

Eredeti megjelenés: <https://qubit.hu/2022/06/19/hihetunk-e-az-elektronok-letezeseben>

Dombrovski Áron

Hihetünk-e az elektronok létezésében?

Idén áprilisban három év után [újraindult](#) az Európai Nukleáris Kutatási Szervezet (CERN) nagy hadronütköztetője (LHC). A világ legnagyobb kísérleti eszközével közel fénysebességre gyorsítják a részecskéket, ezeket ütköztetik, és az így nyert adatok elemzése után a kutatók sokszor [új felfedezéseket](#) tesznek. Ám az itt vizsgált entitások nem csak fizikai tulajdonságaik miatt érdekesek, hanem azért is, mert rendkívül kis méretüknek köszönhetően mindig csak közvetetten figyelhetjük meg őket. Emiatt, még ha egyesek készpénznek is veszik a létezésüket, a tudományfilozófusok között vita zajlik ezeknek a hipotetikus entitásoknak a státuszáról. De mi is pontosan ennek az elméleti háttere?

A természettudomány a szokásos elképzelések szerint empirikus vállalkozás: a tudósok megfigyelnek bizonyos jelenségeket, kísérleteket végeznek, rendszerezik az ezek során gyűjtött adatokat, majd modelleket és elméleteket alkotnak, amelyek nemcsak megragadják a tapasztalataikat, hanem képesek megjósolni bizonyos jövőbeli eseményeket is. Fontos kérdés ugyanakkor, hogy valóban elhihetjük-e ezeket a természettudományos elméleteket, amelyekről sokan feltételezik, hogy céljuk az igazság megragadása. Ezt az „alapértelmezett” metateoretikus attitűdöt [tudományos realizmus](#)-nak nevezem, ebben a cikkben pedig egy alternatív álláspontot vázlok fel: a neves holland-amerikai tudományfilozófus, Bas Van Fraassen által bemutatott [konstruktív empirizmust](#). A ‘80-as években ismét divatba jött a tudományos antirealizmus, ami a természettudományokkal szemben kevésbé rigorózus követelményeket támasztott: a tudósok célja nem az, hogy feltárják az igazságot, hanem az, hogy *empirikusan adekvát* elméleteket alkossanak. Nem célom az, hogy ezen álláspontok valamelyike mellett vagy ellen érveljek, sokkal inkább összevetni igyekszem ezeket, ennek során rávilágítva egy fontos ismeretelméleti különbségre hit és akceptálás (acceptance, vagyis elfogadás) között.

Nem feltétlenül igaz, de empirikus adekvát

Mit jelent az, hogy a konstruktív empirista a természettudományos elméleteket pusztán *adekvát* – és nem *igaz* – álláspontoknak tekintik? Ehhez először meg kell különböztetnünk a megfigyelhető és nem megfigyelhető entitásokat – ez szolgál majd az empirikus adekvátság fogalmának alapjául. Ez a különbségtevés akár triviálisnak is tűnhet, hiszen hétköznapi közepes méretű fizikai tárgyakat – asztalokat, székeket, fákat és hegyeket – meg tudok figyelni, míg például absztrakt tárgyakat, mint amilyenek számok, halmazok vagy a konkrét tapasztalatoktól elvonatkoztatott geometriai formák, nem. De jobban belegondolva találhatunk anomáliákat, amelyek kihívást jelentenek: megfigyelhetők például a nanoplanktonok vagy a rádióhullámok? Mi a helyzet a CERN-ben ütköztetett elektronokkal? Ezeket az entitásokat soha senki nem látta még szabad szemmel, bár úgy gondolják, hogy vannak eszközeink, például a mikroszkópok vagy a diagnosztikai készülékek, amelyek segítségével „láthatóvá tehetők”.

A konstruktív empiristák viszont úgy gondolják, hogy ezek nem megfigyelhető létezők, mert bár vannak bizonyos közvetlenül tapasztalható jelenségek, amelyeket *értelmezhetünk* úgy, mintha tényleg nanoplanktonokat, rádióhullámokat, vagy elektronok mozgását láttuk volna, amiket valóban láttunk, azok csak bizonyos optikai jelenségek egy lencse felületén, egy mutató mozgása a műszer kijelzőjén, vagy pontok és vonalak elrendeződése a képernyőn. A tudósok számára kézenfekvőnek tűnő értelmezések pedig nagyon sok háttérfeltevés elfogadását feltételezik, de valójában nem lehet bebizonyítani, hogy e tapasztalatok „mögött” áll bármiféle létező. Lényeges szempont, hogy az eszközök használatát *tanulni* kell: a nagyítóval látottakat még laikusok is képesek értelmezni, ám speciális ismeretek hiányában egy elektronmikroszkópba nézve vagy ultrahangos vizsgálat képernyőjére pillantva, valószínűleg csak meghatározhatatlan vizuális zajt látnánk.

