el que Dios había creado distintos seres, se ve la influencia de por el platonismo. Para él el **arquetipo representa la “idea divina” platónica** a partir de la cual se ha construido la estructura ósea de todos los vertebrados. También sostenía que existían dos fuerzas contrapuestas que operaban en la formación de los cuerpos de los vertebrados. Una fuerza que generaba la similitud existente entre las distintas especies, repetición de partes y patrones de organización y una fuerza de adaptación que da lugar a adaptaciones específicas que hacen que un organismo sea miembro de una especie y no de otra. Definió un nuevo concepto: homología, órganos o estructuras que mostraban un parecido estructural. Entonces, habría dos tipos de similitudes entre organismos de diferentes especies: las que tienen que ver con los rasgos adaptados a cumplir la misma función (alas en pájaros y en mariposas) y las que involucraban parecidos estructurales (aleta de ballena y nuestra mano, parecidos en la cantidad de huesos y posiciones relativas).

Si bien consideraba que las especies podían sufrir modificaciones importantes, **rechazaba el evolucionismo lamarckiano**por razones filosóficas y por la evidencia provista por el registro fósil. Para él las especies eran entidades bien diferenciadas, y si bien los “arquetipos” producían una secuencia de especies relacionadas por homologías anatómicas, él creía que estas relaciones representan un patrón subyacente del pensamiento divino. Argumentó que el registro fósil de los grandes reptiles, contradicen las ideas de transmutaciones progresivas de Lamarck porque esos reptiles eran mas sofisticados que los reptiles del mundo actual.

*Diderot, Buffon y Lamarck*: contribuyeron la concepción evolucionista de Darwin a que fuera mejor asimilada por los científicos de la época.

* 1. LA REVOLUCIÓN DARWINIANA

Cuatro fuentes de información influyeron en el pensamiento de Darwin: propuesta geológica de Lyell, sus propias investigaciones en las islas Galápagos, la cría de animales y el aporte de Malthus a la economía política.

*Lyell*: actualismo (fenómenos geológicos el pasado debieran ser explicados en función del mismo tipo de causas que pueden observarse en la actualidad), uniformismo (los fenómenos geológicos del pasado no serian solamente del mismo tipo que los actuales, desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa). Consideraba que, en contra del catastrofismo, los accidentes geográficos solo se podían explicar apelando a causas que todavía hoy continúan. Las explicaciones de él utilizadas como factor explicativo la apelación a cantidades enormes de tiempo. La tierra era mucho mas antigua de lo que se pensaba, el ambiente cambiante que ofrecía, implicaba directamente las necesidades de que los organismos mismos cambiaran.

Darwin juzgó necesario explicar la distribución y las adaptaciones de los animales y las plantas en términos lyellianos. Las observaciones que hizo en la Patagonia argentina (encontró fósiles de roedores enormes que se encontraban relacionados con los roedores actuales) y en las islas Galápagos (vio que las diferentes islas tenían distintos tipos de pinzones con características diversas). Al conversar con un ornitólogo sobre sus observaciones le dijo que en realidad cada variedad de pinzón debía ser considerada una especie diferente. Reflexionó: Era inadmisible sostener que dios había creado cada una de estas variantes de manera independiente, para que cada una de ellas habitara una de aquellas islas diminutas, sobre todo teniendo en cuenta que las islas eran de recientes formación. Mucho más razonable parecía creer que habiendo emigrado desde Sudamérica, se habían establecido y cambiado para adaptarse a su nuevo entorno.

Darwin **aceptaba las primeras dos leyes lamarckianas,** pero no la dirección evolutiva hacia la complejidad. Para explicar como las especies se habían modificado hasta poseer las características que exhiben en la actualidad, se vio influenciado por dos fuentes, la cría de animales (le permitió observar el fenómeno de la variabilidad y selección artificial) y la teoría de las poblaciones de Malthus (le permitió atender a la disparidad existente entre la cantidad de individuos y la cantidad de recursos disponibles para la supervivencia. De la primera constato que en todas las poblaciones es posible hallar diferencias individuales, ningún organismo es idéntico a otro. Era utilizado por los criadores al escoger el puñado de individuos que variaban en la dirección deseada y de esta manera, generar descendencias solo a partir de los animales seleccionados. La tesis de Malthus según la cual la capacidad que tiene una población para reproducirse siempre es superior a las provisiones de alimentos disponibles,

le permitió atender a la lucha por la existencia que tales recursos limitados propiciaban.

