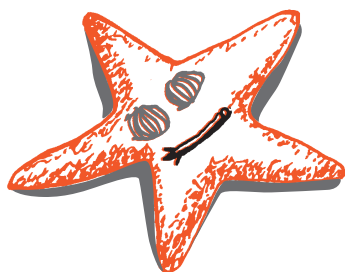


\* Wydział Fizyki Politechniki  
Warszawskiej

BC – Before Copernicus – przed  
Kopernikiem  
Na podstawie: Eugeniusz Rybka,  
Przemysław Rybka *Kopernik – człowiek  
i myśl*, Wiedza Powszechna, 1972.



Jeśliby zdefiniować początki inteligentnego życia na Ziemi przez czynne, a nie bierne pojmowanie świata, przez próbę jego zrozumienia i wykorzystania do swoich potrzeb, prawdopodobnie momentem przełomowym byłaby chwila, gdy człowiek po raz pierwszy spojrział w niebo. Być może pierwszą obserwacją naukową był ruch Słońca na sklepieniu niebieskim i jego powiązanie z dniem i nocą. Obserwacja ta nie była motywowana jedynie ciekawością, ale miała praktyczne konsekwencje. Jak daleko można się oddalić od bezpiecznego schronienia, aby móc powrócić przed pełną niebezpieczeństw nocą? W którą stronę iść, aby trafić z powrotem do swojej siedziby?

Plemiona ludzkie wiodące koczowniczy tryb życia, szczególnie te żyjące nad morzem, potrzebowały możliwości orientowania się w terenie także po zachodzie Słońca. Stąd obserwowano i Księżyc, i gwiazdy, szybko dochodząc do wniosku, że nie pozostają one w spoczynku, lecz poruszają się stale, pozwalając określić porę nocy, a także kierunki świata. Z kolei osiadłe ludy Ziemi zajmowały się rolnictwem. Zajęcia te były silnie zależne od pory roku – siew czy zbiory muszą być dokonywane w odpowiednim czasie, więc trzeba było je w miarę precyzyjnie określać, co powiązane zostało z cyklami faz księżyca. Powstały pierwsze kalendarze.

Wkrótce zaczęto rozróżniać rodzaje ciał niebieskich. Oczywiście najważniejszym z nich było Słońce regulujące rytm życia człowieka i całej przyrody. Drugim stał się Księżyc, który, jak zauważono, nie tylko zmienia swoje fazy, ale także przesuwa się wśród gwiazd. Grozą napelniały ludzi takie zjawiska, jak zaćmienie Słońca czy Księżyc, dające argumenty kapłanom za przychylnością lub nie rządzących niebem bóstw. Najważniejszą jednak obserwacją był fakt, że nie tylko Słońce i Księżyc wschodzą i zachodzą za horyzont, ale całe sklepienie niebieskie dokonuje w ciągu doby pełnego obrotu. Zauważono także, że niektóre gwiazdy wyłamują się z tego wspólnego ruchu, zakreślając na niebie zawile drogi, a nawet czasowo zmieniając kierunek swojego ruchu. Nazwano je „gwiazdami błądzącymi”, czyli planetami (z greckiego *plano* – błądzą).

Dla człowieka pierwotnego Ziemia była czymś stałym i niezmiennym. Zmysły podpowiadały, że wokół tego nieruchomego punktu odniesienia poruszają się gwiazdy i planety (czasem będące uosobieniem bóstw), człowiek zaś – centrum przyrody – żyje na płaskiej powierzchni, która kończy się gdzieś na horyzoncie znajdującym się bardzo daleko. Podobny schemat powtarza się praktycznie w każdej pierwotnej religii, od starożytnego Babilonu przez kulturę Azteków i Majów po wierzenia słowiańskie.