A fenti megfontolás végett a megfigyelhető entitások közé csak azokat sorolhatjuk, amelyek segédeszközök nélkül figyelhetünk meg. A megfigyelhető és nem megfigyelhető jelenségek közötti különbség talán az egyik legproblematiszabb eleme Van Fraassen elméletének. Nem világos az, hogy pontosan mit is tekinthetünk segédeszköznek: egy alacsony felbontású fénymikroszkóp már annak számít? Mi a helyzet a szemüveggel? Más oldalról megközelítve pedig korántsem biztos, hogy a szabad szemmel megfigyelt jelenségek valódi létezők – gondoljunk csak a szivárványra vagy az optikai illúziókra. Ám még ha a konstruktív

empiristának nem is sikerül megvédenie a megkülönböztetést, attól még, hogy van egy-két ilyen homályos eset, nyugodtan mondhatjuk azt, hogy a legtöbb jelenség mégis egyértelműen a megfigyelhető vagy a nem megfigyelhető kategóriába tartozik.

Mit is jelent tehát az empirikus adekvátság? Azt, hogy a valóság bizonyos szeleteit leírni hivatott tudományos modellekbe beágyazhatók a megfigyelhető jelenségek, másként mondva, az elmélet megőrzi a jelenségeket, tehát azt tapasztaljuk, amit a modell jósolt. Szemben a tudományos realizmussal, ami feltételezi, hogy az elmélet hipotetikus entitásai tényleges létezők, a konstruktív empirista akkor is adekvátnak ismerhet el egy elméletet, ha elektronok egyáltalán nem léteznek, de a képernyőn megjelenő pontok és vonalak (amelyek értelmezhetők úgy is, mintha elektronok útját jelölnék) pontosan ott helyezkednek el, ahol a modell azt megjósolta. Lényegtelen tehát az, hogy a helyes eredményre milyen háttérfeltevések, hipotetikus entitások vagy egyéb struktúrák vezettek – ezek csak a realisták számára fontosak.

Ez utóbbi gondolat kapcsán tehetünk egy megkülönböztetést tudományos gnosztikusok és tudományos agnosztikusok közt, amely lényegében ugyanezt világítja meg más aspektusból. Az előbbiek számára fontos az, hogy az elmélet igaz legyen, mert szeretnének hinni benne, míg az utóbbiak szerint soha nem tudhatjuk bizonyosan, hogy egy adott elmélet igaz-e vagy sem, ezért ha hinni akarunk az elméletben, akkor elfogadjuk ezeket. A gnosztikus és agnosztikus tengely e definíció alapján különbözik a realista és konstruktív empirista megkülönböztetésektől, ugyanakkor attól nem teljesen független. Van Fraassen [megfogalmazásában](#):

A tudományos realista azt gondolja, hogy a tudományos gnosztikus valóban megértette a tudományos világ működését, továbbá azt is gondolja, hogy a tudományos agnosztikus viszont nem. A konstruktív empirista azt gondolja, hogy a tudományos gnosztikus talán érti a tudományos világot, talán nem, mindenesetre olyan hiteket fogad el, amelyek túlmennek a tudományon, vagy nem szükségesek annak műveléséhez.

De ha nem hisszük el az elméleteket, akkor mégis milyen attitűddel viszonyulunk hozzájuk? A konstruktív empirizmus nem aratott osztatlan sikert a tudományfilozófusok között, ám egy hasznos ismeretelméleti distinkcióra mutatott rá hit és **akceptálás** között.

Hit és akceptálás

A „hit” kifejezés a hétköznapiakban leginkább vallásos hitre, vagy valamilyen meg nem erősített vélekedésre utal, amiben nem vagyunk biztosak, ám a filozófiában terminusként éppen azt jelenti, hogy egy állítást igaznak fogadok el. Az akceptálással való 4 szempont mentén történő [szembeállítás](#) során világossá fog válni, hogy mit jelentenek ezek a kifejezések a jelenlegi kontextusban. Annyit érdemes megjegyezni, hogy az *akceptálás* leginkább a köznyelvi *feltételezés* attitűdjéhez hasonlít, de nézzük meg pontosabban, hogy miről is van szó.

