

biblioteka OSOBA

Naslov izvornika

The Science of Leonardo:

Inside the Mind of the Great Genius of the Renaissance

Copyright © 2007. Fritjof Capra

Doubleday, New York

Rizzoli, Milano

Prijevod **Alenka Zupčić i Nenad Patrun**

Lektorica **Snježana Horvat**

Urednica **Nataša Ozmec**

Oblikovanje naslovnice **Studio 1**

Grafička priprema **Ermego, Zagreb**

Tisak **Printera grupa, Sveta Nedelja**

Nakladnik **Planetopija, Zagreb**

Za nakladnika **Marina Kralj Vidačak**

svibanj 2009.

Sva prava pridržava nakladnik. Nijedan dio ove knjige ne smije se upotrebljavati ni reproducirati na bilo koji način bez pisanog dopuštenja, osim u slučaju kratkih navoda objavljenih u kritikama ili ocjenjivačkim člancima. Za sve obavijesti možete se obratiti nakladniku.

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 702176.

ISBN 978-953-257-144-8

Fritjof Capra

LEONARDOVA ZNANOST

*Uvid u veličanstveni um
najvećeg genija renesanse*

Zagreb, 2009.

Sadržaj

Zahvale	11
Zahvale za fotografije	14
Predgovor	15
Uvod – Tumač prirode	21
Prvi dio ❁ Leonardo, čovjek	35
<i>Prvo poglavlje</i> ♦ Neizmjerna ugladenost	37
<i>Drugo poglavlje</i> ♦ Univerzalni čovjek	55
<i>Treće poglavlje</i> ♦ Firentinac	90
<i>Četvrto poglavlje</i> ♦ Dobro iskorišten život.	119
Drugi dio ❁ Leonardo, znanstvenik	167
<i>Peto poglavlje</i> ♦ Znanost u vrijeme renesanse	168
<i>Šesto poglavlje</i> ♦ Znanost rođena iz iskustva.	190
<i>Sedmo poglavlje</i> ♦ Geometrija izvedena s gibanjem	226
<i>Osmo poglavlje</i> ♦ Piramide svjetlosti	248
<i>Deveto poglavlje</i> ♦ Oko, osjetila i duša	274
Pogovor: "Čitaj me, o štioče, ako u mojim riječima pronalaziš užitek"	294
Dodatak: Leonardova geometrija transformacija.	304
Bilješke	312
Leonardove Bilježnice: Faksimili i prijepisi	334
Bibliografija	336
Kazalo	341
O autoru.	352

Zahvale za fotografije

- Kraljevska zbirka © 2007., Njezino Veličanstvo Kraljica Elizabeta II (sl. I-1, 2-1, 3-1, 4-1, 4-2, 4-5, 5-1, 6-1, 6-2, 6-3, 6-4, 7-2, 7-3, 7-7, 8-2, 9-1, E-1)
- Réunion des Musées Nationaux/Art Resource, NY, Bibliothèque de l'Institut de France, Paris, France (sl. 2-5, 6-6, 6-7, 7-1, 7-4, 8-5, 8-6, 8-7, 9-2)
- Réunion des Musées Nationaux/Art Resource, NY, Louvre, Paris, France (sl. 1-2, 2-4, 4-3)
- Biblioteca Ambrosiana, Milano (sl. 2-3, 8-1, 8-3)
- Biblioteca Reale, Torino, uz odobrenje Ministera per i Beni e le Attività culturali (sl. P-1, 4-4, E-2)
- Laboratorio Fotográfico, Biblioteca Nacional de España, Madrid (sl. 6-5 lijevo, 7-6)
- Polo Mauseale Fiorentino (sl. 1-1, 3-2)
- V&A Images, Muzej Viktorije i Alberta, London (sl. 7-5)
- Britanski knjižnički odbor (sl. 8-4)
- Klassik Stiftung Weimar (sl. 9-3)
- Archivio Fotografico IMSS Firenze, Fotografia de Eurofoto (sl. 6-5 desno)
- Archivio Fotografico IMSS Firenze, Fotografia di Simon Hazelgrove (sl. 6-8)
- Museo d'Arte Antica, Castello Sforzesco, Milano (sl. 2-6)

Predgovor

Leonardo da Vinci, možda najveći majstor slikar i veleum renesanse, predmet je stotina znanstvenih i znanstveno-popularnih knjiga. Njegov ogromni *oeuvre*, za koji se smatra da sadrži više od sto tisuća crteža i više od šest tisuća stranica bilješki, kao i krajnja raznolikost njegovih interesa, privukli su bezbrojne znanstvenike iz različitih akademskih i umjetničkih područja.

