

Induktivizam i eksperimentalizam kod Francisa Bacona kao srž rane novovjekovne znanstvene metode

Uz 400. obljetnicu smrti Francisa Bacona (1626.–2026.)

Stipe Kutleša*

Sažetak

Cilj je ovoga rada istaknuti doprinos Francisa Bacona u oblikovanju novovjekovne znanosti s obzirom na induktivnu metodu i ulogu eksperimenta u znanosti. Iznosi se Baconova kritika i dopuna Aristotelove induktivno–deduktivne metode s obzirom na induktivni stupanj spoznaje. U nekoliko elemenata Bacon je “popravio” Aristotela i najavio “novu” metodu znanstvenoga istraživanja: sustavno prikupljanje podataka opažanjem i eksperimentom, oblikovanje znanstvene zajednice i analiza prikupljenih podataka da bi se otkrila opća načela. Također se govori o predhodnicima Francisa Bacona zaslužnih za uspostavu eksperimentalizma i isticanju induktivnoga načina zaključivanja u stjecanju znanja. Bacona se valorizira s obzirom na neka pitanja suvremene filozofije znanosti.

Ključne riječi: Francis Bacon; Roger Bacon; Aristotel; induktivizam; eksperimentalizam; novovjekovna znanost

Uvod

S obzirom na velik utjecaj suvremene znanosti u društvu i obrazovanju kod velikoga broja ljudi prevladalo je mišljenje da je znanost prvenstveno motriteljsko–eksperimentalna djelatnost koja jamči pouzdanost, objektivnost, primjenu. Često se kaže da je znanost s takvim obilježjima tvorevina novoga vijeka. Pritom se izričito ili neizričito sugerira skok u razumijevanju znanosti te se govori o prijašnjoj znanosti (starovjekovnoj i srednjovjekovnoj) i novovjekovnoj znanosti kao kvalitativno različitim duhovnim pojavama. U pouzdanost i objektivnost znanosti uvjereni su i tzv. scijentisti, ali velik broj današnjih znanstvenika ne prihvaća sci-

* Prof. dr. sc. Stipe Kutleša, Hrvatsko katoličko sveučilište (vanjski suradnik), Adresa: Ilica 244, 10000 Zagreb, Hrvatska, Institut za filozofiju (u miru), Ulica grada Vukovara 54, 10000 Zagreb, Hrvatska. ORCID iD: <https://0009-0006-3376-1334>. E-adresa: stipekulesa1@gmail.com

jentističku poziciju. U skladu s eksperimentalističkom, pozitivističkom i sciјentističkom dogmom prednovovjekovna znanost nije prava, stroga znanost u smislu njezine novovjekovne inačice. Stoga se o “pravoj” znanosti smije govoriti tek od 17. stoljeća i dalje. Takva se novovjekovna znanost utemeljuje na empirijsko–eksperimentalnom načinu stjecanja znanja te na racionalnoj komponenti koja je ponajviše oličena u matematičkoj spoznaji. Znanost o prirodi (u današnjem smislu prirodna znanost), fizika u starogrčkom razumijevanju toga pojma (od grč. riječi φύσις, lat. *natura*, priroda, zbilja ili stvarnost, od tuda φυσική, istraživanje prirode) pokrivala je svako istraživanje o prirodi, pa se s pravom moglo kazati da su fizika i prirodna znanost značile isto, a i izraz *filozofija prirode* (*philosophia naturalis*) dugo je vremena bio rezerviran za istraživanje prirode, bilo da je vodio do prirodne znanosti bilo do metafizike prirode. Kako su prirodne znanosti (fizika) nastale i razvijale se u okviru filozofije još od antičkih vremena, naziv *philosophia naturalis* zadržao se za prirodne znanosti, osobito nakon Newtonova djela *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (“Matematička načela prirodne filozofije”, 1687.) sve do prve polovice 19. stoljeća. Priroda kao poseban predmet istraživanja, za razliku od povijesti, duha, umjetnosti, postao je izraz za sveukupnost materijalnoga svijeta, kozmosa. Filozofi prirode istražuju prirodu na kvalitativan način. Zato je primjerice Aristotelova fizika (a i svaka druga fizika prije pojave novoga vijeka) kvalitativna fizika.

