

## 1. A természettudományok születése

Az élőlények kapcsolatban állnak környezetükkel, az őket körülvevő világgal, reagálnak annak változásaira, bizonyos fokig pedig arra is szükségük van, hogy ismerjék, milyen törvényszerűségek, milyen szabályok szerint változik az. Ehhez valamiféle modellt kell alkotniuk a világ működéséről, megteszi ezt a feketerigótól a zebrán át a csimpánzig minden állat. Hasonlóképpen az embernek is szüksége van arra, hogy ismerje, milyen szabályok, törvények szerint viselkedik a világ. Biztosak lehetünk abban, hogy a magasabb rendű tudat megjelenése előtt már képesek voltak az emberelődök valamilyen módon értelmezni a természet működését. Ez az értelmezés genetikusan és az idegrendszerünk felépítésében is rögzült. Az állatok rendelkeznek azzal a képességgel is, hogy ne csak a rögzült mintázatokat kövessék, hanem képesek legyenek maguk modelleket alkotni a világ működéséről. Az emberi agy fejlődése során azután kialakult az úgynevezett szimbolikus gondolkodás képessége, ami lehetővé tette a magasabb rendű tudat létrejöttét. Ez a képesség a korábbiaknál sokkal pontosabb modellek megalkotását, a természet működését sokkal részletesebb feltárását tette lehetővé.

1. Milyen képe lehet a világról, milyen szabályokat ismerhet fel egy papucsállatka, egy darázs, egy rigó és egy kutya?



### Csillagászat, orvoslás, béljóslás

Az első olyan kultúrákban, ahol erről ismereteink vannak, a világszemlélet egységes egészet alkotott. Minden ismeret egy univerzális kozmikus keretbe illeszkedett. Ezekből a természeti világról alkotott elképzelések részét képezték az összes többi elképzelésnek. A természeti és a természetfeletti egységes világot alkotott és hasonló törvényszerűségek alapján próbálták értelmezni a működését. Az ókori kelet papi iskoláiban együtt tanították a matematikát, az orvoslást a madárjóslással és az áldozati állatok beleinek helyes értelmezésével. Az ókori kelet tudományos eredményeiről beszélve, nem tekinthetjük azt

természettudománynak, ehelyett a természetről alkotott ismeretek az egységes világkép részét képezték.

2. Emlékezz vissza, mit tanultunk a babilóniai, egyiptomi csillagászatról!

### A bölcsesség szeretete

Jelentős változást hozott mindebben a görög kultúra, itt ugyanis a természeti világ magyarázata elvált egymástól. Miközben a görögök is hittek az istenekben és abban, hogy azok a világban tevékenyen vesznek részt, a természeti jelenségek vizsgálatába nem vonták be őket magyarázatként. Kialakult a filozófia mint átfogó tudomány, ami a világról, az emberről való gondolkodást jelentette, de mitológiai magyarázatok nélkül. A görög filozófiában Arisztotelész után élesen elkülönült a természet vizsgálata mindattól, ami a természetén túli, ami kívül esik a tapasztalás keretein. Ez utóbbit nevezték *metafizikának*, mivel az ezekről szóló írások Arisztotelész művei között a fizika után következtek.

A görög filozófusok esetében megjelenik már a megfigyelés és a tapasztalatok értelmezése is, bizonyos mértékben még a kísérletek elvégzése is. Ezzel együtt azonban már ekkor kétségbe vonják az érzéki tapasztalatok megbízhatóságát (Zénón paradoxonai). Azt sem szabad elfelejtenünk, hogy a természetről alkotott elképzelésekben keveredik egymással a tapasztaláson alapuló (pl. Eratoszthenész számításai) ismeret a pusztá spekulációval (pl. Demokritosz atom elmélete).



A hellenisztikus korban elsődlegesen a keleti csillagászat hatására fontos szerepet kap a mérés és a megfigyelés is a görög tudományos gondolkodásban, gondoljunk csak Ptolemaiosz világképére. Az érvelés elsődleges módja azonban továbbra is a *szillogizmus* maradt. Ez a logikai forma a következőképpen összegezhető:

*Ha minden ember (B) halandó (C),  
és minden görög (A) ember (B),  
akkor az összes görög (A) halandó (C).*

Vagyis a meglévő ismeretekből következtetünk további ismeretekre, ez az úgy nevezett **deduktív** gondolkodás.