Međutim, postoji iznenađujuće mali broj knjiga o Leonardovoj znanosti, premda je iza sebe ostavio debele bilježnice pune detaljnih opisa svojih pokusa, sjajnih crteža i opširnih analiza svojih otkrića. Osim toga, većina autora koja raspravlja o Leonardovu znanstvenom radu gleda na taj rad njutnovskim očima, a ja vjerujem da ih je to često sprječavalo da sagledaju njegovu pravu prirodu.

Leonardo je namjeravao, naposljetku, predstaviti rezultate svojeg znanstvenog istraživanja u obliku suvisle, jedinstvene cjeline znanja. Svoj naum nije nikad priveo kraju zato što je cijeloga života osjećao snažniji poriv da proširi, usavrši i zabilježi svoja istraživanja nego da ih sustavno organizira. Zbog toga su znanstvenici koji su proučavali njegove glasovite Bilježnice u stoljećima nakon njegove smrti bili skloni tome da ih vide kao neorganizirane i kaotične. U Leonardovu umu, naprotiv, njegova znanost nije nimalo bila neorganizirana. Davala mu je suvislu, združenu sliku prirodnih pojava, sliku koja je, međutim, bila korjenito različita od Galilejove, Descartesove i Newtonove.

Tek sada, pet stoljeća kasnije, kada ograničenja njutnovske znanosti postaju više nego očita i kada mehanicistički, kartezijanski pogled na svijet posustaje pred holističkim i ekološkim pogledom, koji je sličan Leonardovu, možemo početi cijeniti punu snagu Leonardove znanosti i njezinu primjenjivost na naše moderno doba.

Namjera mi je iznijeti suvisli prikaz znanstvene metode i postignuća toga veleuma renesanse te ih vrednovati s gledišta današnje znanstvene misli. Proučavati Leonarda s tog stajališta neće nam samo omogućiti da prepoznamo njegovu znanost kao čvrsto građenu cjelinu znanja nego će nam ujedno objasniti zašto njegovu znanost ne možemo razumjeti odvojeno od njegove umjetnosti, ni njegovu umjetnost odvojeno od njegove znanosti.

Kao znanstvenik i pisac u ovoj se knjizi odvajam od svojeg uobičajenog načina rada. U isto vrijeme, međutim, pisanje ove knjige predstavljalo mi je veliko zadovoljstvo s obzirom na to da me Leonardov znanstveni rad očarava već više od tri desetljeća. Kada sam započeo svoju karijeru kao pisac, početkom 1970-ih, planirao sam napisati znanstveno-popularnu knjigu o fizici elementarnih čestica. Napisao sam prva tri poglavlja rukopisa, a potom napustio projekt kako bih napisao *Tao fizike*, u koju sam uvrstio većinu materijala iz ranijeg rukopisa. Moj je izvorni rukopis počinjao kratkom poviješću moderne zapadne znanosti, a na samom početku nalazila se predivna izjava Leonarda da Vincija o znanosti temeljenoj na iskustvu koja je moto u ovoj knjizi.

Otkako sam iskazao priznanje Leonardu kao prvom modernom znanstveniku (puno prije Galilea, Bacona i Newtona) u svojem prvom rukopisu, ostao sam i dalje očaran njegovim znanstvenim radom te sam se tijekom godina u svojim djelima više puta na njega pozivao, premda nisam bio posebno proučio njegove opsežne Bilježnice. Snažan poriv da to učinim pojavio se sredinom 1990-ih, kada sam otišao na veliku izložbu Leonardovih crteža u The Queen's Gallery u palači Buckingham u Londonu. Dok sam s divljenjem promatrala te veličanstvene crteže, koji su prikazivali jedno do drugoga, često i na istoj stranici, arhitekturu i ljudsku anatomiju, uskovitlanu vodu i uskovitlani zrak, vodene virove, gibanje ljudske kose i obrasce rasta trave, shvatio sam da je Leonardovo sustavno proučavanje životnih i neživotnih oblika zapravo znanost o kvaliteti i cjelovitosti koja se bitno razlikuje od Galileove i Newtonove mehanicističke znanosti.

U samoj se srži njegovih istraživanja, činilo mi se, nalazilo uporno proučavanje obrazaca, međusobno povezanih pojava iz najrazličitijih područja.

S obzirom na to da sam u nekoliko svojih prethodnih knjiga istražio suvremene paralele Leonardovu pristupu, koje su danas poznate kao teorija složenosti i teorija sustava, osjećao sam kako je vrijeme da ozbiljno proučim Leonardove Bilježnice te da ocijenim njegovu znanstvenu misao sa stajališta najnovijih postignuća moderne znanosti.