Kada je u prvi plan stupio empirijski, induktivni, eksperimentalni pristup istraživanju prirodne stvarnosti, *philosophia naturalis* postaje *philosophia experimentalis*. S Galileom Galileijem (prva polovica 17. stoljeća) priroda zadobiva drugačija obilježja. Ona je u svojoj strukturi matematička (stara pitagorejska tvrdnja), pa je razumljivo da se može otkriti samo ako se koristi jezik svojstven samoj prirodi, a to je matematički jezik, tj. matematika kao sredstvo za istraživanje prirode. Galilei je to slikovito izrekao poznatom metaforom da je univerzum knjiga napisana jezikom matematike, a slova toga jezika nisu ništa drugo nego brojevi i geometrijski likovi i tijela (geometrijski objekti). Stoga se novovjekovna prirodna znanost i naziva matematička fizika, tj. matematizirana prirodna znanost. Drugim riječima, prirodni se procesi i događaji mogu opisati pomoću brojeva i njihovih odnosa, tj. matematičkim formulama koje opisuju razne prirodne procese (primjeri su Galileijeva matematička formula za slobodni pad, Keplerova formula za gibanje planeta oko Sunca nazvana 3. Keplerov zakon i sve matematičke formule korištene u kasnijoj znanosti). To je jedno od bitnih obilježja novovjekovne znanosti. Ali sama matematika, epistemološki gledano najjegzaktinja, najpouzdanija i najsigurnija znanost, nije utemeljena na eksperimentu i ne bavi se izvorno prirodnim bićima (predmetima, objektima prirode) dostupnim osjetilnoj spoznaji. Bavi se bićima koja nisu prirodna, nego su apstraktna i neosjetilna (apstraktne forme), a to su brojevi i geometrijski objekti. U skladu s tim matematika nije prirodna znanost, nego formalna znanost, iako prirodu može objasniti i na nju se može primijeniti (usp. Lindberg, 1982; Stein, 2008). Primjena matematike na prirodne, ali i društvene znanosti, ne znači nužno da je matematika prirodna ili društvena znanost.

Drugi je temelj novovjekovne prirodne znanosti empirija i eksperimentalni način istraživanja prirode. Novovjekovna znanost također odbacuje teleologiju i esencijalizam. On je povezan uz dvojicu znanstvenika koji se mogu smatrati idejnim začetnicima novovjekovne znanosti. To su Galileo Galilei i Francis Bacon (Loose, 2001, 46–63). Iako Bacon nije u samoj znanosti važan kao Galilei, on je kao filozof usmjerio znanstveno istraživanje: učvrstio je novu znanstvenu metodu.

1. Baconova “nova” znanstvena metoda

1.1. Kritika deduktivne grane Aristotelove metode

Ono što je zapadnjački dio čovječanstva naslijedio u znanju potječe uglavnom od starih Grka. Na samom početku predgovora *Instauratio magna scientiarum* (“Velika obnova znanosti”, 1620.) Bacon kaže da ono što nudi grčka filozofija nije dostatno za djelotvorno znanje. »I u pogledu koristi valja otvoreno reći da se čini kako je ta mudrost, koju smo uglavnom poprimili od Grka, djetinja znanost i kako ima ono što je svojstveno djeci, da čovjeka čini okretnim za brbljanjem, ali je nesposobna i nezrela za stvaranje [...]. Ali kod mehaničkih umijeća vidimo kako se događa suprotno; ona svakim danom rastu i usavršavaju se, kao da u njima ima nekog životnog daha [...]. Filozofija naprotiv i druge umske znanosti štiju se i slave poput idola, ali se ne unapređuju« (Predgovor Velikoj obnovi, Bacon, 1986, 4–5). Kako je Aristotel smatran najvažnijim filozofom, pa mu se jednostavno pridavalo ime Filozof, to je kritika prema filozofiji bila zapravo kritika Aristotela, ali i aristotelovske tradicije. U središtu Baconove kritike bila je tradicionalna (aristotelovska, silogistička, dijalektička) logika koja, prema Baconu, nije pogodna za istraživanje prirode, za dolaženje do novih istina, te tako nije bila uspješna. Aristotelov *Organon* treba nadomjestiti novom logikom, pa se zato Baconov drugi dio *Instauratio magna scientiarum* naziva *Novi organon*. Ta nova logika treba moći upotrijebiti razum za istraživanje prirode na korisniji način. Ona jest novo sredstvo ili oruđe nove filozofije i znanosti.

