

AZ ÚJ TERMÉSZETTUDOMÁNYI VILÁGKÉP

A III. BERLINI EGYETEMEN időről-időre megünneplik az alapító emlékét. Nemrégiben, 1930 július 27-én, Frigyes Vilmos emlékéért, Richard Mises tartotta az emlékbeszédet, amelyben korunk természettudományi világképét igyekezett rajzolni. Beszédében szemléltetően állította szembe a régi, ma többnyire klasszikusnak nevezett fizikai világképet a modern fizikai törekvésekkel. „Akkor, körülbelül 60 éve, — mondotta Mises — a fizikai világképet lényegileg befejeztnek és lezártak vélték. A matematikai analízis szilárd alapjain, minden előtt pedig a geometria kétségbevonhatatlanul tiszta euklideszi elemein nyugodva, egy mechanisztikus fizika szilárd építménye emelkedett, amelyet egyetlen tétel, a világot átfogó érvényű energiaprincípium koronázott. Úgy látszott, hogy a tudomány minden további feladata csak a belső kiképzés, a meghatározott keretek kitöltése. Nagyon leegyszerűsítve, a feladat egyáltalában csak abban állott, hogy minden jelenséget mint kicsiny, tovább nem osztható, pontszerű merev testek mozgását tüntessenek fel, amelyek úgynevezett centrális erők hatása alatt állanak, vagyis egymást vonzzák vagy taszítják, és a Newton által felállított mozgástörvényeknek engedelmeskednek. Kétségtelennek tartották, — itt nem azon idők leghaladottabb fizikusainak nézetét, hanem a tudós világ átlagos felfogását tolmácsolom — hogy ennek a naiv, tulajdonképpen már Laplace által megalapozott atomizmusnak célja elérhető, és csakhamar el is érik.“

A múlt század hetvenes éveinek egyeduralkodó naiv atomizmusa, miként Mises a fizika szakszerű nyelvén nevezi, vagy általánosabb és inkább bölcséleti műszóval kifejezve, materializmusa körülbelül három évtizeden át zavartalanul játszotta a vezérszerepet a természettudományokban. Nemcsak a fizikában és a vegytanban, hanem az élettudományokban is. Az életet ez a kor külsőleg is, belsőleg is teljesen alárendelte az anyagnak, az élőlény megszűnt mint szubjektum, teljesen objektummá lett, részben a környezet, részben a szervezet fizikai és kémiai hatásainak játékszere.

Ebbe a boldog és együgyű anyagelvű monizmusba, amely büszkén hivatkozott a műszaki haladás csodáira, a század utolsó, főként azonban a XX. század első éveiben olyan bombák hullottak éppen a fizikai és matematikai kutatás műhelyeiből, amelyek rövid három évtized alatt teljesen szétrombolták. „A rendezett viszonyú és biztos kilátású, szép világképből ma már alig maradt valami“, mondotta Mises említett beszédében. Hogyan ment végbe századunk elején

a természettudományi világképnek ez a kétségtelenül forradalminak nevezhető átalakulása, mit kell tudni a nem szakembernek ebből a világképből, milyen a viszonya a többi tudományokban rajzolt világképhez, csupa olyan kérdés, amelyre a magyar tudományos irodalom csak a legutóbbi években igyekszik megfelelni, a nyugati is csak részletekben tud választ adni.

E sorok írója arra a feladatra vállalkozik, hogy sétára vezeti az olvasót abban az irodalomban, amely a modern természettudományi világképpel foglalkozik. Ennél jobb módszer jelenleg aligha kínálkozik, mert tudomásom szerint ma még nincs, és nem készül olyan természettudományi munka, amely a természettudományi világképet a maga egész terjedelmében, tehát mind fizikai, mind biológiai részleteiben megrajzolná. Időszerűvé teszi vállalkozásomat, hogy magyar nyelven csak mostanában jelentek meg olyan nagyobb munkák fordításai, amelyek az új természettudományi világkép részleteit bemutatják.¹