Premda nam je Leonardo ostavio, prema riječima znamenitog stručnjaka za renesansu Kennetha Clarka, "neke od najopsežnijih i najpotpunijih zapisa jednoga uma na djelu koje smo baštinili", njegove nam Bilježnice ne otkrivaju gotovo ništa o karakteru i osobnosti svojega tvorca.¹ Čini se da je Leonardo, kako u svojim slikama tako i u životu, njegovao određeni osjećaj za tajnovitost. Zbog tog ozračja tajnovitosti, kao i zbog njegovih izvanrednih darova, postao je legendarnim likom još za života, a legenda o njemu je rasla, u različitim inačicama, stoljećima nakon njegove smrti.

Tijekom povijesti bio je simbolom renesansnoga doba, no svako je pojedino doba Leonarda prikazivalo u duhu svog vremena. Citirat ću Kennetha Clarka: "Leonardo je Hamlet povijesti umjetnosti kojeg svatko od nas mora tumačiti za sebe."² Stoga je bilo neophodno da i ja nanovo tumačim Leonarda na idućim stranicama. Lik koji izvire iz mojeg prikaza je, govoreći rječnikom moderne znanosti, lik Leonarda kao sustavna mislioca, ekologa, teoretičara složenosti, znanstvenika i umjetnika koji duboko poštuje svaki život i čovjeka koji ima snažnu želju raditi za dobrobit čovječanstva.

Snažna intuicija koja me je preplavila za posjeta izložbi u Londonu, a koja mi je govorila da je Leonardo kojeg gore opisujem uistinu "Leonardo našeg vremena", potvrdila su moja iduća istraživanja i proučavanja Bilježnica. Kao što je povjesničar umjetnosti Martin Kemp napisao u katalogu jedne ranije izložbe Leonardovih crteža održane u galeriji Hayward u Londonu:

Čini mi se da postoji srž u [Leonardovim] postignućima, koliko god nesavršeno prenesena i koliko su je god nesavršeno prihvatili različiti naraštaji, koja ostaje dostupna na intuitivan način. Ono što se naslućuje jest činjenica da su njegova umjetnička djela više od same umjetnosti, da su dio predodžbe koja podrazumijeva duboki osjećaj za međusobnu povezanost stvari. Sva složenost života na svijetu nekako je neizravno izražena kada on prikazuje obilježja bio kojeg njegova dijela... Vjerujem da nam se njegovo shvaćanje ukupnosti svijeta kao jedinstvena organizma danas uistinu obraća s posebnom primjenjivošću, sada kada je naša tehnološka moć toliko golema.³

Portret Leonarda iz gornjeg odlomka, kojeg je tako dobro ocrtao Kemp prilikom navedene izložbe, slika je i prilika portreta kakav sam i ja izradio. Upravo će takav portret izroniti iz mojih tumačenja Leonardove jedinstvene sinteze znanosti i umjetnosti.

Berkeley, svibanj 2006.
Fritjof Capra

Leonardova
znanost



*Leonardov autoportret, oko 1512.,
Biblioteca Reale, Torino*



Tumač prirode

Renesansa, razdoblje koje se proteže od početka petnaestog do kraja šesnaestog stoljeća, u intelektualnoj povijesti Zapada označava prijelazno razdoblje između srednjeg vijeka i modernog svijeta. Svjetonazor njegovih suvremenika bio je još uvijek upleten u srednjovjekovni način razmišljanja kada je mladi Leonardo da Vinci u Firenci naukovao da bi postao slikar, kipar i inženjer 1460-ih godina. Znanost u modernom smislu, kao sustavna, praktična metoda spoznavanja o prirodnome svijetu, nije postojala. Znanje o prirodnim pojavama, što točno, što netočno, preuzeto je od Aristotela i drugih antičkih filozofa te su ga skolastički teolozi stopili s kršćanskom doktrinom i predstavljali ga kao službeno dopušteno vjerovanje. Vlasti su na znanstvene pokuse gledale kao na nešto što potkopava njihovu moć te su svaki napad na Aristotela tumačile kao napad na Crkvu.

Leonardo da Vinci razvrgnuo je s takvom tradicijom. Stotinu godina prije Galilea i Bacona, on je sam samcat razvio nov praktični pristup znanosti koji je uključivao sustavno promatranje prirode, logičko razmišljanje i nešto matematičkih formula, odnosno sadržavao glavne odlike onoga što danas zovemo znanstvenom metodom. U potpunosti je bio svjestan toga da prodire u novo područje. Sebe je skromno nazivao *omo senza lettere* (neukim čovjekom), no uz ponešto ironije i ponosa na svoju novu metodu, gledao je na sebe kao na "tumača između prirode i ljudi". Kamo god bi se okrenuo, čekala su ga

nova otkrića, a njegova je znanstvena kreativnost, koja je spajala strastvenu intelektualnu znatiželju s golemim strpljenjem i eksperimentalnom domišljatošću, bila glavna pokretačka snaga tijekom cijeloga njegova života.