Először is, bármily meglepő, de a hiteink nem állnak tudatos kontroll alatt, szemben azokkal az állításokkal, amelyeket csak akceptálunk. Például, egy gondolat kísérlet kedvéért bármikor akceptálhatom azt a kijelentést, hogy az előttem lévő asztal piros színű, miközben tudom azt, hogy valójában fekete. Hiteimmel azonban nem bánhatok ilyen rugalmasan. Jegyezzük meg, hogy nem fokozati különbség van a két fogalom között. Egy kijelentést hihetek vagy nem, de ettől függetlenül akceptálhatom vagy nem.

Másodszor, hiteink kontextusfüggetlenek, ami azt jelenti, hogy mindegy, hogy hol vagyunk vagy épp hány óra van, az adott kijelentéssel kapcsolatban fenn fog állni a hitem (hacsak nem történt valami időközben, ami ennek megváltoztatására kényszerített). Ezzel szemben az akceptált kijelentéseimmel rugalmasan bánhatok: egy értekezlet kedvéért akceptálhatok nagyon sok kijelentést, amit be is fejezhetek, amint elhagyom a termet.

Harmadszor, hiteink koherens hitrendszerekbe ágyazódnak, ha pedig reflektálunk arra, hogy valamelyik hitünk inkonzisztens egy másikkal, az belső feszültség mellett valamely hitünk revíziójára készítet bennünket. Az akceptált kijelentéseknek viszont nem kell konzisztensnek lenniük a hiteimmel, sőt, ha a helyzet úgy kívánja, akkor egymással sem. Ebből kitűnik, hogy az akceptálás sokkal inkább pragmatikus fogalom, ami nem a tudásszerzésre irányul, hanem bizonyos gyakorlati teendők elősegítésére.

Végül, a hitek bizonyítékokon alapulnak; önbecsapás olyasmiben hinni, ami mellett nem tudunk evidenciákat felsorakoztatni. Az, hogy mi számít objektív értelemben megfelelő bizonyítéknak, nehéz kérdés, ám nem is szükséges eldöntenünk: a lényeg az, hogy az egyén számára megfelelőnek tűnjön a bizonyíték. Ám az, hogy mit akceptálok, nem szorul igazolásra

vagy bizonyítékokra. Célszerű az, ha hasznunk származik egy kijelentés akceptálásából, de végső soron ez sincs megkövetelve.

Ez utóbbi pont lehet az, ami miatt a konstruktív empiristák inkább a tudományos agnoszticizmus felé hajlanak: az, hogy egy elmélet empirikusan adekvát, még nem nyújt bizonyítékot arra, hogy az elmélet nem empirikus elemei (például az a feltételezés, hogy a mikroszkóp lencsájén tükröződő paca egy nanoplankton, vagy hogy a pontok és vonalak a kijelzőn elektronok útját jelölik) valóban igaz állítások.

Tehát akkor ne higgyünk?

A címben feltett kérdésre természetesen nem ilyen egyszerű válaszolni. Van Frassen álláspontja – amely szintén nem történeti [előzmények](#) nélküli – az idők során nem ok nélkül veszített sokat népszerűségéből, bár amit elveszített azzal nem a tudományos realizmust gyarapította: a konstruktív empirizmust szofisztikáltabb elméletek váltották, mint amilyen Ian Hacking [kísérleti realizmusa](#), ami szerint azok az entitások léteznek, amelyeket kísérletek útján képesek vagyunk manipulálni. Mivel elektronokat képesek vagyunk eltéríteni útjukról, gyorsítani, egymással ütköztetni, így ezek Hacking szerint létező dolgok. Akárhogy is: bármennyire beépültek a köztudatba bizonyos fizikai, kémiai vagy biológiai tárgyak, ezek létezése koránt sem triviális, és a mai napig viták tárgyát képezi.

A szerző az ELTE BTK Filozófia Intézetének doktorandusza és a Bölcsészettudományi Kutatóközpont Filozófiai Intézetének tudományos segédmunkatársa. A cikk az MTA Lendület Értékek és Tudomány Kutatócsoport; valamint az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.