Az új fizikai világkép három alapon nyugszik, az atómelméleten, a relativitáselméleten és a kvantumelméleten. Hogyan támadtak és hogyan épültek ki a modern fizikának ezek az alapjai, ebből a kérdésből itt csak egy körülményre kell rámutatnom, arra, hogy korántsem önkényes feltevések, hanem természeti jelenségek exakt megfigyelései indították el azokat a magyarázatokat, amelyek végül a három alapvető elmélethez vezettek. Példáxil az atómelmélet a rádium és a rádióaktivitás felfedezésének a következménye. A rádium felfedezése a múlt század utolsó évtizedének vívmánya, s közismert, mivel Pierre Curie és Marie Sklodowska szerelmi története regényes fénybe vonta.

A rádium és a rádiumszerű elemek nagyon sajátosságán viselkednek, különböző sugarakat bocsátanak ki magukból. Az újjélandi származású Ernest Rutherford 1902-ben felderítette, hogy a radioaktív elemek héliumot és elektronokat sugároznak. Ennek a jelenségnek nem lehetett más magyarázatát találni, mint azt, hogy a radioaktív elemek atomja nem egyszerű, hanem összetett, mert csak így bocsáthat ki magából eltérő anyagokat. Az atom fogalma még a görög filozófusoktól származik, s bár a múlt század kémiai és fizikai vizsgálatai egész új rendszeré fejlesztették az atómtant, arra gondolni sem mert volna senki, hogy az atom elemi és egyszerű, bonthatatlan egységét kétségbe vonja. Ez volt éppen az alapja a múlt század fizikájában és kémiájában a materializmusnak.

Századunk első éveiben ezt az alapot fel kellett áldozni. Az atómelmélet, mondhatjuk most már, atómtan, a radioaktivitás magyarázataként megkövetelte, hogy a fizika kutatás tárgyává tegye az atom szerkezetét, bár görög neve oszthatatlant jelent. Kendall, az edinburghi

¹A felhasznált irodalom a következő: R. Mises: Über das naturwissenschaftliche Weltbild der Gegenwart. (Die Naturwissenschaften, 1930.) — J. Kendall: Az atomok világában, 1932. — M. Planck: Wege zur physikalischen Erkenntnis, 1933. — Tangl K.: A fizikai világkép kialakulása (Természettudományi Közlöny, 1931.) — J. Jeans: A világegyetem, 1933. — A. S. Eddington: The nature of the physical world, 1930. — O. Steche: Die Stellung der Biologie im naturwissenschaftlichen Denken der Gegenwart (Die Naturwissenschaften, X930, magyar fordításban Természettudományi Közlöny, 1930). — J. Uexküll: Theoretische Biologie, 1928. — Rapaics R.: A növény felfedezése, 1932. — F. Alverdes: Tiersoziologie, 1925.

egyetemen a kémia tanára, népszerű atomtanában megírta az atomtan egész kialakulását, az utolsó fejezetekben az atom belsejének felkutatását is. Ebből itt csak két körülményt kell kiemelnünk. Egyik, hogy a teljesen anyagi testnek tartott atomban mai ismereteink szerint alig van valami, ami régi értelemben anyagnak nevezhető; másik, hogy az atom szerkezetéről szinte lehetetlen valamely képzeletünket kielégítő képet rajzolni.

Az atom szerkezetét Niels Bohr, dán fizikus elmélete alapján szokták még napjainkban is szemléltetni. Bohr szerint az atom térfogata legnagyobb részében üres, csak közepén foglal helyet az atommag és körülötte keringenek az elektronok. Az atommag pozitív elektromos töltésű, az elektron negatív elektromosságú. Az atommag pozitív elektromos töltése a protonoktól származik. A különböző elemek csak annyiban térnek el egymástól, hogy atommagjukban más a protonok és elektronok száma és különböző számú elektron kering az atommag körül. Az új atomelmélet tehát rendkívül leegyszerűsítette az anyag szerkezetének ismeretét, s két összetevőre vezette vissza, a protonra és az elektronra. Érthető, hogy az új atomelmélet alapján újból kísért az aranycsinálók álma s a komoly kémikusok állítják, hogy alakítható arany más elemből.