Četrdeset je godina Leonardo sakupljao svoje misli i zapažanja u svojim slavnim Bilježnicama, kao i opise stotina pokusa, nacрте pisama, arhitektonske i tehnološke crteže te podsjetnike samome sebi o budućim istraživanjima i pisanju. Gotovo je svaka stranica tih Bilježnica pretrpana tekstom i veličanstvenim crtežima. Vjeruje se da je cijela zbirka sadržavala trinaest tisuća stranica kada je Leonardo umro te da ih nije posložio kao što mu je bila namjera. Tijekom iduća dva stoljeća nestala je gotovo polovina izvorne zbirke, međutim sačuvano je i prevedeno s izvornoga talijanskog jezika više od šest tisuća stranica. Ovi su rukopisi raštrkani u brojnim knjižnicama, muzejima i privatnim zbirkama; neki u obliku velikih kompilacija poznatih kao kodeksi, drugi kao istrgane stranice i pojedinačne knjige velikog formata, a tek nekoliko još uvijek kao bilježnice u svojem izvornom uvezanom obliku.¹

ZNANOST O SLIKARSTVU

Leonardo je posjedovao dar izvanredne moći zapažanja i vizualnog pamćenja. Bio je u stanju nacrtati složene vrtloge uzburkane vode ili brze pokrete ptice točno poput serijske fotografije koja će se tek kasnije pojaviti. Bio je sasvim svjestan svojeg izvanrednog dara. Ustvari, smatrao je oko svojim glavnim instrumentom i u slikarstvu i u znanosti. "Oklo, za koje se kaže da je prozor duše", zapisao je, "glavno je sredstvo pomoću kojeg osjetilna svjesnost može na najobilniji i najveličanstveniji način promišljati o neograničenim djelima prirode."²

Leonardov je pristup znanosti bio vizualan. Bio je to pristup slikara. "Slikanje", izjavio je, "objedinjuje u sebi sve oblike prirode."³ Ova je njegova izjava, ustvari, ključ razumijevanja njegove znanosti.

On opetovano ustvrđuje, posebno u svojim ranim rukopisima, kako slikanje uključuje proučavanje prirodnih oblika te naglašava blisku vezu između umjetničkog prikaza tih oblika i intelektualnog razumijevanja njihove suštinske prirode i temeljnih načela. Na primjer, u zbirci njegovih bilješki o slikarstvu, poznatoj kao *Trattato della pittura* (Traktat o slikarstvu), zapisao je:

Znanost o slikarstvu proteže se na sve boje površina tijela te na oblike tijela sadržane u tim površinama... [Slikarstvo] filozofskim i istančanim umovanjem razmatra sva svojstva oblika... To je uistinu znanost, zakonita kći prirode, jer je priroda rodila slikarstvo.⁴

Za Leonarda slikarstvo je i umjetnost i znanost; znanost o prirodnim oblicima i o svojstvima, prilično različita od mehanicističke znanosti koja će se pojaviti dvije stotine godina kasnije. Leonardovi oblici životni su oblici koji se neprestano uobličuju i mijenjaju. Cijeloga života proučavao je, crtao i slikao stijene i slojeve Zemlje oblikovane vodom, rast biljaka oblikovanih vlastitim metabolizmom, kao i anatomiju životinja (i ljudi) u pokretu.

PRIRODA ŽIVOTA

Prema Leonardovu mišljenju priroda je u svojoj cijelosti bila živa. Gledao je na obrasce i procese u mikrokozmu kao na slične onima u makrokozmu. Često je uočavao sličnosti između ljudske anatomije i strukture Zemlje, kao što je to slučaj i s ovim predivnim odlomkom iz Kodeksa Leicester:

Možemo reći kako Zemlja ima vitalnu snagu rasta, i da je njezino tijelo zemlja, njezine su kosti uzastupni slojevi stijena koji tvore planine, njezina je hrskavica porozna stijena, njezina krv vodene

su vene. Jezero krvi koje leži oko srca je ocean. Njezino disanje povećanje je i smanjenje krvi u bilima, isto kao što su na Zemlji plima i oseka mora.⁵

Dok paralela između mikrokozma i makrokozma potječe od Platona i bila je dobro poznata u srednjem vijeku i renesansi, Leonardo ju je iščepirao iz njezina izvornoga mitskog okružja i odnosio se prema njoj samo kao prema znanstvenoj teoriji. Danas znamo da neke od sličnosti navedenih u gornjem odlomku imaju nedostatke, a neke od njih je Leonardo sam ispravio kasnije u životu.⁶ Međutim, možemo lako prepoznati njegov prikaz kao preteču današnje teorije Geje, znanstvene teorije o Zemlji kao o živome sustavu koji se sam organizira i upravlja sobom.⁷

Na temeljnoj razini, Leonardo je uvijek težio shvaćanju prirode života. To je često izmicalo ranijim piscima zato što su donedavno biolozi pobliže opisivali prirodu života samo putem stanica i molekula, kojima Leonardo, koji je živio dva stoljeća prije izuma mikroskopa, nije imao pristupa. Međutim, danas se novo sustavno poimanje života, u smislu metaboličkih procesa i njihovih strukturalnih obrazaca, pojavljuje na najistaknutijem mjestu u znanosti. Upravo su to pojave koje je Leonardo cijeli život proučavao.