Podsjetimo da je Aristotelova teorija o povećanju znanja bila induktivno–deduktivna, tj. sadržava oba elementa: induktivni, prema kojemu se do načela dolazi preko opažanja ili motrenja i empirijskoga iskustva, te deduktivni, prema kojemu se do spoznaje dolazi polazeći od načela primijenjenih na pojedinačne slučajeve. Redukcionisti induktivisti Aristotelu su pripisali svodenje znanosti samo na deduktivnu logiku, što nije posve opravdano jer i sam Aristotel misli da se načela izvode iz motrenja i intuicije. Ne smije se, dakle, zanemariti induktivna grana Aristotelove induktivno–deduktivne metode jer se time u spoznaji u drugi plan stavlja empirijski temelj znanosti i spoznaje svijeta. Francis Bacon donekle je prihvatio taj jednostrani pristup Aristotelu stavljajući u prvi plan kritiku deduktivne grane Aristotelove metode. Jedan od prigovora deduktivnomu stupnju spoznaje jest nedovoljna određenost pojmova u silogizmu. »Ako su dakle sami pojmovi (ono što je osnova stvari) pobrkani i na prečac izvedeni iz stvari, onda

nema nikakve čvrstoće ni u onome što je na tome sazdano« (Bacon, 1986, 40). Silogizmi u kojima se pojavljuju takvi pojmovi posve su beskorisni, misli Francis Bacon. Zbog toga je smatrao da je silogistička logika upitna. »Logika [...] služi više za učvršćivanje [...] zabluda, koje se temelje na običnim pojmovima, nego za istraživanje istine; stoga je više štetna nego korisna« (Bacon, 1986, 39). Ona je, »kakva je sada, nekorisna za pronalaženje znanosti« (Bacon, 1986, 39).

1.2. Induktivna metoda

Ono što je bilo u središtu Baconove “nove” metode jest indukcija. »I tako je jedina nada u pravoj *indukciji*« (Bacon, 1986, 40). Budući da je i Aristotel imao induktivni stupanj u svojoj metodi spoznaje, očito je da to nije “prava” Baconova indukcija. Pojam indukcije (kod Aristotela označen pojmom *ἐπαγωγή*) odnosi na tzv. savršenu indukciju koja obuhvaća sve postojeće slučajeve. Bacon zamjera nekoliko stvari Aristotelovoj indukciji. Kako svaka indukcija, *per definitionem*, polazi od pojedinačnih slučajeva na temelju kojih izvodi opće zaključke (načela, aksiome), postavlja se pitanje kako ti pojedinačni slučajevi trebaju biti organizirani i koliko ih treba biti da bi zaključak bio vjerodostojan. Induktivna metoda ima svoje polazište u osjetilnom iskustvu, tj. u činjenicama ili podacima. Baconov prigovor Aristotelu sastoji se u tome da je neorganizirano i nekritički prikupljao podatke. Drugi je Aristotelov nedostatak, prema Francisu Baconu, to što se koristio indukcijom jednostavnim nabranjem (Bacon, 1986, 98; Loose, 2001, 57). Pitanje je može li se iz svojstava koja vrijede za neke pojedine slučajeve zaključivati na sve slučajeve. Ne smije se iz maloga broja slučajeva ili opažanja, za koje vrijedi svojstvo S, odmah izvesti opće načelo. Dolazak do najviših zaključaka (aksioma) treba biti postupan, a ne nagao, prebrz. »Ljudski razum po svojoj prirodi leti prema apstraktnome« (Bacon, 1986, 51), ali mu se ne bi smjelo »dopustiti da razum skače i leti od posebnih do daljih i gotovo najopćenitijih aksioma [...]. Stoga ljudskom razumu ne treba dodati krila, nego radije olovne utege, da spriječe svaki skok i let. To se pak do sada nije činilo, a ako se bude činilo, moći ćemo se nadati boljemu od znanosti« (Bacon, 1986, 97). Napredak u znanostima moguć je ako se učini korjenit zahvat. »Uzalud se u znanostima očekuje velik napredak od dodavanja i precjepljivanja novoga na staro, nego obnovu valja izvršiti od najdubljih temelja, ako nećemo da se vječno vrtimo u krugu, s mršavim i neznatnim napretkom« (Bacon, 1986, 44). To predpostavlja bavljenje »samim stvarima« (Bacon, 1986, 45). A same stvari su iskustveno gradivo, podatci o prirodnim pojavama koje čine osnovicu piramide. Znanost jest, slikovito rečeno, postupno uspinjanje od te osnovice do vrha piramide. Što je osnovica šira, stabilnija i sigurnija, to je i cijela piramida (zgrada znanosti) čvršća. Široj i pouzdanijoj osnovici piramide bitno pridonose povijesti prirode i pokusa (eksperimenata). Povijesti prirode čine mnoštvo gradiva do kojega je Francis Bacon došao preuzimajući ga od prijašnjih autora i nepoznatih izvora. Nastojao je skupiti što više podataka o pojavama do kojih je čovječanstvo došlo, ali je i sam svojim istraživanjima nastojao povećati količinu toga gradiva koje je u vezi s prirodom, čovjekom i njihovim odnosom (primjerice radovi o plimi i oseci, vjetrovima, životu raznih