A természettudományi világkép szempontjából elsősorban az érdekel bennünket, hogy az atom s ezzel az anyagi test belseje elképzelhetetlenül megritkult. Számok helyett sokkal jobban szemlélteti ezt néhány hasonlat. Ha valamely testet sikerülne szemünk számára úgy megnagyítani, hogy a protonok, pedig ezeknél az elektronok még sokkal kisebbek, láthatók lennének, nem látnánk mást, mint éjjel a csillagos égen: rendkívül sok űrt és abban elszórt pontokat, amelyek semmivel sem borítanak sűrűbben az űrt, mint a csillagok borítják az eget. Az emberben oly kevés az anyag, hogy ha sikerülne valami módon minden protonját és elektronját teljesen egy halmazba sajtolni, nem maradna belőle más, mint olyan parányi pontocska, amelyet a mikroszkóppal éppen csak észre lehet venni. A Föld, ez az öregnek mondott Föld, amelyen olyan biztosan lépegetünk, mintha igazán csupa összefüggő anyag lenne, valójában szintén csupa űr, anyagi tartalma nem több, mint egy lakószoba belseje; az összepréselt Földet mindenestől el lehetne helyezni bármely kis vidéki múzeumban.

A materializmus ott kapta az első halálos sebet, ahol bizonyára legkevésbé várta. A világ mindennek mondható, csak éppen anyagnak nem. Hihetetlenül kevés benne az, amit anyagnak nevezhetünk. És most menjünk tovább, lássuk, mi módon fejlesztí tovább a fizika az atom szerkezetéről ismereteinket. A legújabb elmélet ezen a téren a legújabb Nobeldíjas, Schrödinger hullámelmélete. Kendall így ismerteti: „A hullámok kérdését a legújabb matematikai számítások segítségével átvizsgálva, Schrödinger végül is néhány bonyolult egyenlethez jutott el. Ezek azt mutatták, nem szükséges, hogy az elektron anyag legyen. Helyében a mag körül tehát rezgő hullámudvar, hullámzó éterrezgés, lüktető ködfolt, vagy tetszés szerint bármi másnak nevezhető valami van. Ez a valami elektromos természetű, töltésének sűrűsége azonban változó a különböző pontokon. Az udvar fényesebb,

az éterrezgés hangsúlyozottabb, a ködfolt sűrűbb annak a kicsi, kemény elektronnak pályája körül, amelyik már nincs is ott egyáltalában.“

Ezen és hasonló látszólagos értelmetlenségeken nem kell megbótránkoznunk. A relativitás elmélete és a kvantumelmélet éppoly kevésbé látszik szemléletesnek és természetesnek, mint az atom szerkezetének új elmélete. A relativitás elmélete tudvalévőén Einstein alkotása. Szerzője és az elmélet körül, ide nem tartozó okokból, olyan vita fejlődött, amely a napilapokat is foglalkoztatja, s bár a relativitás elmélete tulajdonképpen csak igen magas matematikai ismeret segítségével érthető meg és szemléltethető, mégis milliók és milliók vitatják. A kvantumelmélet szerzője Max Planck, berlini egyetemi tanár, aki mostanában vonult nyugalomba. Alkotását nem kísérte a nagyközönség vitája, valójában azonban működését tekinthetjük a modern fizikai világkép gerincének. Különböző ünnepélyes alkalmakkor mondott beszédei, amelyek most önálló kötetben is megjelentek, nagyszerű képét rajzolják az új fizikai világkép útjának s ezt az utat mindenütt összekapcsolják a klasszikus fizika régi ösvényeivel.