SUSTAVNI MISLILAC

Leonardo da Vinci bio je ono što bismo, u današnjem znanstvenom žargonu, nazvali sustavnim misliocem.⁸ Za njega je razumjeti neku pojavu značilo povezati tu pojavu s drugima na temelju sličnosti obrazaca. Kada je proučavao omjere ljudskoga tijela, uspoređivao ih je s omjerima građevina renesansne arhitekture. Njegova istraživanja mišića i kostiju navela su ga da proučava i crta zupčanike i poluge te da tako povezuje životinjsku fiziologiju i strojarstvo. Obrasci gibanja u vodi naveli su ga da promatra slične obrasce u gibanju zraka, a to ga

je pak navelo da proučava prirodu zvuka, teoriju glazbe i oblikovanje glazbala.

Ta izvanredna sposobnost međusobnog povezivanja opažanja i ideja iz različitih područja nalazi se u samom središtu Leonardova pristupa učenju i istraživanju. To je istodobno razlog zbog kojeg bi se on često zanio i proširio svoja istraživanja daleko izvan njihove prvotne namjene poblizeg određenja "znanosti slikanja" te bi se bavio proučavanjem gotovo cijeloga spektra prirodnih pojava poznatih u njegovo vrijeme, kao i mnogih drugih dotad nepoznatih pojava.

Leonardov znanstveni rad ostao je praktički nepoznat za njegova života te je ostao skriven više od dva stoljeća nakon njegove smrti 1519. godine. Njegova predvodnička otkrića i ideje nisu imale neposredna utjecaja na znanstvenike koji su došli nakon njega, premda je tijekom idućih četiri stotine i pedeset godina njegova znanost o životnim oblicima povremeno izranjala. U tom vremenu, kako su znanstvenici napredovali u svom razumijevanju strukture materije, zakona kemije i elektromagnetizma, stanične i molekularne biologije, genetike i presudne uloge evolucije u stvaranju oblika živoga svijeta, problemi s kojima se Leonardo borio ponovo su proučavani na sve istančanije načine.⁸

Danas, s prednošću gledanja iz perspektive znanosti dvadeset i prvoga stoljeća, možemo prepoznati Leonarda da Vincija kao ranu preteču niza znanstvenika i filozofa kojima je u središtu pozornosti priroda organskog života. Među te znanstvenike ubrajaju se Immanuel Kant, Alexander von Humboldt i Johann Wolfgang von Goethe iz osamnaestog stoljeća; Georges Cuvier, Charles Darwin i D'Arcy Thompson iz devetnaestog stoljeća; Alexander Bogdanov, Ludwig von Bertalanffy i Vladimir Vernadsky iz prve polovice dvadesetog stoljeća; Gregory Bateson, Ilya Prigogine i Humberto Maturana iz druge polovice dvadesetog stoljeća te suvremeni morfolozi i teoretičari teorije složenosti kao što su Brian Goodwin, Ian Stewart i Ricard Solé.

Leonardovo organsko poimanje života nastavilo je živjeti stoljećima kao jedna od nevidljivih struja u biologiji te bi tijekom kratkih razdoblja izbijala na površinu i dominirala znanstvenom misli.

Međutim, nijedan od navedenih znanstvenika nije bio svjestan toga da je velem renesanse već prokrčio puteve mnogim zamislama kojima su se bavili. Dok su Leonardovi rukopisi skupljali prašinu po drevnim europskim knjižnicama, Galileo Galilei bio je slavljen kao "otac moderne znanosti". Ne mogu a da ne ustvrdim kako je pravi utemeljitelj moderne znanosti upravo Leonardo da Vinci i ne mogu a da se ne pitam kojim bi se smjerom bila razvijala zapadnjačka znanstvena misao da su njegove Bilježnice bile poznate i da se naveliko krenulo s njihovim proučavanjem odmah nakon njegove smrti.