živih bića i sl.). Zato je eksperiment (pokus) jedan od važnih načina proširenja baze podataka koji su potrebni za pouzdanije zaključivanje iz činjenica. Sastavio je katalog posebnih povijesti (*historiae particulares*), koji sadržava oko sto trideset posebnih povijesti. Uz posebne povijesti postoji i gradivo koja spada u opću povijest prirode (*historia generalis*). Čini se da je Francis Bacon više pozornosti posvećivao skupljanju gradiva za znanstvena istraživanja nego izgradnji znanstvene teorije. Zato je matematika kao pomagalo u istraživanju prirode kod njega prilično zanemarena. Taj drugi element, karakterističan za novovjekovnu znanost, isticao je Galileo Galilei.

1.3. Eksperiment i analiza podataka

Što se eksperimenata tiče, Francis Bacon posvećivao im je posebnu pozornost. Osvrćući se na empirijsku filozofiju svojega doba, kaže da »empirijska vrsta filozofije izvodi nagrđenija i nakaznija mnijenja nego sofistička ili racionalna vrsta, jer se osniva na malobrojnim ograničenim pokusima« (Bacon, 1986, 59). Nasuprot takvoj praksi zamislio je svoju idealnu znanstvenu zajednicu, koja se tek počela ostvarivati nakon njegova doba sve do danas, u kojoj je znanstveni rad sustavno organiziran (Salomonova kuća) i u kojoj postoji više od deset puta veći broj znanstvenika koji skupljaju podatke putem eksperimenata (u današnjoj terminologiji eksperimentalci) nego što ima onih koji podatke objašnjavaju (današnji teoretičari). »I ne samo veći broj pokusa treba pronaći i osigurati, pa i druge vrste negoli su dosad napravljeni, nego treba uvesti potpuno drukčiju metodu, red i postupak, da bi se iskustvo povežalo i napredovalo. [...] No ako iskustvo prema sigurnom zakonu napreduje serijski i postojano, možemo se u znanostima nadati nečemu boljemu« (Bacon, 1986, 95). Ali Baconu cilj znanosti nije u tome da postoji samo što više eksperimentalnoga gradiva, nego da ona to gradivo misaono sredi, te iz njega dođe do konkluzije. To ne mogu ni empiristi (Bacon ih uspoređuje s mravima koji marljivo skupljaju činjenice) ni racionalisti (pauci koji iz vlastite substancije pletu mrežu), nego pravi znanstvenici (pčele koje skupljaju i prerađuju gradivo) (Bacon, 1857, 583).

Postupak preradbe gradiva polazi od činjenica prikupljenih iz »posebnih povijesti« i iz eksperimenata tako da se ustanovi kakav je međusobni odnos činjenica odnosno podataka. Francis Bacon znao je da su neki odnosi vrlo važni i nužni, a drugi su slučajni, sporedni, akcidentalni i prema tomu manje važni. Njih bi trebalo odstraniti. Za to Baconu služi postupak isključivanja. To obilježje Baconove metode indukcije nadilazi opseg indukcije jednostavnim nabranjem. »Baconova odbojnost prema jednostavnomu nabranju kao univerzalnoj metodi znanosti proizišla je, prije svega, iz njegove sklonosti teorijama koje se bave unutarnjim fizičkim uzrocima, koji nisu odmah vidljivi« (Urbach, 1987, 30).

Za postupak isključivanja važne su tri vrste tabela (tablica): tabela prisutnosti, tabela odsutnosti i tabela usporedbe (Bacon, 1986, 134–145). U prvoj tabeli, nazvanoj kao tabela onoga što je bitno i prisutno (*tabula essentiae et praesentiae*), popis je slučajeva u kojima se navodi ono po čemu se slučajevi slažu s obzirom na neko svojstvo stvari (pozitivni slučajevi). Druga tabela ili točnije kazano tabela

odstupanja ili odsutnosti u najbližem (*tabula declinationis, sive absentiae in proximo*) sadržava one slučajeve u kojima nema traženoga svojstva stvari (negativni slučajeve). U tabeli stupnjeva ili usporedbe (*tabula graduum sive comparativae*) nalaze se slučajeve u kojima je neko svojstvo prisutno u većoj ili manjoj mjeri, tj. raspoređeno je stupnjevito. Isključuju se one korelacije (odnosi činjenica) koji protuslove bilo kojoj tabeli. To znači da su one akcidentalne, te tako ostaju samo važne korelacije koje su glavno polazište za induktivno zaključivanje. Sve tri tabele polazište su za Baconovu indukciju. Druga tabela ili negacija pokazala se, kako neki misle, kao »jedan od Baconovih najjačih doprinosa modernoj znanstvenoj metodi« (Wright, 1951, 152). Još su važnije Baconove tablice stupnjeva i isključenja na osnovi kojih se moglo doći do uzroka stvari. Analizom i procjenom triju tabela dolazi se do prve faze u tumačenju prirode ili, kako to Bacon naziva, do prve berbe.

