



LA BAJA EDAD MEDIA

A. Las traducciones

En los siglos XI y XII la relación entre teología y filosofía se fortalece debido, en parte, a que surge un creciente equipo de traductores que empieza a estudiar los tratados antiguos que los árabes habían trabajado y conservado durante siglos. Uno de los ejemplos más característicos de esta nueva corriente es Gerbert de Aurillac (el Papa Silvestre II), quien muere en el año 1003. Por medio de contratos eclesiásticos y eficientes relaciones diplomáticas, Silvestre II comienza a adquirir tratados árabes sobre matemáticas y sobre el uso del astrolabio para ser traducidos al latín. Así mismo, para mediados del siglo X, varios monjes se desplazan hacia España –región que entonces era parte del imperio árabe– para hacer traducciones del árabe al latín de tratados de geometría y astronomía principalmente. El más importante de estos traductores del árabe al latín fue Gerard de Cremona (1114-1187), quien viaja de Italia a España en busca del *Almagesto* de Ptolomeo. Una vez allí, decide quedarse para aprender árabe. Posteriormente traduciría tratados sobre álgebra, los escritos de Galeno, textos de Aristóteles como la *Física*, *Sobre*

los cielos y la *Lógica*, así como los *Elementos* de Euclides, entre otros.

Sin embargo, debe quedar claro que el proceso de difusión del conocimiento conservado por los árabes es necesariamente lento; sin la imprenta moderna, su circulación está limitada a los manuscritos. Los traductores empiezan a interesar a Europa Occidental en los diversos temas científicos y sin su labor no sólo no hubiera sido posible el desarrollo de la ciencia medieval, sino que difícilmente se hubiera dado la revolución científica del Renacimiento.

B. La ciencia en el medio oriente

a) El mundo árabe

Por lo general, es muy poco lo que se escribe sobre la ciencia árabe que se desarrolló a lo largo de la Alta Edad Media y principios de la Baja. Sin embargo, ésta tiene una importancia central en el desarrollo de la ciencia en Occidente.

En el año 632, a la muerte del profeta Mahoma, el Islam ha unificado todo el oeste de la península arábiga. Éste sería el comienzo de una expansión geográfica inmensa, la cual logró apoderarse de todo el Oriente Medio, de toda la costa norte del África y de gran parte de la península ibérica en menos de un siglo. Para principios del siglo IX, los árabes se habían asentado

definitivamente sobre todo este territorio y la religión islámica lograría unificar a casi todos los pueblos que se encontraban en él.

Aunque a lo largo del siglo IX el interés por la ciencia en el imperio apenas estaba surgiendo, para los siglos X y XI la situación ya había cambiado. Los musulmanes impulsarían el conocimiento y la investigación científica desarrollando grandes centros de investigación entre los cuales se puede resaltar Bagdad, El Cairo y, en la península ibérica, Toledo. El aporte de los musulmanes al desarrollo del pensamiento científico se puede resumir en tres grandes rasgos. Por un lado, conservaron gran parte del saber antiguo, (las obras de Galeno, Ptolomeo, Euclides, Aristóteles, entre muchos otros) el cual seguramente se hubiera perdido en buena parte con la caída del Imperio romano de Occidente en el siglo V. En segundo lugar, los árabes traerían a Occidente los saberes científicos que se habían desarrollado en Oriente, en especial los saberes astronómicos y matemáticos del imperio persa y de la India. Por último, los árabes formarían grandes científicos que escribirían obras haciendo aportes y críticas a todo este saber que habían recopilado y unificado. Nombres como Al-Khwarizmi en las matemáticas y Al-Razi en la medicina no pueden dejarse de lado al tratar de entender el desarrollo del pensamiento científico que después llegaría a Europa.

Aunque el auge de la ciencia árabe se daría entre los siglos X y XIII, para los siglos XIV y XV el panorama político del imperio había cambiado radicalmente. El control centralizado era un

problema cada vez más grande y poco a poco el imperio se desestabilizó y entró en crisis.