A relativitás- és a kvantumelmélet jelentőségét Mises szavával jellemezhetjük legjobban: „Ami a modern elméleteket ellentétben a klasszikus fizikával a nem-fizikus szemében légióként jellemzi, nagyrészt közös tulajdonságuk a nem-euklideszi geometriával: nemcsak hogy nem szemléletesek, hanem a legdurvábban ellentmondanak mindannak, amit úgynevezett természetes felfogásunk hirdet, sőt sokban olyasminak is, amelyet teljében evidensnek szoktunk tartani. Minden elfogulatlan ember, aki gondolkozását nem rendeli teljesen alá annak a kívánságnak, hogy a korral haladónak és modernnek lássék, ösztönszerű ellenállást kell kifejtsen azokkal az igényekkel szemben, amelyeket a mai fizika támaszt a gondolkozásban. Így például a speciális relativitáselmélet alapjaiban rendítette meg a naiv időfogalmat, amennyiben mesterséges meghatározást adott arról, mit jelent az, hogy két esemény különböző helyeken egy időben megy végbe, — holott az ember azt hinné, hogy ennek egészen magától értetődőnek kellene lennie. Azután következett a kvantumelmélet régebbi fogalmazásában és annak elképzelését kívánta tőlünk, hogy az anyag egyes alkatrészei csak meghatározott kvantumokban vehetnek fel mozgásmennyiségeket, míg a közbeeső átmeneti állapotok egyáltalában kikutathatatlanok. Később az általános relativitáselmélet azt tanította, hogy a tér, amelyben élünk, nem-euklideszi, görbült és véges kiterjedésű, tehát az euklideszi tértől körülbelül úgy különbözik, mint a gömbfelület a síkfelülettől, és görbülete az egyes helyeken a tömegeloszlástól függ, ezért a fénysugaraknak napközeiben észrevehetően el kell térniük egyenes pályájukról. Végül az újabb kvantummechanika azt magyarázza, hogy az anyagot alkotó legkisebb részecskének helye és ideje nem határozható meg a szokásos értelemben, hogy egy anyagi pont látszólag egyszerű mozgása a pályáján bonyolult, tulajdonképpen az egész teret kitöltő sugárzási folyamat. Ehhez járulnak logikai gondolkozásunk meggyökeredzett alapjainak még sokkal mélyebbre nyúló átalakításai. A fizika statisztikai kutatásainak modern fejlődése következtében kétségbe vonta a kauzalitás törvényének általános érvényét,

és a végtelen matematikai elemzése alapján többé nem érvényesülhet korlátlanul a principium exclusivi tertii.“

Mint látjuk a modern fizikus olyan igényekkel lép elénk, amelyek közel járnak a credo, quia absurdum elvéhez. Érdekes ebben a tekintetben az élő két modern fizikus nemzedék törekvéseinek összehasonlítása. Például a kauzalitás kérdésével mindkét nemzedék sokat foglalkozik. Az okot erre Heisenberg kutatásainak eredményei szolgáltatják, aki azt tanítja, hogy valamely mozgó részecskének adott pillanatban vagy a helyzetét, vagy a sebességét lehet pontosan meghatározni, de mindkettőt nem. Ez a határozatlanság elve a modern fizikában, amely, mondhatjuk, egész iskolát csinált a fiatalabb nemzedék körében. Nincs többé a természetben bizonyosság, csak valószínűség; a legszigorúbb vizsgálatokkal sem lehet meghatározni fizikailag a jelen állapotot, hogyan lehetne tehát az okszerűség alapján következtetni ebből feltétlen bizonyossággal a jövőre? A fiatalabb fizikus nemzedék fejleszteni igyekszik ezt a felfogást, az öregebb csak mint átmeneti kényszerűséget tünteti fel. Nagyon tanulságos ebben a tekintetben Planck beszédeinek gyűjteménye. Planck szinte minden alkalommal visszatér a kauzalitás elvének érvényességére és védelmébe veszi, noha a fiatalabb nemzedék épp az ő quantumelmélete alapján jutott el az ellentétes irány ösvényére.

Azt hiszem, itt a helye rámutatni, hogy azokon a tárgyi vizsgálatokon kívül, amelyek új irányba terelték a fizikát, az új nemzedékek eltérő felfogása is lényegesen szerepet játszik az új fizikai világkép kialakításában. Két angol szerzőre hivatkozom, Eddingtonra és Jeansre. Munkáik ma a legolvasottabbak, szerzőik a legkerekebb képet rajzolták korunk fizikai világméletéről.