Stvar nije tako jednostavna jer ni tabele nisu potpuno jamstvo da se iz njih nužno mora doći do važnih korelacija podataka. Zato Bacon uvodi tzv. povlaštene slučajeve (primjere) (*instantiae praerogativae*) (Bacon, 1986, 165–272), koji daju više obavijesti o tim korelacijama. Od gotovo tridesetak takvih slučajeva čini se da su najvažniji tzv. odlučni slučajeve (*instantiae crucis*) (Bacon, 1986, 194–205). Tu je riječ o dva podjednako uvjerljiva ili vjerojatna slučaja ili pretpostavke (hipoteze). Postavlja se pitanje koja je hipoteza vjerodostojnija da bi se potom prihvatila kao teorija. Ona druga konkurentna hipoteza, manje vjerodostojna, zatim se odbacuje, pa se govori o opovrgavanju ili falsifikaciji teorije.

1.4. Srednji ili živi sudovi

Baconova “nova” indukcija zahtijeva put od osjetilnoga iskustva do aksioma. Pritom postoje dva načina (puta) za pronalaženje istine: stari induktivizam i novi Baconov induktivizam. Stari ili uobičajeni put ide »od osjetila i stvari do aksioma i zaključaka« (Bacon, 1986, 65) ili »od osjeta i pojedinosti k najopćenitijim sudovima, pa na osnovi tih principa i njihove nepokolebljive istine sudi i pronalazi srednje sudove« (Bacon, 1986, 41). To nije za Bacona prihvatljiv put. Prvi put je preuranjen i nepromišljen, te ga Bacon naziva predviđanjem ili anticipacijom prirode (*anticipatio naturae*) (Bacon, 1986, 43–44). On ne vodi napretku u znanostima jer ga u tom sprečavaju stara indukcija jednostavnim nabranjanjem, te se pojavljuju predrasude i obmane koje postoje u ljudskom duhu, a koje je Bacon nazvao *idolima* kojih ima četiri vrste (Bacon, 1986, 45–48). Stoga taj put *anticipatio naturae* Bacon odbacuje.

Njemu suprotstavlja svoj “novi” put, koji je po njegovu mišljenju ispravan i koji »izvlači sudove iz osjeta i pojedinosti, dižući se stalno i postupno, tako da se na koncu dolazi do onoga najopćenitijega« (Bacon, 1986, 41). To je »ono rasuđivanje koje se na ispravan način izvodi iz stvari, razjašnjavanjem (tumačenjem) prirode (*interpretatio naturae*)« (Bacon, 1986, 43). Moglo bi se na prvi pogled učiniti kao da između ta dva puta nema velike razlike i da su oni posve različiti. »I jedan i drugi put počinje od osjeta i pojedinosti, a završava se u onom najopćenitijemu; ali oni se ipak neizmjerljivo razlikuju, jer se jedan samo letimično

dotiče iskustva i pojedinosti, dok se drugi valjano i pravilno zadržava na njima; jedan već u početku ipostavlja neke apstraktne i nekorisne općenitosti, dok se drugi postupno uzdiže do onih općenitosti koje su uistinu značajnije za prirodu» (Bacon, 1986, 42).

Prema tomu, Baconova metoda predpostavlja dvostruko polazište: empirijsko i racionalno. Zato se Francisa Bacona ne treba smatrati isključivo empiristom, kako se često običava činiti. Naprotiv, njemu je zapravo važnija spoznaja aksioma, kao i Aristotelu. Razlika je u načinu dolaženja do njih. Za iskustvo Bacon kaže da od njega »ipak valja manje očekivati, a više od novog svjetla poučaka, koji su sigurnim putem i pravilom izvedeni iz onih pojedinačnosti i koji otkrivaju i označuju opet nove pojedinačnosti. Jer put ne leži u ravnini, nego se uzdiže i spušta; najprije se uzdiže do aksioma, a potom se spušta do djela« (Bacon, 1986, 96–97). Taj prvi dio je induktivni postupak, a drugi je deduktivni, kao što ih nalazimo i kod Aristotela. Induktivna metoda pomaže ljudskom umu da pronade način za utvrđivanje istinitoga znanja, a nije jedini način dolaženja do znanja. Baconova induktivna metoda je “nova” po tom što se prema njoj ide »od posebnog do nižih sudova, a potom do srednjih, od kojih jedan nadilazi drugi, i tek naposljetku do najopćenitijih. Najniži sudovi ne razlikuju se naime mnogo od golog iskustva. Najviši pak, oni najopćenitiji, koji opstoje, pojmovi su i apstraktni, pa ne sadržavaju ništa čvrsto. A sredni su sudovi oni pravi, čvrsti i živi [...] na njih se nadograđuju sami najopćenitiji sudovi, naime takvi koji nisu apstraktni, nego su pravilno ograničeni s pomoću onih srednjih sudova« (Bacon, 1986, 97). Srednji ili živi sudovi (aksiomi) srž su Baconova postupka jer oni posreduju između pojedinačnih i općih sudova.