Los árabes marcaron una época importante en el desarrollo de la historia de la ciencia tanto en Europa como en Asia. Su labor de conservación, unión y creación de saberes y obras científicas (las cuales serían traducidas por monjes medievales a partir del siglo X) no debe ser subestimada en el posterior desarrollo de la ciencia Europea.

b) El Imperio Bizantino

En 395 d.C. los dos hijos del emperador Teodosio dividieron definitivamente el Imperio Romano en dos: Honorio se quedó con la parte occidental (el Imperio Romano de Occidente cuya capital siguió siendo Roma) y Arcadio con la oriental (el Imperio Romano de Oriente o Imperio Bizantino; su capital era Constantinopla, nombre que el emperador Constantino había dado a la antigua ciudad de Bizancio que más tarde los turcos llamaron Estambul). El Imperio de Occidente cayó en el año 476 a manos de los bárbaros mientras que el de Oriente perduró hasta que fue invadido por los turcos en 1453.

Al mismo tiempo que la tradición clásica estaba decayendo lentamente en el Occidente latino y el interés por la filosofía natural estaba siendo transformado en un interés por la religión y la teología, en la parte Oriental el panorama era muy distinto. Aunque el Oriente experimentaba los mismos infortunios que

Occidente (invasiones, crisis económica y desorden social), las consecuencias fueron menos severas y existía en el Imperio Bizantino una estabilidad política relativamente alta. Aun así, esta estabilidad no implicó que el interés por la filosofía natural o las matemáticas se pudiera desarrollar. Los padres de la Iglesia griega, al igual que los padres occidentales, no veían ninguna utilidad en el saber científico y estaban convencidos que había que subordinarlo al estudio de la teología y la religión. Sin embargo, pese a que la tradición científica no decayó del todo y se pueden mencionar los aportes de algunos pensadores como Themistius, Simplicius y Philoponus, el papel de Bizancio en el surgimiento de la ciencia moderna es un poco distinto. Su aporte radica en el proceso de difusión cultural mediante el cual el saber griego fue transmitido a otras regiones de Oriente y Norte del África en donde sería asimilado por culturas no griegas.

C. Las Universidades

Asociado con estos nuevos materiales que llegan a Europa comienza también el surgimiento, en los siglos XII y XIII, de las Universidades. Las escuelas urbanas en el año 1100 eran pequeñas, contaban con un profesor y unos diez o veinte estudiantes. Para el año 1200 ya habían ocurrido cambios importantes. Las escuelas empiezan a crecer en número y tamaño; se supone que en las de París, Bologna u Oxford los estudiantes eran varios cientos y ésta última, por ejemplo, tenía más de setenta profesores. Este crecimiento generó la creación de nuevas

instituciones que pasaron a llamarse *Universitas*, término que hace referencia a la pretensión de universalidad de la Iglesia Católica (de la cual dependían) y que desde el Imperio Romano era utilizado para nombrar a un número de personas organizado bajo una corporación o sociedad.

Las primeras y más importantes universidades de la Edad Media fueron Bologna (fundada cerca del año 1150), París (fundada alrededor de 1200), y Oxford (fundada en 1220). Éstas serían los modelos para una docena de instituciones similares que se crearían en los años siguientes, y desde allí Europa asimilaría y divulgaría las nuevas formas de conocimiento que se empezaron a desarrollar. Aunque existen diferencias entre las diversas instituciones, podemos tomar a la Universidad de París como modelo. La facultad de Artes Liberales era la más grande y sin lugar a dudas la más importante; allí se enseñaban las llamadas “siete artes liberales” compuestas, por un lado, del *quadrivium* de las disciplinas matemáticas (astronomía, música, geometría y aritmética) y, por otro, del *trivium* de las disciplinas lógicas y lingüísticas (gramática, dialéctica y retórica). Estas materias eran requisito indispensable para aspirar a otra facultad y era la única posibilidad de recibir títulos de leyes, medicina y teología. Un joven que tuviera el perfil social indicado para acceder a la universidad entraba a los catorce años, después de haber estudiado latín en un colegio. Podía aspirar a títulos similares a los que hoy ofrecen la mayoría de universidades modernas, es decir,

el Bachelor, el Master y el Philosophical Doctor. La obra de Aristóteles constituía la parte más importante de los *curricula*.