Darwin propuso que la variabilidad podía ofrecer a algunos individuos una ventaja en la lucha por los recursos necesarios para supervivencia, solo sobrevivirían aquellos individuos cuyos rasgos les permitían acabar esos recursos; transmitirían tales características a sus descendencias. A este proceso lo llamó “selección natural” en analogía con la selección artificial de parejas reproductoras. Este proceso de selección natural se repitió por innumerables generaciones, seria el responsable de modificar órganos y hábitos dando lugar a la aparición de nuevas especies.

Las jirafas que exhibían partes más alargadas, mantenían más éxito que las otras al alimentarse, de modo que dejaban más descendencia que, a su vez, heredaban sus rasgos, mejorando su supervivencia.

La lucha por la existencia en sentido amplio, es decir, incluyendo la dependencia de un ser vivo respecto del otro, involucrando su vida y el éxito a la hora de dejar descendencia. En este sentido puede entenderse a la selección natural como un poderoso mecanismo capaz de perfeccionar las estructuras biológicas adaptándolas al entorno, incesantemente, a lo largo de extensos periodos de tiempo.

La selección natural explica dos fenómenos centrales indagados por la teología natural: las adaptaciones y la diversidad. Es la responsable de que las estructuras biológicas que pueblan en las naturalezas se encuentren tan asombrosamente adaptadas al entorno. Así mismo la presión ejercida por entornos cambiantes sobre los rasgos de los distintos organismos produce como resultado la conformación de distintas poblaciones de organismos con rasgos diferentes. Otra característica relevante: la teoría del ancestro común (toda la vida que existe en la actualidad, así como todos los fósiles, tienen su origen en uno o en unos pocos progenitores originarios. Según Darwin la evidencia a favor del ancestro común puede hallarse en aquellos rasgos semejantes no adaptativos que permanecen en ciertas especies). Un ejemplo de esta teoría, los humanos y los monos, su parecido no se debe a la acción de la selección natural modificándolas para ambientes semejantes, sino a que el rasgo fue heredado de un mismo antepasado.

*Linneo*: el sistema propuesto por el era bajo la perspectiva darwiniana un árbol genealógico.

*Owen*: La teoría del ancestro común permite explicar las homologías de él. El hecho de que las mismas combinaciones óseas se encuentren en distintas especies puede ser explicado apelando al modelo ramificado de evolución propuesto por Darwin.

*Paley*: podría pensarse que la selección natural constituye el relojero, la diferencia es que esta no persigue finalidad ni propósito alguno, entonces se lo compara con un relojero “ciego”.

*Lamarck*: diferencia la dirección en que la selección conduce la evolución de las diferentes poblaciones de organismos depende de contingencias del medio ambiente, otra la complejidad aumenta a medida que avance la evolución, no desde lo mas simple a lo mas complejo. Por otra parte, actúa sobre variaciones aleatorias, opera sobre las variaciones disponibles.

* 1. LAS CONSECUENCIAS FILOSÓFICAS DE LA TEORÍA DE DARWIN

En “el origen del hombre”, muestra una fuerte relación entre los humanos y los simios, además de intentar mostrar que las diferencias entre las diversas razas humanas son meramente superficiales y se deben a la selección natural. Las influencias de la Revolución han provocado cambios profundos en la forma que nos concebimos y de nuestro lugar en el mundo, seamos religiosos o no.

En la actualidad, la resistencia generada en su momento aún posee sus resabios en *ciertos ámbitos religiosos*, perturba el intento de ofrecer una explicación estrictamente naturalista, que descarta todo tipo de causa sobrenatural a la hora de explicar el origen de los seres vivos y del hombre. También, la teoría que nos relaciona profundamente con el resto de los seres vivos en múltiples dimensiones, fue vista como una amenaza que afectaba a la credibilidad en un alma inmortal; y, por ende, afectaba nuestro estatus exclusivo en la creación, poniendo en riesgo, supuestamente, la estabilidad del orden social.

La Revolución darwiniana, también conllevó cambios en relación con el modo de ver la ciencia. El biólogo debía encontrar los rasgos esenciales y necesarios para definir las especies, por detrás de las diferencias accidentales, ambas cuestiones fueron revertidas por el darwinismo. La selección natural permite explicar como surgen fines y propósitos en el mundo natural sin necesidad de apelar a ningún diseñador inteligente. Las divergencias y diferencias dentro de una especie debían ser dejadas de lado para conocer los rasgos esenciales. El darwinismo implica un nuevo tipo de explicación y de pensamiento “poblacional”. La clave de esta revolución, era estudiar eso que en otros marcos debía dejarse de lado: la variación, la clave de la evolución.