3. Melyik görög tudósokról tanultunk a csillagászat kapcsán! Mit tanultunk róluk?

### A teológia szolgárolánya



A kereszténység világképe több szempontból visszatért a korábbi egységes világmagyarázatokhoz. A keresztény kultúra mindent az egyetlen Istennek rendel alá, és minden ismeret valamilyen formában az Istenről való ismeret. Akár a teremtett világot, akár az embert mint teremtményt nézzük, abban az egyetlen mindenható Istenről tudhatunk meg valamit. Nem véletlen tehát, hogy ebben az időszakban minden megismerés végső soron az Isten megismerését, vagyis a teológiát szolgálta. A középkor bestiáriumi, kozmológiája azt a célt szolgálták, hogy jobban megismerhetővé tegyék Istent, tulajdonképpen a teológia

segédanyagai voltak.

A természettudományok ebben az időszakban a filozófia egy kisebb jelentőségű ágának számítottak, hiszen az igazán jelentős (teológiai szempontból) pont a természetfelettel foglalkozó metafizika volt. hibás lenne azonban a *sötét középkor* egyszerűsítő gondolatának bedőlnünk. Ebben az időszakban is születtek természettudományos megfigyelések, technikai újítások és természetesen fejlődött a filozófia is, aminek később fontos szerepe lesz a tudomány szempontjából is. A logika fejlődésének fontos lépése volt Ockham Vilmos ferences szerzetes tétele miszerint:

*Bármely jelenség okaként csak annyi okot szabad feltételeznünk, amennyi feltétlenül szükséges a magyarázathoz.*

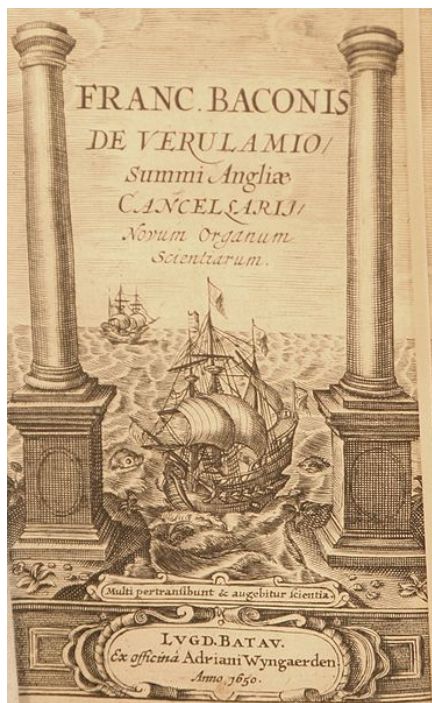
Ezt a logikai elvet **Ockham borotvájaként** is emlegetik, mivel drasztikusan csökkent a feltételezett okok számát.

### Tudományok a reneszánszban

Jelentős változást hozott az európai kultúrában a reneszánsz, de a természettudományokra nem volt döntő hatással. A filozófia egyre jobban függetlenedett a teológiától és az antik szerzők felé fordult. A tekintély, az autoritás azonban a filozófiai gondolkodásnak továbbra is fontos része maradt, egyszerűen csak a szentírás tekintélyét felváltotta az ókori szerzőké.

Mindez azonban elvezetett ahhoz a folyamathoz, ami (az Biblia eredeti nyelven történő tanulmányozásával) megingatta az egyházatyák és korai teológusok tekintélyét, mivel kiderült például, hogy a latin Biblia jelentős fordítási hibákat is tartalmaz (ez elsődleges Rotterdami Erasmus kutatásaiból derült ki). A tekintélynek ez a megingása jelentett utat a reformáció és ezen keresztül a tudományos forradalom felé is.

## 2. Az ész korszaka, a tudományok nagykorúsága



A tudományos forradalom évének jellemzően 1543-at szokták megjelölni. Ekkor jelent meg ugyanis két olyan mű, ami alapjaiban változtatta meg a természetről való gondolkodást még akkor is, ha ez nem volt teljesen egyértelmű az adott pillanatban. Az egyik mű Kopernikusz *De revolutionibus orbium coelestium* című könyve amiben a heliocentrikus világkép mellett érvel. Tudnunk kell, hogy Kopernikusz munkája nem alapos és pontos megfigyeléseken alapul, hanem sokkal inkább matematikai modelleken, úgynevezett epiciklusok rendszerén, amikkel a bolygók mozgásait próbálja magyarázni. Sok szempontból ez a könyv igazi középkori munkának tekinthető, ami közben a hajózásban használható táblázatokat próbál megalkotni. Kopernikusz munkája kezdetben nem keltett nagy visszhangot, majd csak majdnem száz évvel később Kepler és Galilei idejében derül ki a jelentősége.

A másik könyv ugyanebből az évből Vesalius munkája a *De humani corporis fabrica*, ami az anatómia tudományát újította meg. Vesalius atlasza boncolások eredményeire alapozva mutatja be az emberi test felépítését és sokat kijavít azokból a téves elképzelésekből, amik Arisztotelész, vagy az ókor legnagyobb tekintélye Galenus óta

meghatározták az orvoslást.