Es interesante ver el grado de relativa uniformidad en los *curricula* de la mayoría de estas universidades. Si recordamos las escuelas educativas de la Grecia antigua, como el Liceo o la Academia, el estudiante se matriculaba en alguna de ellas escogía una corriente de pensamiento determinada que no incluía a las otras. Aquí el panorama es distinto. Ya fuera en Oxford o en París, cada estudiante tenía acceso a más o menos las mismas materias y los mismos textos. Así, se estudiaban los siguientes textos de Aristóteles: *La lógica*, donde se exponían las bases de gramática; *La física*, donde encontramos los principios básicos del movimiento; *Sobre el cielo*, que se ocupaba de la Cosmología; la *Meteorología*, que analizaba los fenómenos terrestres; y *Generación y Corrupción*, estudio sobre los cuatro elementos fundamentales. De la misma manera, se leían los *Elementos* de Euclides como base fundamental de la geometría, el *Almagesto* de Ptolomeo y algunos escritos de Platón y otros autores antiguos.

D. El debate alrededor de Aristóteles

A partir de algunos de los textos aristotélicos mencionados más arriba, los estudiosos medievales empezaron a desarrollar preguntas alrededor de temas como el vacío, el movimiento, la caída libre, entre otros, preguntas de las que se ocuparían las mentes y las obras de pensadores como Guillermo de Ockham,

Nicolás Oresme, Alberto Magno y John Buridan. La importancia de preguntas de esta naturaleza es que no se presentaban como una repetición a los planteamientos de Aristóteles, sino que eran el punto de partida para la construcción de explicaciones novedosas y no siempre acordes con los textos antiguos. Aristóteles se convierte así en objeto de un fuerte debate en el siglo XIII que cambiaría el curso de la ciencia.

Pasemos a ver en qué consistió este debate y cómo se desarrolló. Algunos planteamientos de Aristóteles parecían contradecir el dogma y la fe cristiana. De los diferentes conceptos aristotélicos que se considerarían como una amenaza al cristianismo, podemos resaltar algunos que nos permitirán entender mejor el problema. En primer lugar, a los defensores de Aristóteles se les acusaba de enseñar el Panteísmo, es decir, la idea de que se puede identificar a Dios con el Universo. En segundo lugar, el cosmos aristotélico es eterno y no da lugar para el acto de la creación, lo cual contradice las sagradas escrituras. En tercer lugar, la filosofía natural de Aristóteles (y la exigencia asociada a ésta de que para que haya conocimiento se deben conocer las causas del objeto de estudio) supone un cierto tipo de determinismo el cual es inquebrantable y no dejaba posibilidad alguna a los milagros. Además, la libertad de elección humana, esencial para la doctrina cristiana de la salvación, era bastante restringida: para Aristóteles la vida del ser humano y, dicho sea de paso, su felicidad están en gran parte determinadas por la formación que se recibe en la infancia y por condiciones y eventos que sobre los que no se puede decidir (por

ejemplo, si se nace esclavo u hombre libre, si se posee un cuerpo saludable o no, si uno es víctima de tragedias, etc.). Por último, tenemos el problema de la naturaleza del alma. Para Aristóteles ésta es la forma y esencia del cuerpo humano por lo cual no puede tener una existencia independiente del cuerpo (ya que, para este filósofo, forma y materia son inseparables, esto es, la esencia y la materia de un individuo sólo son separables conceptualmente y no en la realidad), contradiciendo la tradición cristiana de la inmortalidad del alma.

Los líderes de la Iglesia empiezan a tomar acciones que buscan prohibir o purgar los planteamientos aristotélicos problemáticos. Las primeras acciones fuertes son tomadas por el Papa Gregorio IX en el año de 1231 y por el Papa Inocencio IV en el 1245, quienes buscaron limpiar y corregir la filosofía aristotélica de dichos errores y contradicciones. De ahí en adelante se harían varios estudios al respecto, entre los cuales uno de los más famosos es el texto de Giles de Román escrito en el año de 1270 y titulado *Errores de los filósofos*. Sin embargo, el punto culminante de este debate ocurre en 1277 cuando el Papa Juan XXI ordena al obispo de París, Etienne Tempier, estudiar y resolver estas disputas que se originaban en la Universidad de París. Como resultado, se hace una exhaustiva lista de errores de la filosofía en donde se condenaban 219 proposiciones aristotélicas, y el Papa determina que quien defendiera alguna de éstas sería excomulgado. Tal condena parece haber tenido un efecto inmediato y duradero en la historia de la ciencia. El esfuerzo por justificar su prohibición,