Eddington a cambridgei egyetemen a csillagászat tanára. A fizikai világképről írt munkája átvezet a modern fizika minden problémáján. Szerzőjének felfogását legjobban a természettörvényekről írt fejezetekből ismerhetjük meg. A természettörvény volt a múlt századnak az anyagon kívül másik érinthetetlen sarkköve. Senkinek eszébe sem jutott volna a múlt században a természettörvények általános érvényességét kétségbe vonni. Eddington a fizikai természettörvényeket vizsgálva, arra a megállapításra jut, hogy többfélék, legalább háromfélék: identikus, statisztikai és transzcendentális természettörvények. A múlt század főként az elsőben, némileg a másodikban kereste a világ alapjait. Nem is tehetett mást, mert csak ez a kettő fér meg a materializmusban. Eddington ezzel szemben azt állítja, hogy a világ mélyebb megismerését sem az identikus, sem a statisztikai természettörvények nem szolgálják, hanem csak a transzcendentálisak.

Az identikus és a statisztikai természettörvények pusztán technikai tekintetben jelentékenyek, a fizikai világkép szempontjából nem fontosak. Ezt a felfogását Eddington következő hasonlattal szemlélteti. „Volt egyszer egy öreg egyetemi kveszor, aki elzárkózva élt a külvilágtól és teljesen számadásainak szentelte magát. Az egyetem egész üzemét csak annyiban tartotta valóságnak, amennyiben számadásai tükrözték. Gyanította ugyan, hogy mindez valami objektív realitáson alapszik, valamely a valóságos egyetemmel párhuzamos lényen, bár

ezt csak pénzegységekben tudta kifejezni, szóval olyan valaminek az elemeiben, amelyet a mi kifejezésünk szerint a mindennapi tapasztalat vagy az egészséges emberi értelem egyetemnek nevezne. Ez a könyvelési módszer elavult szokás volt, nemzedékek óta egyik kvesztorremete a másikkal hagyományozta. Így a számviteli formulákat mint a dolgok természetének részletét tekintette. De kvesztorunkban tudományos vér is csörgedezett, és jobban ki akarta kutatni egyetemét. Egyik napon, amint így könyvei fölött görnyedt, nevezetes törvényt fedezett fel. Főkönyvében a tartozik-oldalon lévő minden tételnek megfelel egy hasonló nagyságú tétel a követel-oldalon. Na, mondta a kvesztor, felfedeztem egyikét azoknak a nagy általános törvényeknek, amelyek az egyetem életét vezetik. A reális világ exakt törvénye ez. Az egyik oldalt plusszal, a másikat mínusszal jelölöm, és akkor kezemben van a pénz állandóságának törvénye. Ez az igazi útja, hogy a dolgoknak mélyére hatoljunk, és nincs határa, amit ennek a tudományos módszerek segítségével még megismerhetünk“.

Mi vezeti a modem fizikust a transzcendentálishoz, hamarosan megértjük, ha arra gondolunk, hogy az atom belsejének feltárása nemcsak új világot ismertetett meg az emberiséggel, hanem azt is kimutatta, hogy a világfenntartó hatalmasságú atomenergia az emberi technika számára hozzáférhetetlen. A radioaktivitás, a rádium atomjainak bomlása, az anyag átalakulása energiává befolyásolhatatlan. Valóságos misztérium. Ezért mondja Eddington: „Ha a fizikai világképben egyáltalában vannak igazi vezértörvények, okvetlenül a harmadik csoportban, a transzcendentális természettörvények közt kell ezeket keresnünk. A transzcendentális törvények azok a természet-törvények, amelyek nem bizonyulnak nyilvánvaló matematikai egyenleteknek, amelyek a világtervben előre megvannak. Ezek a törvények az atomok, elektronok és kvantumok sajátos viselkedésére, vagyis az anyag, elektromosság és hatás atomisztikus szerkezetére vonatkoznak.“