SINTEZA UMJETNOSTI I ZNANOSTI

Da bismo matematički opisali organske oblike u prirodi, ne možemo uporabiti Euklidovu geometriju ni klasične jednadžbe njutnovske fizike – potrebna nam je nova vrsta kvalitativne matematike. Danas se takva matematika rađa unutar okvira teorije složenosti, pod tehničkim nazivom nelinearna dinamika.⁹ Ona uključuje složene nelinearne jednadžbe i računalno stvorene modele, u kojima se zaobljeni oblici proučavaju i klasificiraju pomoću topologije, geometrije oblika u pokretu. Naravno, Leonardu ništa od navedenog nije bilo dostupno. No začudo, on je izvodio pokuse s rudimentarnom inačicom topologije u svojim matematičkim proučavanjima "kontinuiranih kvantiteta" i "transmutacija" davno prije nego što je tu važnu granu moderne matematike razvio Henri Poincaré početkom dvadesetog stoljeća.¹⁰

Leonardovo osnovno sredstvo za prikazivanje i analizu prirodnih oblika bila je njegova izvanredna sposobnost crtanja, koja je bila gotovo ravna oštini njegova pogleda. Promatranje i bilježenje bili su stopljeni u isti čin. Rabio je svoj umjetnički dar kako bi izradio crteže zadivljujuće ljepote koji su ujedno služili kao geometrijski dijagrami. Leonardu je crtanje bilo savršeno sredstvo za formulaciju njegovih pojmovnih modela, savršena "matematika" za vlastitu znanost o organskim oblicima.¹¹

Dvojaka uloga njegovih crteža, kao umjetničkih djela i kao sredstava znanstvene analize, ukazuje nam na to da ne možemo razumjeti njegovu znanost odvojeno od njegove umjetnosti, niti možemo razumjeti njegovu umjetnost odvojeno od njegove znanosti. Njegova tvrdnja kako "slikarstvo u sebi sadrži sve prirodne oblike" obuhvaća oba područja. Kako bi se bavio svojom umjetnošću, imao je potrebu znanstveno razumjeti prirodne oblike, a da bi analizirao prirodne oblike, imao je potrebu za svojim umjetničkim sposobnostima kako bi ih mogao nacrtati.

Osim što je posjedovao oštroumnost i moć zapažanja, eksperimentalnu domišljatost i velik umjetnički dar, imao je i naglašeni prirodni smisao za praktičnost. Dok se bavio istraživanjima prirodnih oblika, promatrajući ih okom znanstvenika i slikara, na umu mu je uvijek bila i uporabna vrijednost vlastitih otkrića. Veći dio života proveo je osmišljavajući strojeve svih vrsta, izumljujući brojne mehaničke i optičke sprave te projektirajući zgrade, vrtove i gradove.

Kada je proučavao vodu, nije na nju gledao samo kao na medij života i pokretačku snagu prirode nego i kao na izvor pokretačke snage industrijskih sustava, dajući joj ulogu sličnu onoj koju će para, još jedno stanje vode, odigrati u industrijskoj revoluciji tri stoljeća kasnije. Njegova opširna istraživanja gibanja zraka i vjetra te leta ptica dovela su ga do izuma različitih strojeva za letenje, od kojih su mnogi bili temeljeni na važećim načelima aerodinamike. Doista, postignuća koja je Leonardo ostvario kao dizajner i strojar idu ruku pod ruku s onima koja je ostvario kao umjetnik i znanstvenik.

OKO I POJAVNOST OBLIKA

U svojem *Traktatu o slikarstvu*, Leonardo jasno daje do znanja da je slikarstvo sjedinjujuće stajalište i povezujuća nit koja se provlači kroz sva područja njegovih istraživanja. Iz toga njegova djela izvire suvisla pojmovna struktura, koju je možda htio primijeniti za moguće objavljivanje svojih Bilježnica.

Kao i svi pravi znanstvenici, Leonardo je svoju znanost zasnivao na sustavnom promatranju. Zbog toga je ljudsko oko njegova početna točka. Njegova pažljiva istraživanja anatomije oka i izvora vida bila su bez premca u njegovo vrijeme. Osobitu je pozornost poklanjao vezi između oka i mozga, što je prikazao u nizu predivnih crteža ljudske lubanje. Rabeći briljantna anatomska seciranja, Leonardo je bio prvi koji je prikazao cjelokupni put vida kroz zjenicu i leće do optičkog živca i dalje sve do određene šupljine u mozgu, koju danas neurolozi znaju kao treću moždanu komoru.¹²

Ondje je on pronašao "sjedište duše", gdje se susreću svi osjetilni dojmovi. Njegovo poimanje duše vrlo je slično onome što danas kognitivni znanstvenici zovu "spoznajom", načinom na koji dolazimo do znanja.¹³ Njegova teorija o tome kako podražaji putuju živcima iz osjetilnih organa prema mozgu toliko je domišljata da sumnjam kako bi današnji znanstvenici iz područja neurologije mogli doći do bolje spoznaje kada bi morali raditi s ograničenjima kao što su potpuno nepoznavanje elektromagnetizma, biokemije i mikrobiologije.