Najvažniji je zadatak znanosti dolazak do najopćenitijih načela koja su na vrhu “ljestvice aksioma”, tj. na vrhu piramide znanja. Ta načela Bacon naziva oblicima ili formama, a one su predmet metafizike. Govor o njima nadilazi predmet ovoga rada.

2. Prosudbe o Francisu Baconu kao utemeljitelju eksperimentalizma

Vratimo se tumačenju Francisa Bacona u svjetlu kasnije znanosti i filozofije. Kada se danas govori o tzv. novovjekovnoj znanosti, tada se kaže da je eksperimentalna ljudska djelatnost nastala u 17. stoljeću i nakon njega. Jedan od najvažnijih promicatelja takve znanosti je Francis Bacon. Ta tvrdnja o počecima eksperimentalne znanosti nije posve utemeljena. Njegov prezimenjak iz 13. stoljeća Roger Bacon, engleski franjevac, *doctor mirabilis* (“divni učitelj”), nedvosmisleno je govorio o eksperimentalnoj znanosti (*scientia experimentalis*) (Thorndike, 1916, 475; Crombie, 1953, 224, 227; Oliver, 2005, 54, 81; Lacoste, 2013, 163).

Ali nije ni on prvi koji je isticao važnost iskustva u stjecanju spoznaje niti je prvi koji je naglasio važnost induktivnoga načina spoznaje. Njegov učitelj Robert Grosseteste, franjevac i biskup, “razlaganje” (rezoluciju) pojava na njihove sastavnice povezivao je s indukcijom, a “sastavljanje” (kompoziciju) s dedukcijom, što je kasnije nazvano metodom razlaganja i sastavljanja (rezolucije i kompozicije).

cije), a još kasnije »metoda analize i sinteze« (Loose, 2001, 26–29). Tako se Rogera Bacona, uz Roberta Grossetesta, smatra utemeljiteljem moderne znanosti jer je isticao kvantitativni pristup istraživanju prirodnih pojava, u prvi plan je postavio djelatni uzrok i silu, te uvidio važnost primjenjivosti eksperimentalne znanosti koju je koristio za potvrđivanje ili opovrgavanje znanstvenih teorija te, konačno, isticao je važnost matematike kao sredstva u opisivanju, razumijevanju i istraživanju prirode. Rogera Bacona također se smatra pretečom mnogih stvari (tehničkih izuma) koje se javljaju u novovjekovnoj znanosti (Oliver, 2005, 4, 80). Bilo mu je jasno da je sustavna uporaba znanstvene metode važna za stjecanje praktičnoga znanja o prirodi uz pomoć kojega znanja prirodu bi se moglo razumjeti, ali i kako bi se njome moglo upravljati i vladati (Krebs, 2004, 289).

Njegov kasniji prezimenjak nije u tolikoj mjeri vidio važnost matematike u istraživanju prirode, ali je Galileo Galilei uvidio važnost matematike u opisivanju prirode. Uz to, on je jedan od ključnih znanstvenika koji je pokazao na nužnost eksperimenta. I sam je provodio eksperimente i tumačio ih, pa ga se upravo zbog toga smatra jednim od začetnika novovjekovne prirodne znanosti. No, već je Robert Grosseteste tvrdio da se svi uzroci prirodnih djelovanja moraju izraziti crtama, kutovima i geometrijskim likovima (Crombie, 1996, 45).

Iako je Roger Bacon govorio o eksperimentalnoj znanosti, eksperiment se ne može smatrati njegovim "otkrićem" jer je već u njegovo doba postojala praksa eksperimentiranja. Eksperimente su sustavno koristili obrtnici, alkemičari, astrolozi, ali i znanstvenici u srednjem vijeku, iako su oni često imali magijski karakter (Thorndike, 1914, 278–281, 288–290, 295–298).