Władcy i ludność poszczególnych nacji czerpali swą wiedzę od kapłanów, to oni bowiem studiowali zjawiska i zależności astronomiczne, jak również bacznie obserwowali przyrodę, aby konstytuować boskie namaszczenie władcy oraz przewidywać niecodzienne zjawiska, np. zaćmienia, które, jak wierzone, miały wpływ na losy świata. Często więc astronomia przeradzała się w astrologię, która oczywiście nie miała już nic wspólnego z nauką. Stanowiła jednak silny bodziec do obserwowania i prób zrozumienia ruchów ciał niebieskich. W Mezopotamii na podstawie systematycznych i długotrwałych zapisów poznano ruch Księżycy i ustalono reguły występowania jego zaćmień. Także ruchy planet oraz okresy ich obiegów synodycznych, tj. odstępów czasu pomiędzy dwiema kolejnymi opozycjami, gdy planeta była widoczna po przeciwnej stronie nieba niż Słońce, można było obliczyć i wykorzystać w astrologii. W Egipcie opracowano kalendarz słoneczny, dzieląc rok na

12 miesięcy po 30 dni oraz 5 dni dodatkowych. Dzięki temu możliwe stało się przewidywanie corocznych wylewów Nilu, które były kluczowe dla rolnictwa na tym obszarze. Co ciekawe, w kalendarzu tym co 120 lat początek roku przesuwał się o 30 dni, występując kolejno we wszystkich porach roku w ciągu 1460 lat.

Prawdziwy rozwój nauki, w tym przede wszystkim astronomii, wymagał jednakże bardziej otwartego spojrzenia na otaczający świat. Takie warunki charakteryzowały starożytną Grecję. Nie stanowiła ona jednolitego organizmu państwowego, dzieląc się na wiele współpracujących i walczących ze sobą państw-miast. Nie istniała w związku z tym wpływowa grupa kapłanów oraz silna władza państwowa. Grecy uważali się więc za ludzi wolnych, szczególnie w zakresie myśli. Również mitologia grecka opisywała bogów jako bardziej „ludzkich”, z wadami i zaletami człowieka, a często także wchodzących w bezpośrednie relacje z ludźmi. Wielu ludzi w Grecji mieniło się filozofami (z gr. „miłośnikami mądrości”) i starało się nie tylko obserwować niebo, ale także zrozumieć, co się na nim dzieje. Po raz pierwszy stawiano pytanie „dlaczego”, a nie tylko pytanie „jak”.

Pierwsze ogólne myśli o świecie sformułował na przełomie VII i VI w. p.n.e. Tales z Miletu. Stwierdził on m. in., że Księżyc świeci światłem odbitym od Słońca. Postulował, że woda jest pierwotną substancją, z której pochodzą inne rodzaje materii. W jego

obrazie przyrody rewolucyjny był brak jakiegokolwiek nadprzyrodzonej istoty. Podobne poglądy głosił Anaksymander z Miletu, sugerując, że gwiazdy to wirujące koła sprężonego powietrza, być może wypełnione ogniem, który przez małe otworki wydostaje się na zewnątrz. Zaćmienie Słońca wiązało się więc z zatkaniem owych otworków. Z kolei na Księżycu był jego zdaniem tylko jeden otwór (jak w miechu) i dlatego jego świecenie zależało od obrotu. Warto wymienić jeszcze Heraklita z Efezu, który uznawał, że świat jest wieczny i nie został stworzony przez żadnego z bogów, a pramaterią był ogień, który odpowiednio zapalając się i przygasając, podtrzymuje istnienie świata. Materia, jego zdaniem, jest w wiecznym ruchu (gr. *panta rhei*) i nieustannym procesie przeobrażania się.