Leonardo je na svoja otkrića iz područja optike i fiziologije vida gledao kao na temelje svoje znanosti o slikarstvu, koja počinje sa znanošću o perspektivi, izvanrednom inovacijom renesansne umjetnosti. "Slikarstvo se zasniva na perspektivi," objašnjava Leonardo, "a perspektiva nije ništa drugo do temeljito znanje o radu oka."¹⁴ Nakon perspektive, nastavio je s proučavanjem geometrije svjetlosnih zraka, koja je danas poznata pod imenom geometrijska optika; proučavao je učinak svjetla koje pada na kugle i valjke, prirodu sjene i kontrasta te poredak boja.

Ova sustavna proučavanja, ilustrirana dugim slijedom zamršenih crteža, bila su znanstvena osnova Leonardove izvanredne umjetničke sposobnosti razumijevanja i izražavanja najfinijih vidnih složenosti. Najglasovitija njegova novina, kojom je jako dobro vladao, bila je posebna umjetnost sjenčanja, stapanja sjena, poznatija kao *sfumato*, kojom se lagano "razmazuju" obrisi tijela. Prema riječima povjesničara umjetnosti Daniela Arassea:

Kao uzvišeni izraz znanosti o slikarstvu i njezina božanskog karaktera, Leonardov sfumato snaga je koja stoji iza poetike njegovih slika i tajnovitosti koja kao da iz njih izvire.¹⁵

U konačnici, složena istraživanja učinka svjetla i sjene navela su Leonarda da detaljno istraži samu prirodu svjetla. Oboružan tek najosnovnijim instrumentima, rabio je svoju izvanrednu moć promatranja, svoju sposobnost uočavanja sličnosti obrazaca i snažno intuitivno razumijevanje svjetla koje je stekao kao slikar kako bi uobličio pojmove dijametralno suprotne zamislama svojih suvremenika, ali, s druge strane, gotovo istovjetne onima koje će Christian Huygens predložiti dva stoljeća kasnije u svojoj glasovitoj valnoj teoriji prirode svjetlosti.¹⁶

ŽIVOTNI OBLICI PRIRODE

Leonardovo proučavanje životnih oblika započelo bi njihovom pojavom u njegovu slikarskom oku, a zatim bi se nastavilo detaljnim istraživanjima njihove suštinske prirode. Na razini makrokozma, glavne teme njegove znanosti bile su gibanje vode i zraka, geološki oblici i preobrazbe Zemlje, kao i botanička raznolikost i obrasci rasta biljaka. Na razini mikrokozma, bio je usredotočen na ljudsko tijelo, na njegovu ljepotu i proporcije, mehaniku pokreta tijela te pronalaženje sličnosti s drugim životinjskim tijelima u pokretu, poglavito s ptičjim letom.