Jól látható, hogy egyik munkának sem egy új kor eljövetele, valamiféle forradalom beindítása volt a célja, sokkal inkább a meglévő ismeretek pontosítása, de mégis mindkettő radikális változást hozott. Kopernikusz olyan alapvető tekintélyt mert kétségbe vonni, amire az azt megelőző 1500 évben senki nem vállalkozott, Vesalius pedig a megfigyelések alapján javította a korábban megingathatatlanak hitt elképzeléseket.

A 17. századot a filozófiatörténet az ész korszakának is nevezik, ez az időszak, ami beékelődik a reneszánsz és a felvilágosodás közé. Ebben az időszakban alakul ki a tudományos megismerés új formája az **induktív** gondolkodás. Ezt a módszert a legtisztábban Francis Bacon írta le *Novum Organum* című könyvében. Bacon szerint a természet megismerésének útja a megfigyelés és a tények rögzítése, majd ebből a törvények és axiómák leszűrése. A kiindulópont tehát nem a már ismert törvény (miként a szillogizmusoknál), hanem fordítva, a megfigyelt tény. Bacon azt is hangsúlyozza, hogy ahhoz, hogy a tényeket a maguk valójában tudjuk megismerni, fontos, hogy minden előítéllettől, elfogultságtól előzetes várakozástól mentesen tudjuk megfigyelni és értékelni azokat. ez természetesen nem jelenti azt, hogy a kutatónak ne lenne valamilyen célja, amikor vizsgálódásba kezd, ami azonban lényeges, hogy a várakozásai ne befolyásolják a tapasztalatait. Erre az alapra épült fel egy új filozófiai iskola, az **empirizmus** is, ami a világ megismerésében az elsődleges szerepet a tapasztalásnak, érzékelésnek szánja (a gondolkodás, következtetés helyett, amit a racionalizmus képvisel).

A 17. század jelentős kutatói szinte minden téren szembe mentek a meglévő tudományos elképzelésekkel és a tapasztalatok útján alkottak új elképzeléseket a világról. Lássunk néhányat közülük:

- Kepler a heliocentrikus világképet alapozta meg törvényeivel, amik a pontos megfigyeléseken alapultak.
- Galilei és Newton a mozgásokat értelmezték újra, törvényeikben megállapítva, hogy a mozgáshoz nincsen szükség egy állandó mozgatóra.
- Boyle vizsgálatait az anyagok összetételét illetően cáfolták az őselemek (föld, víz, levegő, tűz) tételét.
- Gilbert az elektromosság a mágnesesség alapos vizsgálatát kezdte meg.

- Harvey az emberi test felépítésében feltételezte a vérkeringést.
- Leeuwenhoek és Hook feltárták a mikroszkopikus világot.

Ebben az időszakban kezdik el a tapasztalatok és ezek után a következtetések matematikai leírását. Galilei megfogalmazásában: *a természet nagy könyve a matematika nyelvén íródott*. Fontos azonban látnunk, hogy nem arról van szó, hogy a természetben egyenletek szaladgálnának, hanem arról, hogy a matematika az az egzakt nyelv, amin a megfigyeléseinket meg tudjuk vizsgálni, meg tudjuk fogalmazni. A 17. század sok szempontból átmeneti időszak, jellemző, hogy sok nagyszerű természettudományos munka párbeszédese formában íródott, ami ma egy tudományos műnél elképzelhetetlen lenne (Galilei: Párbeszéd a két világról, Boyle: A szkeptikus vegyész).

A tudományos módszer formálódásában jelentős szerepe volt még Descartes francia filozófusnak is, aki 1637-ben írta meg *Értekezés a módszerről* című munkáját. Ebben a tudományos kutatás négy fő szabályát fekteti le:

- Csak azt fogadd el igaznak, aminek az igazságában teljes mértékben bizonyos vagy.
- A vizsgálandó problémát a lehető legkisebb részproblémákra bontsd fel, amiként az a vizsgálatához szükséges.
- Kezdd a legkönnyebben megérthető és legkönnyebben megoldható problémákkal és ezekből építkezve haladj a bonyolultabbak felé.
- A felsorolásaidat tedd olyan teljessé, az ellenőrzéseket olyan alapossá, hogy biztos lehess benne, semmit sem hagytál ki.

Ebben az időben szilárdul meg a kísérletezés is, mint a tudományos vizsgálódás fontos módszere. A kísérletezés során olyan körülményeket teremtünk, ahol csak az általunk irányított hatások hatnak a kísérlet tárgyára, így megállapíthatjuk, hogy annak a hatásnak, milyen szerepe van. Fontos, hogy mindig végezzünk kontroll vizsgálatot is, tehát megvizsgáljuk a dolog viselkedését a behatás nélkül, hiszen ez lehet az összehasonlítás alapja. Mivel a kísérleteket több véletlenszerű tényező is befolyásolhatja, ezért azokat többször kell elvégezni, hogy kizárhassuk a véletlen szerepét.