Az olvasó, aki eddig követte irodalmi sétánkat a fizikai világkép körül, esetleg annak a nézetének ad kifejezést, hogy az új fizikai kutatások eredményei inkább rombolásoknak látszanak, mint építésnek. Olvassa el azonban James Jeans munkáját, amely a Természettudományi Társulat kiadásában most jelent meg magyarul „A világegyetem“ címmel, s hamarosan meggyőződik, hogy a nagy fizikai átértékelés eredményeként egységes és impozáns képet rajzol a csillagászat a világegyetemről, amely kissé derűsebb és barátságosabb emberi szempontból is, mint volt a klasszikus fizika világegyeteme.

A modem fizikai világkép világegyeteme mind térbelileg, mind időbelileg véges. Az általános relativitáselmélet szerint a világűr térfogata véges mennyiségű, éppúgy mint a Föld felülete is véges mennyiségű, és pedig ugyanabból az okból, t. i. mindkettő visszahajlik önmagára és ezáltal önmagában zárt felületet alkot. A világegyetem időbeli végét a termodinamika második törvénye követeli meg, mert azt tanítja, hogy minden perc növeli a világ entrópiáját. Ezt közönségesen úgy szokták mondani, hogy a világórának idővel le kell járnia, a csillagoknak ki kell hűlniök. „Sokan szabadjára eresztett

képzelettel azt eszelték ki, — mondja Jeans — hogy az alacsony szintű hőenergia a dolgok rendje szerint új elektronokká és protonokká alakulhat vissza. Minthogy a létező mindenség sugárzásban feloszlik, képzeletük új eget és új Földet lát a réginek hamvaiból életre kelni. De a tudomány nem támogathat ilyen álmokképeket. Talán jól is van így, mert nehéz belátni, mi haszna lenne annak, ha ugyanaz a téma örökké ismétlődne, vagy éppen vég nélkül variálna.

Az új világegyetemnek nemcsak ez a részlete párhuzamos a régi teológiai világképpel, hanem más részletei is. Csak kettőt akarok itt kiemelni. Egyik a világ teremtése, amely az anyag teremtésével indul meg. „A mindenség jelenlegi anyaga — olvassuk Jeans munkájában — nem lehetett öröktől fogva, korára némi valószínűséggel megállapíthatunk egy felső határt, mondjuk kerek 200 billió évet. De bárhová is helyezzük ezt a határt, az időben visszafelé tett legközelebbi lépésünk az anyag teremtését magában foglaló, valamely meghatározott eseménynek elgondolásához vezet, amelynek végtelenül messze-fekvő időpontban kellett végbemennie. Ha az anyag eme teremtésének valamilyen tudományos magyarázatát kívánjuk adni, elképzelhetjük, hogy bárminő 0.0000000000013 centiméternél rövidebb hullámhosszúságú sugárzó energia ömlött az üres térbe.”

Érdekes az a megállapítás is, amelyre a modern csillagászat, éppen Jeans kutatásai alapján jutott a Föld jelentőségéről a világegyetemben. Körülbelül három százada azt tanította a csillagászat, hogy minden csillag nap, amely körül éppúgy keringenek bolygók, mint abban a Naprendszerben, amelyhez Földünk tartozik. Ma tudjuk, hogy ez az általánosítás hiba volt, mert az olyan Naprendszer, mint a miénk, kivétel a világegyetemben. A legtöbb csillag vagy magában futja pályáját, vagy legfeljebb csillagpárra szakadva. Ugyátszik, Giordano Bruno hamis eszméért áldozta életét.