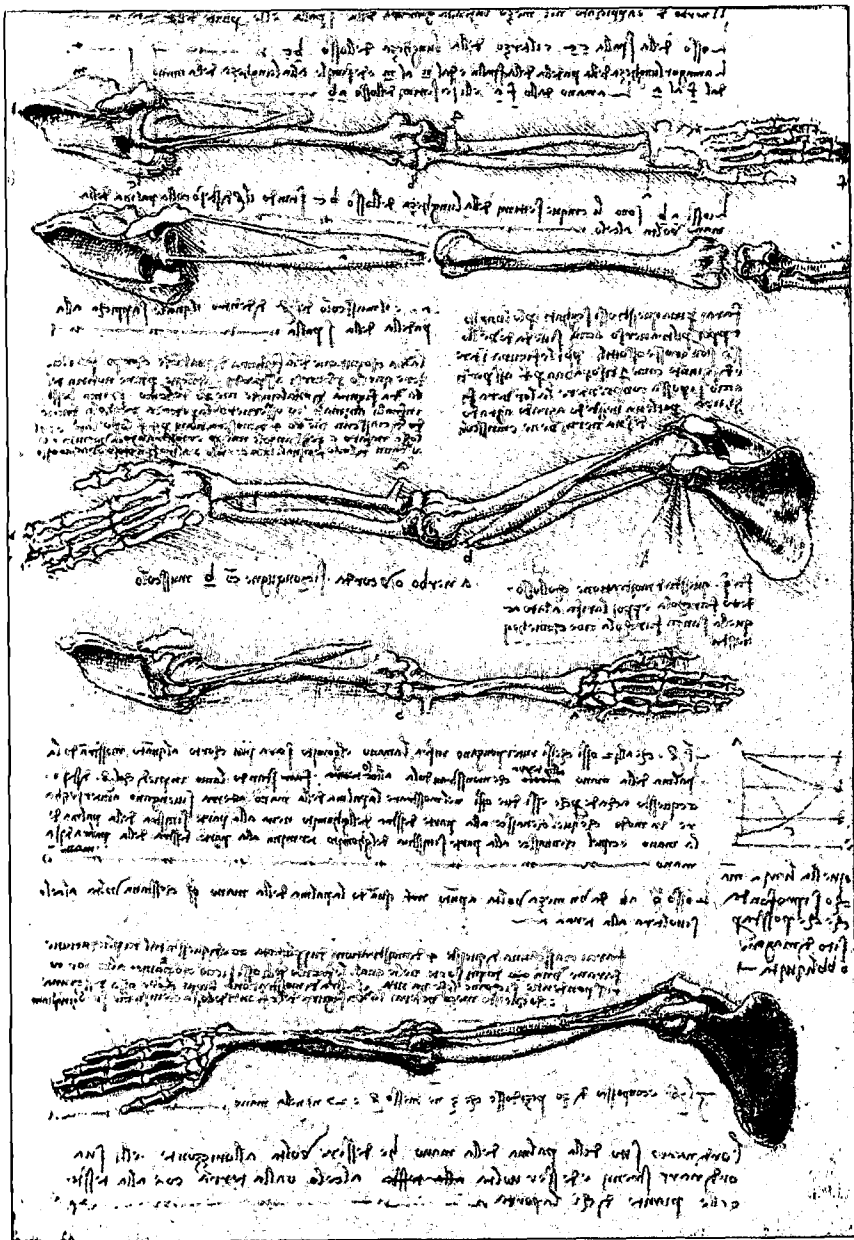
Za Leonarda je znanost o životnim oblicima ustvari znanost o pokretima i transformacijama, bilo da se radi o proučavanju planina, rijeka, biljaka ili ljudskog tijela. Razumjeti ljudski oblik života znači razumjeti tijelo u pokretu. Leonardo je u brojnim detaljnim i predivnim crtežima prikazao zajednički rad živaca, mišića, tetiva, kostiju i zglobova koji pokreću udove i način na koji udovi i mišići lica izvode geste i kretnje.

Kao i uvijek, Leonardo je slikajući koristio uvid koji je stekao takvim detaljnim istraživanjima. Prema riječima Daniela Arassea:

Od ranih *Bogorodica*, preko portreta, pa sve do *Svetog Ivana Krstitelja*, Leonardo je prikazivao likove u pokretu. Izravan i izvanredan dojam koji ostavlja *Posljednja večera* uvelike se zasniva na tome što je Leonardo zamijenio tradicionalnu kompoziciju ritmičkom kompozicijom koja je znatno izmijenila samu ideju prikazanog subjekta.¹⁷

Kao slikar, Leonardo je osjećao da treba rabiti geste kako bi oslikao stanje duha i osjećaje koji su izazvali te geste. Tvrdio je da je pri slikanju ljudskog lika najvažniji zadatak "izraziti u pokretu strast njegove duše".¹⁸ Štoviše, Leonardo je smatrao da je umjetnikova najveća težnja prikazati tjelesni izraz ljudskoga duha. A u ostvarenju te težnje on je bio nenadmašan, kako nam potvrđuju slike iz njegova zrelog razdoblja. Kao što nam objašnjava Irma Richter, povjesničarka umjetnosti, u uvodnim komentarima svojih izbora klasika iz Bilježnica, za Leonarda "ljudsko je tijelo bilo vanjski i vidljivi izraz duše, tijelo je oblikovao njegov duh".¹⁹ Vidjet ćemo kako se takav pogled na dušu i duh, nenagrđen rascjepom između uma i tijela koji će René Descartes uvesti u sedamnaestom stoljeću, savršeno slaže s pojmom "utjelovljenog uma" koji pripada današnjoj kognitivnoj znanosti.²⁰

Za razliku od Descartesa, Leonardo nikada nije gledao na ljudsko tijelo kao na stroj, premda je bio briljantan inženjer koji je osmislio velik broj strojeva i mehaničkih naprava. On je jasno prepoznao i zabilježio u svojim sjajnim prikazima da anatomije životinja i ljudi uključuju mehanički rad (vidi sl. I-1). "Priroda ne može dati pokret životinjama bez mehaničkih instrumenata", objasnio je.²¹ Međutim, to za njega nije podrazumijevalo da su živući organizmi strojevi, već jedino da je neophodno proučiti načela mehanike kako bi razumio pokrete životinja, što je na detaljan i sustavan način godinama i činio. Jasno je shvaćao da je način pokretanja tijela mehanički, ali je za njega izvor pokreta bila duša, čija priroda nije mehanička, već duhovna.²²



Mehanizam ruke, oko 1510.,
Anatomske studije, folio 135v