Az így kialakult új módszer azután a 19. század közepére nyerte el a ma is legjobban ismert formáját az úgynevezett *hipotetiko-deduktív* eljárással. Eszerint a tudományos vizsgálódás lépései a következők:

1. Adatgyűjtés, megfigyelés
2. Hipotézis felállítása a megfigyelések okainak magyarázatára
3. Következtetés levonása, hogy milyen viselkedés, megfigyelés következne abból, ha a hipotézis igaz lenne, kísérlet tervezése ennek ellenőrzésére.
4. Amennyiben a kísérlet eredménye a várt, újabb kísérlet tervezése, amennyiben nem, újabb hipotézis megfogalmazása.

A 17. és 19. század között nem csak önállósodott a természettudomány, hanem kialakultak azok az ágai is, amiket ma ismerünk. tekintsük át ezek fejlődését röviden:

### **Fizika**

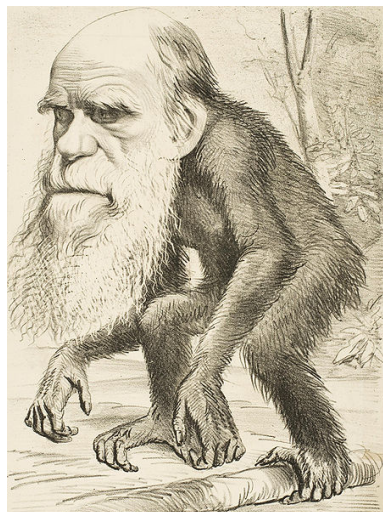
Mint látható a fizika tudománya volt az, amelyik legelsőként kezdte el használni a tudományos módszert. A newtoni fizika már ezekre az elvekre épül, alaptörvényeket, axiómákat fogalmaz meg és ezekkel írja le a mozgásokat. Newton azonban nem csak a mozgások leírásában volt úttörő, hanem a fénytannban is. Bizonyította, hogy a fehér fény valójában egy összetett fény.

A 18. században alakultak ki a fizika ma is ismert ágai, mindazon ismeretek többsége, amit középiskolában tanulunk ebből az időszakból származik. Ekkor alakul ki az elektromosság és a termodinamika is. Ez utóbbi azért is fontos, mert ekkor lép be a statisztikai szemlélet a fizikába. Nem tudjuk megmondani, hogy egy köbméter gázban az egyes részecskék éppen mit tesznek, de képesek vagyunk megmondani az átlagos viselkedésüket. Ez a szemlélet azután a genetika megszületésében is fontos szerepet játszik.

### **Kémia**

A kémia elég lassan rázta le középkori örökségét az aranycsinálást célzó alkímiát, de a változást jelzi a név megváltoztatása is. Miután egyre közelebb kerültek az egyes elemek azonosításához és azok állandó tulajdonságainak megismeréséhez, elfogadottá vált az atomelmélet, vagyis az az elképzelés, hogy az anyag nagyon parányi, de oszthatatlan részekből áll. Fontos lépés volt a kémia fejlődésében a flogiszton elmélet cáfolata, annak bizonyítása, hogy az égés nem egy anyag (a flogiszton) távozása, hanem az oxigénnel történő egyesülés. A 18. század második fele és a 19. század eleje az elemek felismerésének nagy időszaka volt. Ezt foglalta végül keretbe a periódusos rendszer megalkotása.

A 19. századtól indult nagy fejlődésnek a szerves kémiai is, 1828-ban sikerült elsőként szervesetlen alapanyagokból szerveset előállítani, bizonyítva ezáltal, hogy a szerves vegyületek képzéséhez nincs szükség valamilyen speciális *életerőre*.



### **Geológia**

A geológia tudományának első fontos felismerése a *települési törvény* volt. Annak felismerése, hogy a mélyebben fekvő kőzetrétegek többnyire idősebbek.

A következő fontos lépés pedig a geológiai idő felismerése. A 19. század elején a katasztrofiánusok és az uniformitariánusok vitáztak egymással. Az előbbiek azt állították, hogy a Föld mai alakját néhány drasztikus katasztrófa útján nyerte el, míg az utóbbiak szerint ugyanazok az erők működtek a múltban is, mint a jelenben, csak nem pár tízezer, hanem több millió év alatt alakult ki, amit ma is láthatunk. Végül Occam borotvája az uniformitariánusok mellett döntött.