Sin Aristóteles, la ciencia no sería la misma. En conjunto, las revoluciones copernicanas y darwinianas se dedicaron a eliminar de la ciencia los estándares evaluativos y la concepción metafísica aristotélica.

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES – Charles Darwin

III. *Objetivo*: demostrar cómo la lucha por la existencia (supervivencia de los más adecuados- Herbert) se relaciona con la selección natural. La expresión es en sentido amplio y metafórico, incluye la dependencia de un ser respecto de otro e incluye no sólo la vida del individuo, sino también el éxito al dejar descendencia.

La simple existencia de variabilidad individual y de unas pocas variedades bien marcadas, nos ayuda poco a comprender cómo aparecen las especies en la naturaleza.

Debido a la lucha por la vida, las variaciones, por ligeras que sean y cualquiera que sea la causa de que proceden, tenderán a la conservación de estos individuos y serán, en general, heredadas por la descendencia. Esta también tendrá así mayor probabilidad de sobrevivir. Este principio, por el cual toda ligera variación, si es útil, se conserva, lo he denominado con el término “selección natural”: es fuerza siempre dispuesta a la acción y tan inconmensurablemente superior a los débiles esfuerzos del hombre como las obras de la naturaleza lo son a las artes.

Nada más fácil que admitir de palabra la verdad de la lucha universal por la vida, ni más difícil que tener siempre presenta esta conclusión (cuando vamos caminando no tenemos presentes que aun cuando el alimento puede estar en ese momento muy sobrado, no ocurre esto así en todas las estaciones de cada uno de los años sucesivos).

IV. El hombre no puede crear variedades ni impedir su aparición, puede únicamente conservar y acumular aquellas que aparezcan. A la conservación de las diferencias y variaciones individualmente favorables y la destrucción de las que son prejudiciales, las llamo “selección natural” o supervivencia de los más adecuados. En las variaciones ni útiles ni prejuiciales no influiría la selección natural y quedarían abandonadas como un elemento fluctuante.

Por naturaleza quiero decir sólo la acción y el resultado totales de muchas leyes naturales y por leyes, la sucesión de hechos, en cuanto son conocidos con seguridad por nosotros.

Los cambios en las condiciones de vida producen una tendencia a aumentar la variabilidad, y en los casos precedentes las condiciones han cambiado, y esto sería evidentemente favorable a la selección natural, por aportar mayores probabilidades de que aparezcan variaciones útiles. En el término variaciones están incluidas simples diferencias individuales.

|  |  |
| --- | --- |
| *Hombre* | *Naturaleza* |
| Puede obrar solo sobre caracteres externos y visibles. | Puede obrar sobre todos los órganos internos, sobre todos los matices de diferencia de constitución, sobre el mecanismo entero de la vida. |
| Selecciona solamente para su propio bien. | Selecciona para el bien del ser que tiene a su cuidado. |
| Retiene en un mismo país los seres naturales de varios climas, alimenta a todos por igual… | Hace funcionar plenamente todo carácter seleccionado. |

En la naturaleza, las mas ligeras diferencias de estructura o constitución pueden muy bien inclinar la balanza en la lucha por la existencia y ser así conservadas.

Los caracteres y estructuras que estamos inclinados a considerar como de importancia insignificante pueden ser influidos por la selección natural (los colores son de gran utilidad a estos insectos y aves para liberarse de peligros), puede ser eficaz para dar el color conveniente a cada especie.

También es necesario tener presente que, debido a la ley de correlación, cuando una parte varia y las variaciones se acumulan por selección natural, sobrevendrán otras modificaciones, muchas veces de naturaleza la más inesperada.

La selección natural podría influir en los seres orgánicos y modificarlos en cualquier edad por la acumulación, en esta edad, de variaciones útiles, y por su herencia en la edad correspondiente. Además, garantiza que las modificaciones no son perjudiciales. Lo que no puede hacer, es modificar la estructura de una especie sin darle alguna ventaja para el bien de otra especie.

Selección sexual: se hace posible que los dos sexos se modifiquen, mediante selección natural, en relación con sus diferentes costumbres, o que en un sexo se modifique con relación al otro. Esta formación de selección depende, no de una lucha por la existencia en relación con otros seres orgánicos o con condiciones externas, sino de una lucha entre individuos de un sexo, por la posesión del otro sexo. El resultado no es la muerte del competidor desafortunado, sino del que deja poca o ninguna descendencia. La selección sexual es, menos rigurosa que la selección natural.

Cuando los machos y las hembras tienen las mismas costumbres generales, pero difieren en conformación, color o adorno, estas diferencias han sido producidas principalmente por selección natural.