Mimo tych śmiałych poglądów, które z dzisiejszego punktu widzenia moglibyśmy uznać za racjonalne, pogląd na temat kształtu Ziemi i jej miejsca we Wszechświecie był nadal bardzo prymitywny, uważano ją za płaszczyznę, walec, niekę, a nawet gigantyczny korzeń zwężający się ku dołowi. Pierwszą koncepcję sferyczności Ziemi przypisuje się Pitagorasowi, choć jest bardziej prawdopodobne, że była ona dziełem jego uczniów, zwanych pitagorejczykami. Oryginalne uzasadnienie tej koncepcji nie jest znane, ale możliwe, iż bazowała ona na pozaobserwacyjnych przesłankach, takich jak idealność kształtu kulistego w geometrii. W każdym razie powstał w ten sposób pierwszy geocentryczny model kosmosu – kulista, niczym niepodparta Ziemia okrążana była przez wszystkie gwiazdy i planety z Księżycem i Słońcem na czele.

Świat człowieka nadal był jednak nieruchomy. Dopiero w V wieku p.n.e. Filolaos z Tarentu ogłosił oryginalną koncepcję, że w centrum świata znajduje się ogień, zwany Hestią, oświetlający i ogrzewający wszystko. Ziemia, podobnie jak wszystkie inne ciała niebieskie, w tym Słońce, miała okrążyć ten ogień raz na dobę, obracając się do niego zawsze niezamieszkałą stroną w taki sposób, że ognia tego nie można było ujrzeć. Ten ruch obrotowy tłumaczył jednak dobowy ruch sfery niebieskiej. Warto odnotować, że w modelu tym Słońce nie świeciło własnym światłem, lecz odbijało blask Hestii. Do wyjaśnienia ruchów Ziemi, Księżycy, Słońca, znanych wówczas pięciu planet: Merkurego, Wenus, Marsa, Jowisza i Saturna oraz gwiazd potrzeba było dziewięciu sfer obracających się współśrodkowo. Jednakże pitagorejczycy uważali 10 za liczbę doskonałą, więc Filolaos „poprawił” swój model, dodając dodatkową sferę, po której miało krążyć fikcyjne ciało niebieskie – Przeciwiemia. Model oczywiście nie był słuszny, a ruch sfery niebieskiej łatwiej było wyjaśnić po prostu jej obrotem wokół własnej osi, co zaproponował Ekfantos. Niemniej jednak był to pierwszy opis Wszechświata dopuszczający, że Ziemia nie stanowi nieruchomego centrum, lecz porusza się w przestrzeni. Koncepcja ta nie przyjęła się szeroko wśród greckich filozofów.

W 360 r. p.n.e. Platon ogłosił swój dialog *Timaios*, w którym wyłożył koncepcję budowy Wszechświata przyrównanego do istoty żywej obejmującej w sobie

wszystkie inne istoty żywe. Wszechświat według Platona miał kształt obracającej się kuli, ponieważ Bóg „uważał, że taki kształt jednostajny jest bez porównania piękniejszy od niejednostajnego”. Na szczęście koncepcja żywego kosmosu także się nie przyjęła, choć uczeń Platona, Eudoksos z Knidos, zainspirowany poglądem mistrza wyjaśnił ruchy ciał niebieskich za pomocą systemów współśrodkowych (homocentrycznych) sfer, mających Ziemię za środek. Gwiazdy umieszczone były na najbardziej zewnętrznej sferze obracającej się raz do roku. Wyjaśnienie ruchów Słońca (dobowych i rocznych) wymagało dwóch sfer obracających się wokół różnych osi. Księżyc wymagał aż trzech sfer, których obroty złożone razem tłumaczyły dopiero wszelkie aspekty jego ruchu. Łącznie model ucznia Platona był skomplikowanym zespołem bardzo wielu sfer współśrodkowych, obracających się wokół różnych osi i z różnymi prędkościami. Wyobrażenia przestrzenna i geniusz Eudoksosa nie uchroniły go przed krytyką. Planety obracające się wokół Ziemi powinny jawić się stale tej samej wielkości i jasności, a z tym nie zgadzały się obserwacje.