### **Biológia**

A biológia sokáig egy leíró és rendszerező tudomány volt, hiányzott az az egységes keret, ami a biológia minden ágára kiható rendező elv lehet. Végül 1859-ben az evolúció elmélete volt az, ami ilyenként tudott működni. Innentől számíthatjuk valójában a biológia *nagykorúvá válását*.

### **Orvostudomány**

Érdekes összehasonlítani, miként változott meg az orvostudomány 1700 és 1899 között. 1700-ban az emberi test működéséről ellentmondó és főképp misztikus elméletek voltak csak, amik a testen belüli folyadékok egyensúlyának felborulására vezették vissza a betegségek okait. A műtétek 90%-a halálos volt a betegre nézve és a gyógymódok vagy a népi gyógyászat tapasztalatait használták vagy az érvágást jelentették. 1899-re ismerték a betegségeket okozó baktériumokat és vírusokat, képesek voltak oltani, a műtéteket sterilén és altatásban végezték. Ismerték az emberi egyes szerveinek pontos felépítését és funkcióját is.

### 3. Mit tud a tudomány?

#### Elméletek a tudományról

A 20. századra egy kicsit árnyalódni kezdett az a szép kép, ami a tudományról az emberek fejében élt. A 19. század vége tele van optimizmussal aziránt, hogy a tudomány majd megtalálja mindenre a megfelelő megoldást. Elég csak a Verne regények letörhetetlen optimizmusára gondolnunk. A modern tudomány azonban több helyen ütközött komoly korlátokba. Elsődlegesen a fizika ért el olyan határokat, ahol az egyszerű gondolkodásmód már nem volt elég a jelenségek magyarázatához. Már Einstein relativitáselmélete is elég vad kijelentéseket tesz arról, hogy mi is történhet például a kozmoszban, de igazán a kvantummechanika volt az, ami a legjobban megzavarta a tapasztalatokon alapuló megismerésbe vetett hitet. A kvantummechanika egyfelől azt állította, hogy az elektron, ez elemi részecske nem is elektromágneses hullám, de nem is egy pontszerű részecske, hanem egyszerre mindkettő, vagyis hol az egyik, hol pedig a másik. Arról van itt szó, hogy az a gondolkodási keret, amibe mi kényszerítve vagyunk nem elegendő arra, hogy leírja, milyen is az elektron. Heisenberg határozatlansági törvénye azonban azt is bemutatta, hogy nem is leszünk képesek sosem a maga teljességében megismerni az elektron, mivel pont a megfigyelés változtatja meg a viselkedését: minél biztosabban akarjuk tudni a helyét, annál bizonytalanabban fogjuk tudni a sebességét és viszont. Ebben a felfedezésben az volt a különleges, hogy itt az derült ki, a megfigyelés ténye megváltoztatja a dolgokat, így nehéz objektív ismereteket szerezni róla.

A harmincas években a nagy matematikus Gödel azt bizonyította be, hogy bármilyen logikai rendszert állítunk fel, lesznek olyan állítások, amik igazsága abban a rendszerben eldönthetetlen (egy másikban természetesen lehetséges). A Gödel-tétel a matematikai leírás mindenhatóságába vetett hitet is megingatta.

Más irányból, de szintén a tudománnyal szembeni szkepticizmust erősítette a felismerés, hogy a tudomány épp annyira tudja az emberek elpusztítását, mint a jólétét szolgálni. Az atomfizika vezetett Hiroshimához és a genetika bizonyos mértékben Auschwitzhoz.

Ebben a környezetben kezdtek el többen is vizsgálni, vajon miként is működik a tudomány? Hogyan fejlődik? Mik a határai? mi most két elméletet ismertetünk.