Podatci dobiveni motrenjima i eksperimentima služili su kao baza piramide znanja. Što je ona šira i pouzdanija, to bi i aksiomi (načela) koji se iz njih izvode trebali biti sigurniji. Ali se postavlja pitanje koliko su načela koja su dobivena putem indukcije pouzdana. Da bi osnažili valjanost načela dobivenih indukcijom, Roger Bacon i Robert Grosseteste mislili su da se Aristotelova induktivno–deduktivna shema treba dopuniti tako da se ta načela provjere, tj. da se iskustveno potvrde ili odbace. To je vrlo važna dopuna Aristotelovu induktivno–deduktivnomu postupku. Roger Bacon je to nazvao »prvim obilježjem ili prednošću eksperimentalne znanosti« (Bacon, 1962, 587; Crombie, 1953, 227; Loose, 2001, 31–32).

Već je Aristotel isticao važnost induktivnoga zaključivanja na osnovi činjenica ili iskustvene baze podataka do koje je on dolazio uglavnom promatranjem. Ali on indukciju nije smatrao rasuđivanjem, nego više vrstom intuitivnoga zahvaćanja. Roger Bacon uvidio je nedostatak takvoga induktivnoga postupka u spoznaji jer je mislio da je Aristotelov način prikupljanja činjenica nedovoljno širok da bi vodio prema sigurnoj spoznaji te je smatrao nužnim da se baza podataka ili činjenica poveća, a to se može ostvariti sustavnim eksperimentiranjem. Proširenje baze činjenica korištenjem eksperimenata naziva se kod Rogera Bacona »drugo obilježje eksperimentalnih znanosti« (Bacon, 1962, 615–616; Crombie, 1953, 227; Loose, 2001, 28–29). Do iste ideje došao je kasnije i Francis Bacon.

Kada se govori o tabeli negativnih slučajeva kod Francisa Bacona u postupku indukcije, suvremeni su znanstvenici to isticali kao Baconovu inovaciju, pa su, s obzirom na to, Francisa Bacona prepoznali kao preteču Karla Poppera s obzirom na njegovu metodu falsifikacije. I kod Rogera Bacona nailazimo na tvrdnje o važnosti eksperimentalne znanosti u provjeravanju i potvrđivanju (verifikaciji) ili odbacivanju (falsifikaciji) teorijskih tvrdnji (Bacon, 1962, 584). Uz sve sličnosti obojice Bacona s kasnijim Popperovim tvrdnjama o falsifikaciji, postoji i razlika jer kod obojice Bacona ne postoje elementi nagađanja kao kod Poppera.

Još je jedna poveznica Francisa Bacona sa suvremenom filozofijom znanosti. Neki su smatrali da se njegova ideja “anticipacije prirode” može dovesti u vezu s konvencionalizmom 19. i 20. stoljeća (Henri Poincaré). Taj pristup postavlja načela (aksiome) prirode na osnovi odluke ili nekoga uvjerenja da načela vrijede, tj. da su oni pretpostavljene nedokazive tvrdnje koje se uzimaju istinitima te da nisu nužno dobivene na osnovi činjenica. Ili, malo drugačije rečeno: Uspostava nove teorije ne događa se na osnovi novih dokaza, nego zato što se nova teorija čini jednostavnijom, primjenjivijom ili ljepšom. Konvencije su prema tomu imune na empirijsku falsifikaciju i donekle zatvorene za znanstveni napredak. Francis Bacon nipošto nije prihvaćao konvencionalističku tezu (a nije ni mogao jer je ona izričito formulirana tek mnogo kasnije od Baconova doba), nego je bio otvoren prema znanstvenomu napretku jer je prihvaćao nove hipoteze i mogućnost novih spoznaja. U tom je smislu bliži prihvaćanju novih paradigmi kako ih je kasnije predstavio Thomas Kuhn nego Poincaréovu konvencionalizmu. Zato bi bilo smislenije pitati se jesu li Popper i Kuhn na tragu jednoga i drugoga Bacona nego obratno.