Podsumowaniem modeli sfer homocentrycznych były poglądy Arystotelesa. Filozof uważał, że materia ziemską składa się z czterech elementów: Ziemi – najcięższej, tworzącej środek świata, wody – lżejszej, tworzącej na powierzchni Ziemi morza, jeziora i rzeki, powietrza – jeszcze lżejszego, otaczającego Ziemię kulistą warstwą, oraz ognia – najlżejszego elementu sięgającego aż do sfery Księżycy. Ten ziemski, podksiężycowy świat był niedoskonały – przemijający i niszczywalny. Ponad sferą Księżycy znajdował się eter budujący i wypełniający wszystkie ciała niebieskie – doskonały, wieczny i niezniszczalny. Wszystkie ciała niebieskie znajdowały się w nieustannym ruchu kołowym, a wszystkimi zjawiskami rządziła celowość zapoczątkowana przez „pierwszy czynnik poruszający”. Świat podzielony więc został na materialną, dostępną naszemu poznaniu Ziemię oraz nierozpoznawalną, rządzącą się innymi prawami Niebo.

W drugiej połowie IV wieku p.n.e. nastąpił moment zwrotny w historii cywilizacji greckiej i terenów Bliskiego Wschodu. Podboje Aleksandra Macedońskiego sprawiły, że Grecy objęli władzę nad terenami dawnych cywilizacji Mezopotamii i Egiptu. W Aleksandrii założono słynną Bibliotekę Aleksandryjską i Muzeum (Musejon), będące w rzeczywistości świetnie wyposażonym ośrodkiem badawczym, w skład którego wchodziły m.in. obserwatorium astronomiczne, ogród zoologiczny i botaniczny. W szczytowym momencie rozwoju w bibliotece tej zgromadzonych było 400–700 tysięcy zwojów rękopisów. Cywilizacja grecka przechodziła z okresu myślenia i modeli do ery pomiarów i eksperymentowania.

Eratostenes po raz pierwszy obliczył obwód Ziemi, mierząc kąt padania promieni słonecznych w Syene (obecnie Asuan) i Aleksandrii. Otrzymał wynik 250 000 stadionów, lecz wartość tej jednostki nie jest do końca znana. Według najbardziej prawdopodobnych szacowań oznaczało to około 39 000 km, co jest

wynikiem zaskakująco poprawnym, biorąc pod uwagę wiele nieścisłości w pomiarach. Podejmowane były także próby ustalenia odległości do innych ciał niebieskich dowodzące między innymi, że Słońce jest wielokrotnie większe od Ziemi. Pomiary wykonane przez Arystarcha z Samos (ok 310–230 r. p.n.e.) naprowadziły go na koncepcję, że niemożliwe jest, aby Słońce, które ma 300 razy większą objętość od Ziemi, krążyło wokół niej (w rzeczywistości Słońce jest 109 razy większe od Ziemi) – i ta idea, mimo że nie przyjęła się ówczesnie (a nawet była zwalczana), może być śmiało uznawana za załóżkę pierwszego modelu heliocentrycznego w historii nauki.

Główny nurt nauki poszedł tymczasem w innym kierunku. Aleksandryjski matematyk Apoloniusz z Pergii wprowadził koncepcję ruchu ciała po tzw. ekscentryku, a więc kole, którego środek nie leżał w punkcie odniesienia, ale w pewnej odległości od niego. Korzystając z tego modelu, astronom Hipparch wyjaśnił na nowo ruch Słońca i Księżyca z uwzględnieniem nieregularności w długości pór roku i (pozornie) niejednostajnego ruchu Słońca po niebie. Poruszało się ono więc po ekscentryku względem Ziemi. Podobnie Księżyc, którego oś obrotu obiegała Ziemię co mniej więcej 10 lat. Istniało jeszcze inne wyjaśnienie niejednostajnego ruchu Słońca i Księżyca, które sprowadzało się geometrycznie do tego samego opisu. Według tej koncepcji Ziemia znajdowała się na środku wielkiego koła zwanego deferentem, po którym biegł z jednostajną prędkością punkt będący z kolei środkiem drugiego, mniejszego koła, zwanego epicyklem, a po nim z jednostajną prędkością biegło Słońce.