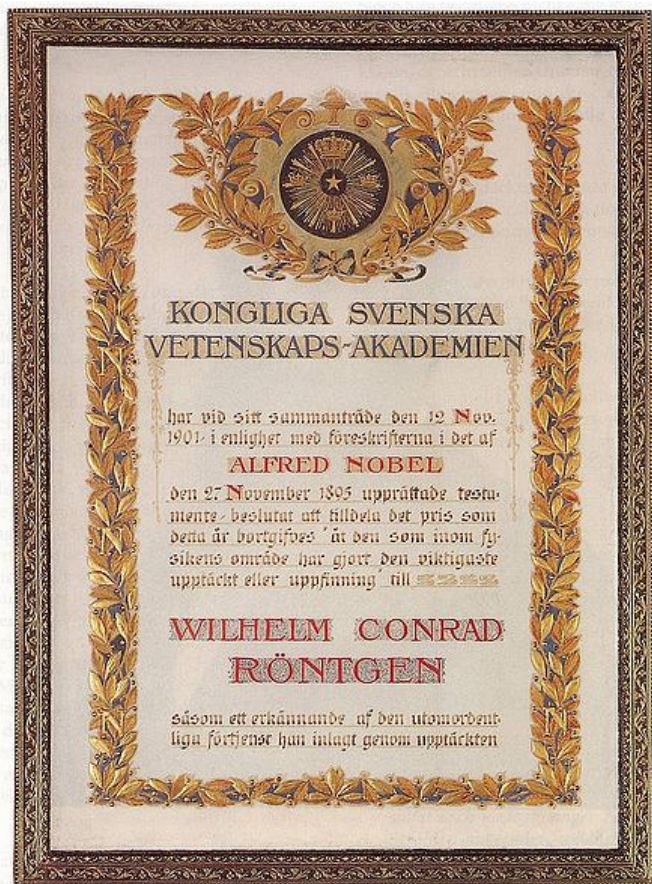
Karl Popper elsőként azzal kezdett el foglalkozni, hogy mivel is foglalkozik egyáltalán a tudomány, mik azok a kérdések, amik a tudományos vizsgálódásra alkalmasak. Popper úgy látta, a tudomány nem alkalmas arra, hogy bármilyen állítást igazoljon. Hiába végzünk el ezer kísérletet ami igazolja egy állítás jóslatait, nem zárhatjuk ki, hogy lesz egy olyan kísérlet, ami nem felel meg a jóslatoknak. Popper szerint tehát a tudomány nem képes igazolni, csak cáfolni állításokat. Éppen ezért a tudomány csak olyan állításokkal tud foglalkozni, amik (elvben) cáfolhatók. Ez a Popper-féle cáfolhatósági kritérium azóta is meghatározza, milyen kérdésekkel foglalkozhat egyáltalán egy tudós.

Mindezek után azt kezdte el vizsgálni, hogyan is fejlődik, miként változik a tudomány. Mindenkor tudományos elméletnek vannak korlátai, vannak olyan helyzetek, amikor nem tud helyes jóslatokat adni. Newton mozgás egyenletei remekül leírják a mindennapi világ működését, de kudarcot vallanak az elemi részecskék (elektronok, protonok) szintjén. a kvantummechanika már működik ezen a szinten is és jól látható, hogy a newtoni mechanika annak egy alete. Vannak azonban olyan kérdések, amikre a kvantummechanika sem ad jó választ. Popper szerint tehát a tudomány egy olyan rabhoz hasonlít, aki nagy munkával kiássa magát a cellájából, csak hogy egy másik, ámbár valamivel tágasabb cellában találja magát.

Sokban eltért ettől Thomas Kuhn felfogása a tudományról, ő elsődlegesen azt vizsgálta, miként működnek a tudományos forradalmak, azok az időszakok, amikor nagyon gyorsan és nagyon alapvetően változik meg a tudományos gondolkodás. Ilyen forradalom volt a váltás az alkímiából a kémiába vagy a leíró biológiából az evolúciós biológiába. Megállapítása szerint ilyenkor az adott tudomány egész szerkezete megváltozik. Úgy tapasztalta, hogy minden adott korban van egyfajta hallgatóságos közmegegyezés, egy kép arról, hogy mi a tudomány, mivel és miként dolgozik. Mi az, ami belefér és mi az, ami nem. Ezt nevezte el ő

*paradigmának* (a paradigma a latin ragozás táblázata, ami megmutatja, mit és miként lehet ragozni). Kuhn elképzelése szerint a paradigma a tudomány egy-egy területén a kialakult általános, átfogó elmélet és kép, ami azonban azt is korlátozza, hogy milyen kérdések tehetők fel egyáltalán az adott területen. Kuhn szerint egy paradigma sem tökéletes, idővel mindegyikkel szemben cáfolatok halmozódnak fel. Amikor ezek száma elér egy tűrhetetlen értéket, paradigmaváltás történik, ez a tudományos forradalom. Ilyen forradalom volt az evolúció gondolatának megjelenése, egészen addig a megteremtett és változatlan világról szóló paradigma volt érvényben, amiben egyszerűen nem értelmezhetőek a fajok változásával kapcsolatos kérdések. Popper és Kuhn elképzelése között nagyon fontos különbség, hogy Kuhn szerint nincs arról szó, hogy egyik paradigma jobb volna a másikinál (egyik cella tágasabb lenne az azt megelőzőnél), egyszerűen csak mindegyik más-más szempontból írja le a valóságot, de éppen emiatt összevethetetlenek. Kuhn metaforája az a varázskép, amit egyszerre láthatunk fiatal nőnek és öregasszonynak, szerinte ilyen kép a valóság, a paradigma pedig azt szabja meg, hogy mi mit látunk bele.