A Földnek pedig még a mi különleges naprendszerünkben is különleges a helyzete, mert az élet hordozója. Nagyon kicsi a valószínűsége annak, hogy a mindenségben valahol másutt van még élet, bizonyossággal azonban csak a Földről tudja a fizikus és a csillagász is, hogy élőlényeket hord a hátán. S hogy mi az élet, arra megfelelni ma már nem tartja magát illetékesnek egyik sem. „Vájjon az élet a fejlődés legmagasabb fokát jelenti-e, — írja Jeans — amely felé az egész teremtés halad és amelynek eléréséhez az anyagnak lakatlan csillagokban és ködökben, billió és billió éveken át tartó átalakulása, és a sugárzásnak az üres térbe való pazarlása csupán hihetetlenül különös előkészület volt? Vagy csupán esetleges, talán jelentéktelen mellékterméke lenne olyan természeti folyamatoknak, amelyeknek valami más és megrendítőbb végcéljuk van?... Vagy félretéve az alázatos-ságot, merészelnék azt képzelni, hogy az élet az egyetlen valóság, amely teremti a csillagok és ködök óriási tömegeit és a csillagászati időnek szinte felfoghatatlanul mély távlatait, és nem ezek által teremtetik?”

Feleletet erre a kérdésre ma már elsősorban az élet kutatásától várunk s az élettudománytól, a biológiától. A múlt század nagyon sokat beszélt és vitatkozott az életről, de azzal a céllal, hogy mentől

jobban megsemmisítse. A materializmus nem ismerhette el sem az önállóságot sem a célszerűséget az életben, bonyolult mechanikai rendszerré devalválta a szervezetet, amelynek egész életrajzát egyetlen jelszóban foglalta össze, a létfenntartó haszonban. Ezt ugyan szintén nem lehet levezetni semmiféle mechanizmusból, alapjában véve tehát a teológiai dualizmus utolsó, elnyomorodott formáját kell benne látnunk, de ezt a kis valódi életet sikerült észrevétlenül eldugni a materialisztikus biológiai rendszerek útvesztőiben.

Miként a fizikai materializmus ott kapta a halálos sebet, ahol legkevésbé várta, azonképpen a materialisztikus biológia is. A fejlődéstan volt a legerősebbnek vélt fellegvéra, ebből intézte támadásait az ember ellen, mert a fejlődéstan a fajt és az egyént egyaránt összekötötte azzal az anyaggal, amelynek mindenhatóságát hirdette. Amint azonban akadt egy kutató, aki kutatás tárgyává tette a fejlődés mechanizmusát, nyomban kiderült, hogy maga a fejlődés olyan valami, amire mindent mondhatunk, csak azt nem, hogy élettelen mechanizmus.

Az úttörés munkáját Wilhelm Roux végezte el s vizsgálatairól a fejlődés mechanikájáról írott munkáiban számolt be, amelyek visszaadták a tudománynak az élet és a biológia önállóságát. „A lényeg — hja a modern biológiai kutatások eredményeit összefoglaló cikkében Otto Steche, a lipcsei állatfiziológus — abban rejlik, hogy az egyes tényezők kísérleti vizsgálata révén az életfolyamat önállósága és önmagában való törvényszerűsége a maga teljességében feltárul. Ezt Roux világos elméleti kidolgozása határozottan kifejezi. Innen szükségszerűen vezet az út ahhoz a kérdéshez, milyen a viszony az egész és a részletműködések közt, vagyis Rouxtól Driesch-hez. Felmerül a teljesség problémája s egészen természetes, hogy Driesch a maga erről alkotott képzetét Aristoteles entelechia-fogalmához kapcsolja.“

Driesch, a modern elméleti biológia nesztora, 1891-ben végezte alapvető kísérletét a tengeri sün petéjével, amelynek eredménye megmutatta az élőlények életének autonómiáját. Driesch az osztódásnak indult petét, amely tehát már két sejtből állott, addig rázta, míg a két sejt szétvált. Ha az élőlény gépezet, vagy meg kellett volna akadnia a fejlődés folyamatának, vagy legfeljebb fél lárvává kellett volna alakulnia a magányos osztódási sejtnak, mert ez csak a fél petét képviselte. Azonban mindenféle mechanikai felfogással ellentétből a kétfelé különített sejtekből kisebb, de teljes lárvák fejlődtek.