Hipparch opracował jedynie teorię ruchu Słońca i Księżyca, lecz jego koncepcja została rozwinięta przez Klaudiusza Ptolemeusza, który, używając koncepcji deferentów – ekscentryków i krążących po nich epicykli, skonstruował kompletną teorię ruchu wszystkich widocznych ciał niebieskich, tj. Słońca, Księżyca, pięciu znanych planet oraz sfery gwiazd stałych. Model ten opisany w dziele „*Mathematike Syntaxis*” (znanym też pod nazwami „*Megale Syntaxis*” i „*Almagest*”) stał się na półtora tysiąca lat zasadniczą podstawą astronomii. System ten opierał się na pięciu nienaruszalnych zasadach, w które ówczesnie wierono:

1. Ziemia spoczywa nieruchomo w środku świata.
2. Obserwowane ruchy ciał niebieskich są ich ruchami rzeczywistymi.
3. Wszystkie ruchy odbywają się po kołach, gdyż koło jest najdoskonalszą krzywą; w celu wytłumaczenia złożonych ruchów planet nakłada się na siebie kilka ruchów kołowych.
4. Ruchy po kołach są ruchami jednostajnymi, jeśli jednak nie da się zaobserwować ruchów wyjaśnić bezpośrednio tą zasadą, to zawsze można znaleźć we wnętrzu koła taki punkt, z którego ów ruch wydaje się jednostajny.
5. Sfera gwiazd stałych wykonuje jeden obrót w ciągu doby, udzielając tego ruchu pozostałym sferom.

Ptolemeusz traktował „*Mathematike Syntaxis*” jako konstrukcję modelu matematycznego. Poszukiwanie

fizycznego modelu Wszechświata, wyjaśniającego ruch ciał niebieskich i ich odległości, zawarł w swoim drugim wielkim dziele pt. „*Hipotezy planet*”. Tam koła zostały zastąpione sferami, pomiędzy którymi nie było pustych miejsc, a więc górna granica jednej z nich była jednocześnie dolną granicą następną.

W VII wieku pojawiła się na Bliskim Wschodzie nowa potęga, która przeobraziła stare cywilizacje nie tylko pod względem politycznym, ale i kulturalnym – islam i wyznający go Arabowie. Nowi muzułmańscy władcy, tytułowani kalifami, popierali i otaczali opieką nauki, a szczególnie astronomię i astrologię. W miastach powstawały ośrodki naukowe, takie jak Dżundiszapur w Persji (dziś wschodni Iran), gdzie schronili się filozofowie greccy, i Harran w północno-zachodniej Mezopotamii (dziś południowo-wschodnia Turcja), gdzie z powodzeniem uprawiano astronomię.

Zainteresowanie Arabów astronomią wynikało z ich kultury. Jako kupcy odbywali długie podróże, często przez niezamieszkałe obszary, i niezbędna była umiejętność orientowania się w kierunku drogi. Z drugiej strony nakazy islamu żądały, aby w czasie modlitwy zwracać się w kierunku świętego miasta Mekki, a kierunek ten był możliwy do określenia jedynie w odniesieniu do gwiazd. Wreszcie okres postów wyznaczany był przez Arabów za pomocą kalendarza księżycowego, który opierał się na znajomości ruchów Księżyca i obserwacji jego położenia. W świecie muzułmańskim głęboko zakorzenione były także przepowiednie astrologiczne opierające się na pozycjach Słońca, Księżyca i planet.

W 829 roku za czasów kalifa al-Mamuna powstało w Bagdadzie jedno z pierwszych stałych obserwatoriów astronomicznych. Naukowcy studiowali tam dzieła Ptolemeusza, przekładając je na język arabski i sporządzając dokładne tablice planetarne. Pomagało im w tym opracowane w VIII wieku przez Ibrahima al-Fazariego astrolabium. Był to krąg metalowy z podziałką kątową i przeziernicą służącą do nastawiania na ciała niebieskie. Przy użyciu tego przyrządu obliczano odległość kątową gwiazdy albo planety od zenitu.