A 19. század tudományfilozófusai az természettudományok objektivitását hangsúlyozták: a tudósok az előzetes elképzeléseiket a kalapjával együtt a labor előszobájában kell hagynia mondta John Stuart Mill, Kuhn szerint viszont ez lehetetlen, nem kísérletezgetünk csak úgy a nagyvilágba, szükséges, hogy legyenek előzetes elképzeléseink, ezeket az elképzeléseket viszont az aktuális paradigma határozza meg.



## Hogyan működik a tudomány?

Napjainkban a természettudományok részletesen kialakult és jól átgondolt rendszerben működnek. A kutatások jobbára a korábban vázolt hipotézis-cáfolat módszert követik. A tudományos kutatás fontos alapelvei a következők:

### *Nyilvánosság*

Csak az a tudományos eredmény számít bármit is, amit nyilvánosan (lehetőleg valamilyen folyóiratban, könyvben vagy akár az interneten) közöltek.

### *Megismételhetőség*

Csak az a tudományos eredmény számít valamit, amit úgy közöltek, hogy (a megfelelő felszerelések birtokában) bárki megismételhesse a vizsgálatokat. Ehhez tehát szükséges a vizsgálatok pontos menetének közzétevése is.

### *Statisztikai megbízhatóság*

Ahhoz, hogy komolyan vehető legyen egy eredmény, fontos, hogy tudhassuk nem csak a véletlen okozta. Ehhez vannak segítségünkre a statisztikai módszerek, amikkel megállapítható, hogy mekkora a valószínűsége annak,

hogy valamilyen eredmény, amit látunk nem azért van, mert éppen így választottuk ki (véletlenül) a megvizsgált dolgokat, hanem azért, mert ez a különbség valóban létezik. Ebben az esetben nevezzük az eredményt szignifikánsnak (a szignifikancia tehát egy valószínűség), a tudományos világban csak azokat az eredményeket fogadjuk el, amelyek szignifikanciája legalább 95%.

### *Szakmai bíráló*

A tudományos folyóiratokban csak úgy jelenhet meg közlemény, ha azt előtte az adott szakma egy szakértője közlésre érdemesnek találja. Ehhez a bíráló név nélkül kapja meg az írást, tehát azt csak a tartalma és nem a szerzői alapján ítéli meg. Az ilyen szakmai bírálóknak alávetett szaklapokat nevezik *referált folyóiratnak*.

### *Elsőbbség*

A tudományban nagyon komolyan veszik az elsőbbség elvét, tehát fontos, hogy milyen új eredményt ki talált ki először. Éppen ezért fontos az is, hogy mindenki pontosan jelölje meg, mi az az információ, ismeret, gondolat, amit valaki mástól vett át. A pontos forrásmegjelölés tehát elengedhetetlen minden tudományos írásban.

### *Eredetiség*

A tudományos közleményekben a elengedhetetlen az eredetiség elve. Szándékosan senki nem állíthat olyan dolgot a sajátjának, amit más már korábban állított. A szellemi tulajdon ellopása, a *plágium* megbocsájthatatlan bűn.

### *Szcientometria*

A tudományos munkásság eredményességét pontosan mérik. Fontos, hogy kinek hány cikke jelenik meg és az is számít, hogy mennyire rangos az adott folyóirat, ez utóbbit pedig abból számítják, hogy hányszor hivatkoznak mások az adott lapban megjelent cikkekre. Fontos ezen túl az úgynevezett citációs index is, vagyis az, hogy hányszor hivatkoznak mások valakinek az írásaira.

### *Igazság*

Talán mondani sem érdemes, hogy tudományos írásban szándékosan nem lehet valótlanságot állítani. Egy nagyszerű kutató szerint: *aki hazudik a tudományban, annak nem az a büntetése, hogy leleplezik, hanem az, hogy később nem fogja tudni elhinni más kutatók eredményeit, úgy pedig nem lehet dolgozni.*

## **A tudományos közlemény**

A tudományos közleményeknek kialakult, szabott formája van. Alapvetően különböznek egymástól az eredeti kutatási eredményeket közlő cikkek és az egy-egy kutatási területet, témát körüljáró összefoglalók. Az új eredményeket közlő cikkek szerkezete a következő:

### *Bevezetés*

Itt található a cikk témájának tágabb kifejtése, valamint az adott területen mások által már végzett kutatások összefoglalása.

### *Módszerek*

Itt kell leírni a vizsgálat módszereit olyan részletességgel, hogy azt bárki követni tudja.

### *Eredmények*

Itt sorakoznak a kutatások eredményei.

### *Diskusszió*

Ez az eredmények értelmezésének, a következtetések levonásának helye. Itt kell összevetni az új eredményeket a korábbiakkal.

### *Köszönetnyilvánítás*

Itt lehet megköszönni a kutatást segítők tevékenységét.