Zaključak

Na tragu Aristotelove kritike induktivno–deduktivne metode Francis Bacon nastojao je uspostaviti “novu” metodu tako što je dopunio Aristotela u induktivnom stupnju zaključivanja. Naglašavao je nedostatke Aristotelova postupka dolaženja od činjenica do općih načela i ponudio svoje “nove” postupke, a to su sustavno prikupljanje podataka uz pomoć eksperimenata, analiziranje tih podataka u znanstvenoj zajednici i dolaženje do općih načela. Ali ta “nova” Baconova metoda nije bila posve nova, što dokazuju njegovi predhodnici iz 12. i 13. stoljeća koji su već tada govorili o *scientia experimentalis* (Robert Grosseteste i Roger Bacon). Kako je glavno obilježje eksperimentalne znanosti uspostaviti znanstvenu metodu za istraživanje prirode, a ona se sastoji ne samo u empirijsko–eksperimentalnom zahvaćanju pojava u prirodi, nego i u matematičkom tumačenju tih pojava, Rogera Bacona se u tom pogledu može smatrati predhodnikom i Francisa Bacona (s obzirom na iskustveno–eksperimentalnu stranu) i Galileja Galileija (s obzirom na matematički pristup prirodnim pojavama). Ipak je Francis Bacon izričitije tvrdio da je funkcija eksperimenta ne samo u dobivanju činjenica, nego i u testiranju (provjeri) teorija. U tom ga se smislu može smatrati važnim teoretičarem eksperimentalizma.

Literatura

- Bacon, Francis (1857). *The Works of Francis Bacon: Vol. II*. Collected and edited by J. Spedding, R. L. Ellis, and D. D. Heath. London: Longman and co.
- Bacon, Francis (1986). *Novi organon*. Zagreb: Naprijed.
- Bacon, Roger (1962). *The Opus Majus of Roger Bacon: Vol II*. A Translation by Robert Belle Burke. New York: Russell & Russell.
- Crombie, Alistair Cameron (1953). *Augustine to Galileo: The History of Science A.D. 400–1650*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University.
- Crombie, Alistair Cameron (1996). *Science, Art and Nature in Medieval and Modern Thought*. London: The Hambledon.
- Krebs, Robert E. (2004). *Groundbreaking Scientific Experiments, Inventions, and Discoveries of the Middle Ages and the Renaissance*. London: Greenwood.
- Lacoste, Jean–Yves (2013). *Povijest teologije*. Zagreb: Kršćanska sadašnjost.
- Lindberg, David C. (1982). On the applicability of mathematics to nature: Roger Bacon and his predecessors. *The British Journal for the History of Science*, 15, 3–26.
- Loose, John (2001). *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*. New York: Oxford University.
- Oliver, Simon (2005). *Philosophy, God and Motion*. London: Routledge Taylor and Francis Group.
- Stein, James D. (2008). *How Math Explains the World*. New York: Harper Collins.
- Thorndike, Lynn (1914). Roger Bacon and Experimental Method in the Middle Ages. *The Philosophical Review*, 23(3), 271–298.
- Thorndike, Lynn (1916). The true Roger Bacon I. *The American Historical Review*, 21(2), 237–257.
- Urbach, Peter (1987). *Francis Bacon's Philosophy of Science: An Account and a Reappraisal*. La Salle, IL: Open Court.
- Wright, Georg Henrik von (1951). *A Treatise of Induction and Probability*. London: Routledge and K. Pau.

Inductivism and Experimentalism in Francis Bacon as the Core of the Early Modern Scientific Method

On the 400th Anniversary of the Death of Francis Bacon (1626–2026)

Stipe Kutleša*

Summary

The paper highlights two important features of early modern science: the empirical–experimental approach to the study of nature and the importance of mathematics in the description of nature. Francis Bacon contributed significantly to the first feature of modern science. He criticized the deductive branch of Aristotle’s method of scientific research and objected to it that the syllogistic method of reasoning was very questionable, even useless for science. Instead, F. Bacon emphasized the “new” inductive method (which was also important for Aristotle) and based it on the systematic collection of facts and experimentation. Experiments and data analysis are the work not of an individual but of many groups of scientists, so that in scientific research there is a division of labour (in today’s terminology, experimentalists and theorists). The ultimate goal of knowledge is to arrive at general principles (forms in Bacon’s terminology) on the basis of empirical–experimental data. The paper challenges the frequent claim that F. Bacon was the founder of experimentalism and shows that medieval philosophers and scientists spoke of experimental science (scientia experimentalis) and that Francis Bacon’s “new” method was not entirely new. F. Bacon, with his more systematic approach to experimentation and its importance not only in arriving at new theories but also in testing existing ones, can still be considered an important theorist of experimentalism.

Keywords: Francis Bacon; Roger Bacon; Aristotle; inductivism; experimentalism; early modern science

* Stipe Kutleša, Ph.D., Full Professor, Croatian Catholic University (External Associate). Address: Ilica 242, 10000 Zagreb, Croatia, Institute of Philosophy (Retired), Ulica grada Vukovara 54, 10000 Zagreb, Croatia. E-mail: stipekulesa1@gmail.com