W szczytowym okresie swojej potęgi, w X i XI wieku, Arabowie podbili Egipt i południową Hiszpanię, zaszczipiając tam także szacunek do osiągnięć astronomii oraz zakładając ośrodki badawcze. W XIII wieku Mezopotamia została z kolei podbita przez mogolskiego wodza Hulagu-chana (wnuka Czyngis-chana), który wystąpił jako mecenas astronomii, nie tylko przeznaczając znaczne środki pieniężne, ale także zakładając nowe obserwatorium w miejscowości Maraga w irańskim Azerbejdżanie. To tam Nasir al-Din al-Tusi, najwybitniejszy z astronomów islamskich, na podstawie precyzyjnych pomiarów skonstruował tablice planetarne nazwane na cześć dynastii Hulagu Tablicami Ilchanidów, a także opracował nową geometryczną teorię ruchu planet. Teoria ta wyjaśniała położenia planet jako złożenie



jednostajnych ruchów kołowych, przy zastosowaniu specjalnie dobranych par wektorów. Teorię tę rozwinął

Ibn al-Shatir z Damaszku w połowie XIV wieku, sprawiając, że zbędne stały się ekscentryki, epicykle, a promienie głównych kół poprowadzone zostały z Ziemi jako środka, z którym związane były owe pary wektorów al-Tusiego. Opis ten, mimo swojego geocentrycznego charakteru, bliski był koncepcji geometrycznej stosowanej później przez Mikołaja Kopernika.

Nieocenioną zasługą astronomów muzułmańskich było wzbogacenie nauki olbrzymią ilością danych obserwacyjnych oraz przechowanie myśli naukowej przekazanej przez uczonych greckich. Swoimi dociekaniem i działaniami spięli jak gdyby klamrą wielki dorobek naukowy starożytności z powstającą w Europie średniowieczną astronomią. W czasie bowiem, gdy Arabowie przyswajali naukę grecką, w Europie panował chaos wywołany upadkiem Cesarstwa Rzymskiego. Kulturowo wśród europejskich narodów rosło w siłę chrześcijaństwo. Zarówno na zachowującym w pewnym stopniu ciągłość kulturową Bizancjum, jak i w targanym wojnami i wpływem narodów germańskich Zachodzie punkt ciężkości nauki przesunął się z rozważań filozoficznych na teologiczne. Przykładem tej „nowej astronomii” było dzieło Kosmasa Indikopleustesa z 535 roku pod znamienym tytułem „Chrześcijańska topografia świata oparta na świadectwie Pisma Świętego, w które nie wolno chrześcijaninowi wątpić”. Zawierała ona tezę, że „nie można wierzyć świeckiej nauce, która wyobraża sobie, że rozumem można objaśnić świat”. Opierając się na Biblii, głosił on, że na środku świata leży Palestyna, jako Ziemia Święta, zaś na północy wznosi się ogromna góra, za którą kryją się w nocy wszystkie ciała niebieskie, krążąc po sferach obracanych przez specjalnych aniołów. Cały ten świat z boku ograniczony był pionowymi ścianami, a u góry przykryty stropem. Ponad tak skonstruowanym światem swą siedzibę miał Bóg, który nad nim czuwał. Na zachodzie w myśl panującej doktryny filozoficznej zdefiniowanej przez św. Augustyna, czyli augustynizmu, wszelkie badanie świata było w ogóle grzechem próżnej ciekawości, a głównym celem ludzkiego umysłu było poznanie Boga i własnej duszy. Uznanie nauki „pogańskim wymysłem” doprowadziło do niszczenia dorobku naukowego i palenia ksiąg i bibliotek nie tylko na terytorium byłego Cesarstwa Rzymskiego, ale także na zdobytych w wyniku krucjat terenach arabskich. Ponownie jedynymi ośrodkami względnie wysokiego wykształcenia stały się klasztory, a większość ludzi Europy niezależnie od stanu była analfabetami. Astronomia została ograniczona jedynie do konstrukcji kalendarzy.