mostrar su falsedad y darle un sustento filosófico al cristianismo abrirá un espacio de reflexión nuevo. De esta manera, la importancia de este debate y de la condena aristotélica radica en la necesidad de una nueva filosofía que estuviera más acorde con la fe cristiana. Como veremos, el proceso tendría profundos efectos en la historia de la ciencia moderna. En contra de las expectativas del lector moderno, es posible argumentar que la defensa del cristianismo por parte de los filósofos medievales permitirá el cuestionamiento de la filosofía de Aristóteles y por lo tanto tendrá un visible efecto sobre lo que hemos llamado el surgimiento de la ciencia moderna.

Veamos algunas de las proposiciones prohibidas y de las afirmaciones que parecen defender los aristotélicos y que molestan a los filósofos cristianos: “las discusiones teológicas son basadas en fábulas”, “nada se sabe mejor por el hecho de estudiar teología”, “los únicos hombres sabios son los filósofos”, “la primera causa, Dios, no puede hacer varios mundos”, “Dios no puede generar algo de la nada”, y así sucesivamente entre muchas otras. El problema no era tanto erradicar la influencia de Aristóteles, lo cual era sencillamente imposible, sino más bien eliminar los “errores” de su filosofía y adaptarla a los intereses del cristianismo. Se trataba de determinar los límites entre la filosofía y la fe para hacer de la obra de Aristóteles fundamento del cristianismo. Dentro de esta corriente, podemos destacar el trabajo de Roger Bacon (1220-1292) quien puso el estudio de la filosofía natural al servicio de la religión, y a Alberto Magno (1206-

1280) quien desarrolló un cristianismo aristotélico y estableció a esta filosofía como un paso necesario para los estudios teológicos de Santo Tomás de Aquino. Las diferencias entre la filosofía y la fe se hacen cada vez más difusas. De manera que los asuntos de fe y la doctrina cristiana son objeto de una reflexión filosófica que hace parte de una poderosa tradición intelectual con consecuencias importantes en la historia de la ciencia occidental.

E. Física y astronomía

Nuevos conceptos en la física

Usar aquí el término “física” tiene el gran riesgo de llevar al lector moderno a igualar las discusiones medievales sobre la naturaleza con la concepción que tenemos de la física moderna. Los términos latinos *physica* y *physicus* se derivan del término griego *physis*, que debe entenderse en un sentido amplio. Para Aristóteles, quien tuvo una enorme influencia en este campo, la *physis* o naturaleza de algo se refiere al conocimiento de las características que determinan el comportamiento de los objetos naturales, y el estudio de la física recoge el estudio de la naturaleza en todas sus manifestaciones.

Al mismo tiempo que se debatía la compatibilidad entre la filosofía aristotélica y el cristianismo, algunos comentaristas introdujeron críticas y señalaron ciertas dificultades en la física aristotélica. Uno de los más conocidos fue el español de origen musulmán Averroes (Ibn Rushd, 1126-1198). Frente a la conclusión aristotélica de la

imposibilidad del movimiento en el vacío, Averroes se preguntó el porqué los planetas y las estrellas no presentan movimientos infinitamente rápidos en sus recorridos si en el espacio no hay aire (no hay medio) y por lo tanto no hay resistencia. Como una solución a este problema se desarrolla entre los siglos XIII y XIV un nuevo concepto: el de la “resistencia interna”. Este concepto está relacionado con la noción aristotélica de cuerpo mixto o compuesto. Como vimos anteriormente al describir el cosmos aristotélico, el movimiento natural se explicaba a partir de la composición de los cuerpos. El aire y el fuego son los elementos livianos y la tierra y el agua los pesados. Aunque los diferentes elementos tengan movimientos naturales en direcciones opuestas, éstos pueden actuar sobre un mismo cuerpo y, por ejemplo, en el caso del movimiento natural hacia el centro del universo (caída libre) se podría pensar que existiría una resistencia interna en aquellos cuerpos que tienen un componente de aire o fuego. Este concepto no sólo explicaría las diferentes velocidades de los objetos en su movimiento natural, sino que evitaría suponer un movimiento infinitamente rápido en un vacío hipotético.