Azóta a modern és autonóm biológia századunk első tizedeiben nagymértékben kifejlődött és ma több iskolára különül. Itt csak Uexküll idegfiziológiai kísérleteire kell felhívnom a figyelmet, amelyek alapján legmodernebb biológiánk készült, Uexküll elméleti biológiája. Miként Roux és Driesch a fejlődést vonták vizsgálat alá, azonképpen Uexküll az érzékszervek működését s vizsgálatainak eredményeként tovább ment egy lépéssel, mint elődei, akik csak az élő szervezet autonómiáját és teljességét tanították. Uexküll megállapítása szerint az élőlény az élet szempontjából nem objektum, hanem szubjektum, az életjelenségek pedig nem okszerűségek, hanem célszerűségek. Minden élőlény tervrendszer s az élet lényege a tervszerűség.

Nagy mértékben fejlesztette biológiai ismereteinket a biológia legmodernebb két ága, az állatléktan és a bioszociológia. Előbbi terén rendkívül fontos és érdekes eredményeket hozott az állatok játékának megfigyelése és elemzése. Hogy a múlt század materialisztikus biológija a haszonelvűség szempontjából is a múlté, elsősorban az állatlélektannak köszönhetjük. Sajátságosképpen a játék az élőlény legjellemzőbb lelki megnyilvánulása, s szinte egész későbbi lelki élete a játékokból fejlődik. Szóval előbb támad életre a haszontalan s csak a haszontalanból fejlődik a hasznos.

A bioszociológia a tömegek tanulmányozásának köszöni eredetét. A múlt század nem ismert mást, csak egyént és fajt. Korunk egyik legfontosabb biológiai vívmánya annak megállapítása, hogy a tömeg is biológiai egység. Ennek alapján lehetséges a társadalmi jelenségek biológiai tanulmányozása, amelyek eredményei sorra megdöntötték azokat az elképzeléseket, amelyek az egyénből akarták levezetni a családot, tömeget és társadalmat. A múlt század biológija ebben a tekintetben teljesen Rousseau anarchista elveinek hódolt, s a francia forradalom jelszavait tette meg ösi, természetes állapotnak, amellyel szemben az emberi társadalom a rosszat képviseli.

Mit tart ma ezekről a kérdésekről a természettudomány, közelebbről a biológia, megolvashatjuk Alverdes állatszociológiájában. „Minden fajnak — írja Alverdes — s így természetesen az emberiségnek is, testalkotás, élettan és lélektan szerint egyaránt megvan a maga határozott rendje, melynek korlátait nem lépheti át. Az egyéni változások csak e renden belül mozognak, a fajt jellemző rend kereteit áthágó önkényességeket nem ismer a természet. Egészen elhibázott dolog, ha valaki azt képzei, hogy az emberi társadalmi intézmények, mint például állam, vallás, házasság, pusztán csak az önkény termékei, melyeket valahol és valaha az az uralkodó vagy uralkodó osztály saját javára vagy kényelmére létesített. Ha ez így lenne, ezek az intézmények nem nyugodhatnának az ember egész belső szervezeten, egész ösztönvilágán s mint minden divathóbort, régen megszűntek és a feledés homályába merültek volna. Végül még azt a fontos tévedést kell kiigazítanunk, mintha az állat, ellentétben az emberrel, teljes korlátlanságban élne. Az a széliében elterjedt nézet, hogy az élő világban akkor született meg az első társadalmi korlátozás, mikor az ember öse emberré lett s ezáltal alakult a bestiából az ember, minden alapot nélkülöz.”

Az emberrélevéssel elérkeztünk a természettudomány határaihoz. Legalább is a modern fizikus és a modern biológus ezt a problémát a misztérium körébe utalja. Akit a tudomány és a miszticizmus viszonya érdekel, elsősorban Eddington munkájának ilyen című fejezetére kell utalnom. Ebből a célkitűzésünket meghaladó problémából itt befejezőképpen csak az emberi törzsfjlődés misztikus magyarázatát említem, amelyet Edgar Dacqué írt meg a sárkánymondák magyarázatára. Mindenesetre tény, hogy a modern fizika és a modern biológia legbelső kapuit is kinyitotta a miszticizmus számára.