Stan ten zaczął ulegać poprawie dopiero w XII wieku, gdy europejscy uczeni zainteresowali się nauką narodów islamu i odkryli na nowo dzieła greckich filozofów. W XII wieku Albert Wielki i św. Tomasz z Akwinu opracowali nową zasadę, w myśl której nauki przyrodnicze były względnie niezależne od

teologii, opisując ten sam przedmiot, ale z innego punktu widzenia. Nie mogły one jednak stawać w sprzeczności wobec religii. Powstała scholastyka, która opierała się na analizie i dyskusowaniu dzieł starożytnych bez podważania ich za pomocą własnych teorii czy doświadczeń. Obraz tego przedstawiony jest w „Boskiej komedii” Dantego, gdzie Ziemię otacza dziewięć sfer kryształowych unoszących ciała niebieskie, z czego ostatnia nadaje ruch pozostałym. Planety są umocowane na mniejszych kulach, toczących się po tych sferach. Każdej ze sfer przyporządkowany jest anioł czuwający nad jej ruchem, przy czym im wyższa sfera, tym wyższy stopień anioła w hierarchii niebieskiej. Obszar ziemski składa się z czterech elementów – ziemi, wody, powietrza i ognia, zaś część niebieska z eteru. Są to dobrze znane, prymitywne teorie z domieszką powszechnej ówczesnie hierarchii feudalnej. Jednakże już ich sformułowanie i dopuszczenie do publicznego wydania stanowiło postęp w stosunku do wieków poprzednich.

Średniowieczna Europa żyła w przeświadczeniu, że Ziemia jest nieruchomym środkiem świata. Astronomia podążała drogą donikąd, jednakże skrepowanie więzami feudalizmu i władzy Kościoła utrudniało zmianę kursu. Sytuacja zmieniła się w epoce odrodzenia, gdy wielkie odkrycia geograficzne udowodniły nad wszelką wątpliwość, że Ziemia jest kulą, a ich duch napęlił umysły ludzkie odwagą do stawiania pytań i poszukiwania na nie odpowiedzi za pomocą umysłu. Pojawił się humanizm, który nad sprawy Boże przedkładał uczucia ludzkie oraz wierzył w człowieka i jego możliwości. Celem nauki przestała być służba Kościołowi, a ponownie zaczęło być poznawanie świata. Budziło się przekonanie, że człowiek stanowi część przyrody i niekoniecznie musi być centralną istotą Wszechświata.

W tych warunkach zaczęły pojawiać się pierwsze koncepcje ruchu Ziemi, początkowo oparte na mistycznych spekulacjach, że centralną pozycję przestrzeni zajmuje Bóg, a nieskończoność Wszechświata jest obrazem wszechmocy Bożej. Taki kosmos nie miał geometrycznego środka, więc wszystkie ciała niebieskie, w tym Ziemia, musiały być obdarzone ruchem. Te idee oddziaływały szczególnie na uczonych skupionych w nowo powstałych uniwersytetach europejskich. Wyodrębniły się nowe nauki przyrodnicze oparte na materiale doświadczalnym i obserwacyjnym. Do ich rozwoju wydatnie przyczyniło się wynalezienie druku przez Jana Gutenberga w połowie XV wieku. Rozwijała się także astronomia. Przełożono (z arabskiego) i przestudiowano dokładnie dzieła Ptolemeusza i modele obrazujące jego układ planetarny. Na ich podstawie powstały obszerne podręczniki astronomii stworzone przez wiedeńskich badaczy Georga Puerbacha i Johanna Müllera, jednakże dalszy rozwój astronomii wymagał człowieka o umyśle krytycznym i przenikliwym, który potrafiłby sięgnąć do sedna zagadnienia. Takim uczonym był Polak, Mikołaj Kopernik.