Sin embargo, con este concepto aparecen algunas dificultades interesantes. Según la física aristotélica podríamos concluir que la velocidad es proporcional al peso e inversamente proporcional a la resistencia del medio. Es decir, un cuerpo dos veces más pesado que otro caería desde una misma altura en la mitad del tiempo. Desde esta perspectiva, tendríamos que preguntarnos que pasaría

si unimos con una cuerda dos cuerpos con la misma masa. ¿Acaso caerían en el mismo tiempo? ¿En la mitad?.

A partir de la idea de resistencia interna, Alberto de Sajonia argumentaría que cuerpos homogéneos –es decir, cuerpos constituidos con la misma proporción de elementos primarios pero de tamaños distintos y pesos diferentes– caerían a la misma velocidad. Es decir, ya que la resistencia puede ser entendida como una propiedad de los cuerpos mixtos que se opone al movimiento del compuesto predominante en el objeto, si dos objetos –sin importar su tamaño– tienen la misma composición, deben comportarse de igual manera en el cosmos.

Estrechamente relacionado con el concepto de “resistencia interna” pero con una distancia mucho más radical con respecto a la física de Aristóteles, aparece el concepto de *impetus* o impulso. Este concepto, con el cual se buscaba explicar cómo se mantenía en movimiento cualquier proyectil después de perder contacto con su fuerza impulsora, fue planteado inicialmente por John Buridan (1295- 1358). En lugar de asumir que el motor impulsor imprime una fuerza en el medio manteniendo al proyectil en movimiento, Buridan asume que el motor imprime la fuerza en el objeto mismo. De esta manera, mientras más materia tenga un cuerpo, mayor cantidad de *impetus* puede recibir y por lo tanto por más tiempo puede prolongar su movimiento.

Aunque el concepto de *impetus* es muy cercano al concepto de “inercia” de la física moderna, existen varias diferencias que no podemos pasar por alto. En primer lugar, la idea de inercia o *momentum* en Newton expresa cualidades de un cuerpo que se encuentra en movimiento, y el *impetus*, por el contrario, se ve aún como *causa* del movimiento. En segundo lugar, siendo que la tierra es inmóvil y ése es su estado natural, el movimiento debe ser entendido como un proceso de cambio (de un lugar a otro) y no como un estado permanente o natural. En tercer lugar, la idea moderna de inercia nos dice que cualquier movimiento que no tenga resistencia sería rectilíneo e infinito. En el cosmos aristotélico, donde el movimiento eterno y perfecto sólo puede ser circular y el movimiento recto es corruptible y está determinado a una región sublunar finita, la idea de un movimiento infinito en línea recta es imposible. Además, tendríamos que asumir la existencia del vacío, como lo harían los físicos modernos, concepto impensable e irreal para ese momento. Los únicos cuerpos con movimiento infinito, diría Buridan, son los cuerpos celestes los cuales, al tener un primer *impetus* dado por Dios y no tener resistencia, tendrán un movimiento eterno.

La tierra inmóvil

Desde la antigüedad, pensadores como Aristarco de Samos o la escuela pitagórica habían planteado la idea de poner a la tierra en movimiento. El mismo Ptolomeo reconoció que, si asumiéramos como un experimento mental que la tierra gira sobre su propio eje, podríamos explicar los movimientos de los astros con bastante

éxito. Sin embargo, encontró poderosas razones para mostrar el absurdo que esto implicaría. Iría en contra de nuestro sentido común y de observaciones simples como que las nubes no están en permanente movimiento o que el disparo acertado de un cañón o una flecha sería imposible.

