

# A TUDOMÁNYOK NOMÁDJA

**A relativitáselmélet és a kvantumfizika világrengető változásai után nem sokan gondolták, hogy a hatvanashetvenes években megint hatalmasat fordul majd a világ a tudományok terén. Pedig ez történt, amikor egy kőzetlen amatőr tudós feltalálta a fraktálokat.**

◆ *Benoit Mandelbrot* 1924-ben, Varsóban született egy litván eredetű zsidó családban. Apja ruha-nagykereskedő volt, anyja pedig fogorvos. Hamar érzékelték a politikai környezetben leselkedő halálos veszélyeket, ezért 1936-ban Párizsba költöztek. Persze itt sem voltak sokáig biztonságban, menekülniük kellett, és csak néhány szerencsés véletlennek köszönhetően éltek túl Dél-Franciaországban a második világháborút.

Benoit már kisgyerekként elképesztő érdeklődést mutatott a tudományok iránt; különösen a geometriai alakzatok, a térbeli látásmód gyakorlati alkalmazásai nyűgözték le. Mivel hányattot gyerekkora miatt a tanulmányai enyhén szólva is hézagosak voltak, minden iskolai dolgozat alkalmával kénytelen volt ezt a tehetségét felhasználni a problémák megoldására. Saját elmondása szerint soha senki nem kérte rajta számon sem az ábécét, sem a szorzótáblát, így aztán nem csoda, hogy nehézségei támadtak. Igaz, éppen ezek a nehézségek voltak azok, amelyek kiteljesítették benne a szokatlan képességet. Mindez jól jött neki az egyetemi felvételin is. A párizsi École Polytechnique, a világ egyik legjobb egyeteme, amelyet kinézett magának, egy egész hónapig tartó felvételi folyamat után veszi fel a diákokat. A feladatot Mandelbrot kizárólag geometriai képességét felhasználva teljesítette, mert a formális matematikában kőzetlen volt.

A háború után bekapcsolódott a francia matematikus közösség életébe, de rövid idő alatt bajba került – éppen a forradalmi tudományos szemlélete miatt. A matematikusok

elitje hamar kiutálta, így Franciaországban sem volt tovább maradása. Amerikába utazott, ahol aztán meg is találta a helyét. Itt már semmi nem korlátozta azt a csapongó kreativitást, ami elfojthatatlanul kikíváncozott belőle. Olyan témákat kapcsolt össze, amiket addig senkinek nem jutott eszébe egy kalap alá venni. A szakma megdöbbenve próbálta tudomásul venni, hogy Mandelbrot összefüggéseket talál a Nílus éves áradásainak hosszú távú változásai, az elektronikus adatátvitelben felmerülő zaj, Nagy-Britannia partvonalának hossza, a hurrikánok, az erdőtüzek, földrengések előfordulási gyakorisága és az emberi test érhálózata között.

A konzervatív tudósok ugyan nem fogadták be, annál komolyabban vették viszont a matematika gyakorlati hasznait kiaknázó óriáscégek. Mandelbrotra lecsapott az IBM, ahol aztán élete végéig megbecsült és kiválóan fizetett kutatóként tevékenykedett.

Nemsokára az egész tudományos közösség számára kiderült, hogy ez a furcsa, tagbaszakadt, öntörvényű ember nem bolond, hanem zseni. A látszólag egymástól távoli témák közötti összefüggést Mandelbrot azzal teremtette meg, hogy hajlandó volt felrúgni egy évezredes közmegegyezést a világ természetét illetően. Azt az ösztönös gondolatot, hogy a dolgoknak határa van, hogy az egyik tárgy vagy jelenség jól érzékelhetően elkülönül a másiktól, a világ többi részétől. Mandelbrot új világnképében nincsenek éles határok, a világ dolgai szerinte „érdesekek”, „ragyásak”, „szőrősek”. Nem lehet



Egy Mandelbrot-fraktál ábrája

egyértelműen megmondani, hogy mi meddig tart, mi melyik kategóriába tartozik. Honnantól fogva vihar egy szél, és mikortól hurrikán, mennyire érdes vagy sima egy autógumi felülete, hol az emberi test pontos határa. Mindez csak attól függ, milyen pontossággal, milyen részletességgel, milyen közelről vizsgáljuk. Ahogy ő megfogalmazta, a hegyek nem kúpok, a felhők nem gömbök, a villámok nem egyenes vonalak. Ráadásul az is kiderült számára, hogy nagyon sok természeti alakzat nagyon „hasonít önmagára”, ha különböző mérettartományokban szemléljük. A falevél alakja és szerkezete emlékeztet az egész fáéra, a levélen belül elágazó hajszálerezet pedig magára a levélre. A páfrány felépítése is ilyen, de ugyanígy ábrázolhatók a villámok vagy a tengerpartok is. Az alakjuk minden méretben ugyanolyan mintázatokot követ, más szóval skálafüggetlenek. Általában egy viszonylag egyszerű geometriai szabály ismételtetésével felépíthetők. Ennek a jelenségnek a legbriliánsabb megjelenítése és egyben Benoit Mandelbrot népszerűségének forrása: a Mandelbrot-halmaz. Ez nem más, mint egy nem túl bonyolult függvény ábrázolása a koordináta-rendszerben. Csakhogy az iskolában tanult függvényekkel ellentétben ez maga a végtelenség. Minél nagyobb részletességgel számítjuk ki a megjelenítendő pontokat, annál mélyebbre hatolhatunk a halmaz szurreális világában. Az interneten is fellelhető animációk jól megmutatják, amint egyre kisebb mérettartományba jutva újra és újra ugyanazok a hurkok, csigavonalak, burjánzó indák és tekervények jelennek meg a számpárok nyomán.

Mandelbrot, aki a hatvanas-hetvenes évektől már hozzáfért az IBM egyre nagyobb teljesítményű számítógépeihez, maga is megdöbbenve tapasztalta, hogy a folyamatosan növekvő számítási teljesítményeknek köszönhetően micsoda megdöbbentő következményei vannak az általa létrehozott rendszernek.

Az ehhez hasonló, önmagukat minden méretsíkon ismétlő alakzatokat fraktálnak nevezte el, és mivel titokzatosak, látványosak is voltak, gyorsan elterjedt a híruk a világban. A pragmatikus üzleti világ hamar rákapott mindezeknek a gyakorlati és pénzzé tehető hasznára. Az olajkutatók ennek az új tudományágnak a szellemében kezdték vizsgálni a folyadékok áramlását a talajban és a kőzetekben, az autógyártók a kerekek futófelületének tapadását, az elektrotechnika szakértői pedig az érintkezések mikroszkopikus viszonyait.

A tudományos világ mind anyagilag, mind tekintély dolgában csodálta Mandelbrot tevékenységét. Rengeteg elismerést és díjat kapott, konferenciákon vett részt, és a fraktálok kutatásának megkerülhetetlen figurájaként, ősapjaként tisztelt ma is a világ. Benoit Mandelbrot nyolcvanhat éves korában, 2010-ben halt meg. Végig büszke volt arra, hogy kapcsolatot teremtett különböző diszciplínák között. Ahogy életében gyakran mondogatta: *„Azok a kevesek, akik önként vállalják a tudományban a nomád életet, nagyon sokkal járulnak hozzá a megállapodott tudományágak fejlődéséhez”.* ♦