### *Irodalomjegyzék*

Itt szerepelnek a beidézett cikkek.



## 4. Új középkor

Napjainkban sokat változott a tudomány megítélése és szerepe. Korábban nem látott mértékben virágzanak az áltudományok és tudománytalanságok. Elég csak egy pillantást vetni a hirdetésekre, a magazinokra és egészen hihetetlen dolgokkal találkozhatunk. Egyesek szerint egy új középkorban élünk, amiben a tudomány szerepe lecsúszik arra a szintre, ahol ötszáz évvel ezelőtt volt. Mindennek több oka is lehet:

Bizonyosan része van benne egy általános kiábrándultságnak. Mindazok a várakozások, amik szerint a tudomány fejlődésével egy új aranykor köszönt majd be, amiben mindenki boldogan él, nem váltak valóra. Hiába növekedett meg az életszínvonal, a várható élettartam, hiába vált lehetővé számtalan dolog, amit akár száz éve is lehetetlennek gondoltak, ma is vannak betegségek, háborúk, éhezések, szenvedés. A tudomány nem váltotta meg az emberiséget.

Az is fontos összetevője a jelenségnek, hogy mára a tudomány olyan mértékben fejlődött és specializálódott, hogy az a mindennapi ember tudásszintjét magasan meghaladja. Ötven évvel ezelőtt egy érettségizett ember még megérthette mindazon berendezések működését, amiket a mindennapokban használt. A diákok a gimnáziumban detektoros rádiót készítettek, az emberek minden gond nélkül szerelték meg a saját autójukat stb. Mára már a leghétköznapibb berendezéseink (számítógép, mobiltelefon) működése is olyan elveken alapszik, amiknek a megértése messze meghaladja az átlagos ember tudományos ismereteit. Nem csoda, ha ezek után a tudomány éppolyan *varázslattá* válik, mint a ráolvasás.

Az sem segít, hogy a tudomány folyamatosan változik. Éppen ez különbözteti meg a kinyilatkoztatott igazságoktól, hogy minden állítása kétségbe vonható. Mint korábban láthattuk, a tudományos állítás mindig csak megközelítése a valóságnak. Ennek alapján úgy tűnhet, hogy a tudományos tények *nincsenek igazán bizonyítva* vagy *folyamatosan változnak*. Miközben az, hogy egy törvény például nem cáfolhatatlan nem jelenti azt, hogy ne érvényes és jó leírása a világ működésének.

Mindezeknek következtében kétféle folyamatot is láthatunk: a tudománytalanságok és az áltudományok térnyerését.



### Tudománytalanság

A tudománytalanság olyan állítás, termék, eljárás, ami szembe megy az elfogadott tudományos ismeretekkel, tényekkel. Általában olyan jelenségekre hivatkoznak, amik tudományosan könnyedén cáfolhatók. Ilyen például az asztrológia, ami olyan erőknél tulajdonít befolyást az emberi életre, amik létezése tudományosan nem igazolt, vagy nem igazolható. Ezek mellett az is fontos, hogy még egyetlen tudományos vizsgálat sem tudta igazolni, hogy az asztrológia működik.

### Áltudomány

Áltudomány az, amikor valami szándékosan a tudományosság látszatát kelti, noha valójában tudományosan nem igazolható. A pí-vízben például a forgalmazói szerint feldúsulnak a pí-mezonok. Ilyen részecskékről azonban a fizika nem tud és még soha nem sikerült igazolni semmit azokból a hatásokból, amiket a pí-víznek tulajdonítanak.

A tudománytalanságok és áltudományok a legerőteljesebben az orvoslásban vannak jelen. Ezért is dolgozták ki az orvosi módszerek vizsgálatának szigorú módszerét a kettős vak tesztet. Egy jól megtervezett és elvégzett tesztben a betegeket elsőként is véletlenszerűen két csoportra osztják. Fontos, hogy a két csoport eloszlása minden szempontból (nem, kor, egészségi állapot) azonos legyen. Ezután az egyik csoport a vizsgálandó gyógyszert vagy eljárást kapja, míg a másik csoport az éppen ismert legjobb gyógyszert vagy eljárást. (Ha nincsen még gyógyszer az adott betegségre, akkor a második (kontroll) csoport kaphat hatóanyag nélküli tablettát, placebo-t is.) Fontos, hogy sem a beteg, sem a gyógymódot alkalmazó orvos ne tudja, éppen melyikről van szó (ezért nevezik ezt kettős vak tesztnek).

Ezek után kell megvizsgálni, hogy az új gyógymódot kapottak állapota jobban javult-e, mint azoké, akik az eddig használt kezelést kapták. A hivatalos orvostudomány csak azokat a gyógymódokat fogadja el, amit több ilyen vizsgálat talált hasznosnak.