En el siglo XIV, la idea de que la tierra girara alrededor de su eje fue considerada por pensadores como Nicolás Oresme y John Buridan. Este último sería uno de los primeros en pensar en esta posibilidad, y tendría varios argumentos para sustentarlo. Diría que el movimiento de los astros es relativo y que tanto una cosmología con la tierra en movimiento como una en la cual estuviera inmóvil explicarían los fenómenos celestes de forma similar. Aunque nos parezca absurdo, podríamos no estar conscientes de tal movimiento. Para explicarlo pone como ejemplo el caso de un pasajero que va en un barco en movimiento y otro que está quieto. Para Buridan, si el pasajero que está en movimiento decidiera imaginar que su barco está quieto, vería al otro barco en movimiento. Lo mismo ocurriría entre los movimientos relativos entre la tierra y los astros. La tierra sería el barco que está en movimiento y nosotros los pasajeros que la imaginamos quieta.

Sin embargo, Buridan, basándose en argumentos parecidos a los de Ptolomeo, optó por defender la idea de la tierra inmóvil. Para él, si la tierra estuviera en movimiento no se podría explicar el porqué, cuando una flecha que se lanza hacia arriba, vuelve al

mismo punto cuando cae. Si la tierra se moviera, sostenía Buridan, la flecha se habría desplazado una gran distancia al momento de volver a la tierra. Aunque muchos pensadores que defendían el movimiento terrestre afirmaban que el aire se mueve con la tierra y por lo tanto lleva a la flecha consigo, la teoría del *impetus* no hacía posible este razonamiento para Buridan. La flecha, al llevar consigo un impulso, rompería con la resistencia que tendría el aire y por lo tanto caería al occidente de su punto de partida.

Por su lado, Nicolás Oresme desarrolló argumentos bastante similares a los planteados por Buridan. Sin embargo, aunque usó la figura de los barcos para demostrar la posibilidad de una tierra en movimiento, no estaba de acuerdo con Buridan en cuanto al argumento de la flecha. Para Oresme, la tierra al moverse movía con ella el aire que la rodeaba, haciendo que nuestra experiencia fuera similar a la del movimiento en la cabina de un barco. Es decir, no existe ni viento ni resistencia del aire ya que el pasajero, el aire, y la cabina van juntos en un solo movimiento. Desde esta perspectiva, la flecha podría ser lanzada verticalmente y volvería a su punto de origen ya que el aire no ejercería ninguna resistencia sobre ella.

Sin embargo, esto no implicaba que la tierra estuviera en movimiento. Aunque era una teoría viable, para Oresme era imposible concluir, a través de la experiencia, cuál de los dos modelos cosmológicos era el verdadero. Aún así, Oresme también adopta la visión tradicional de la tierra inmóvil. Para él existe una

incapacidad de la razón humana de tener un conocimiento verdadero del mundo físico. Sólo la fe nos puede acercar a la verdad absoluta y, en este caso, la tradición indicaba que la tierra debería estar quieta en el centro del universo.

Buridan y Oresme representan las dos corrientes intelectuales típicas del siglo XIV. El primero consideraba que era necesario explicar los fenómenos en general de la forma más plausible. Aunque reconocía los límites de la razón, opinaba que aunque ciertamente Dios pudo haber hecho cualquier cosa, no deberíamos suponer que así lo hizo. Por otro lado, Oresme, siguiendo de cerca a Santo Tomás, afirmó que la física y la razón se encuentran con dificultades que sólo pueden ser explicadas por medio de la fe. Los argumentos de la filosofía no son definitivos y conceptos como la existencia de Dios o la creación sobrepasan los límites de la razón

Aunque Buridan y Oresme defendieran la idea de una tierra inmóvil, presentaron argumentos parecidos a los que presentaría Copérnico posteriormente. La idea de una tierra en movimiento es anterior al periodo renacentista. Incluso Ptolomeo o Aristarco en la antigüedad ya habían analizado la posibilidad de una cosmología diferente. Aunque no se puede hablar de una completa ruptura del mundo aristotélico, la filosofía medieval está lejos de ser una repetición de las doctrinas antiguas y la mayoría de las rupturas que tanto se celebran en los siglos XVI y XVII ya habían sido realizadas por varios pensadores medievales.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.