

SCIENCA REVUO de Internacia Scienca Asocio Esperantista BEOGRAD, Jugoslavio	El Vol. 28 n-ro 6(128) 31.12.1977.
--	--

## PRI METODOLOGIO DE LA SCIENCO

(B.V. TOKAREV, MOSKVO, SOVETIO)

Dum esploro de iu ajn problemo necesas scii, je kiaj rezultoj oni povas esperi, kiaj ŝtupoj de la scio estas jam trairitaj, kaj al ricevo de kiaj rezultoj oni povas kaj devas aspiri. Certe, oni devas aspiri al atingo de sekva ŝtupo, kaj estas fiaskontaj provoj transsalti la ankoraŭ ne trairitajn. Do, nia unua tasko estas formuli, el kiuj ŝtupoj konsistas la procedo de la ekscio.

Iu ajn sfero de homa agado havas du flankojn: praktiko kaj teorio. Ili disvolviĝas paralele; homo ĉerpas siajn sciojn el la vivo, do, el la praktiko, surbaze de ili kreas hipotezon kontrolotan praktike; tiu kontrolado kondukas al apero de nova teorio, kiu denove trapasas praktikan provon, k.t.p. Tamen dum tiu procedo la teorio kaj la praktiko ŝanĝiĝas kvalite; ilia karaktero esence aliiĝas. Do ni turnu atenton al tiuj kvalitaj ŝanĝoj, kiuj okazas kun la teorio kaj praktiko dum la procedo de l'eksciado.

1.

La unuajn sciojn la homo ricevas el sperto de la ĉiutaga vivo. Tiu sperto estas la unua ŝtupo de la praktiko. Provante iel klarigi al si okazaĵojn de la vivo, la homo hreas la unuan percepton pri la naturo. Ni nomos ĝin "*la primara, aŭ primitiva percepto.*" Al tiaj primaraj perceptoj, kreitaj de la prahomo, apartenas kredo je diversaj spiritoj kaj dioj de la naturo, kiu poste disvolviĝis al religio. Do, la religio estas normala kaj neevitebla ŝtupo de la ekscio.

Kreinte la primaran percepton, la homo komencas observadi la naturon jam de la vidpunkto de la primara percepto, kiu tiamaniere estas kontrolata. Iom post iom la homo rimarkas, ke tiu percepto ne tre bone kongruas kun la naturaj fenomenoj, io en ĝi estas neplena, io - neĝusta. Reviziante la primaran percepton la homo venas al la dua ŝtupo de la scio, kreas aliajn, sekundarajn teoriojn, ankoraŭ ne farante eksperimentojn, sed penante trovi la veron per observado kaj rezonado. Tiun ŝtupon de la scio ni nomos *filozofio*.

Kreinte la filozofian teorion, la homo daŭre observas la naturon, denove trovas neperfektaĵojn en sia percepto pri ĝi, kaj iom post iom venas al penso, ke nura observado ne sufiĉas. Do, venas sekva stadio de la praktiko - *eksperimento*.

\*  
\* \*

Ni povas distingi kelkajn tipojn de la eksperimento. La plej primitiva el ili estas *sekiado*, t.e. provoj ekscii videblan strukturon de objektoj. Nur poste venas ideo pri propre *esplora eksperimentado*, t.e. metado de aĵo en specialajn, artefaritajn kaj kontrolatajn kondiĉojn, kun notado de la rezultoj. El tiaspecaj eksperimentoj, ni nomu ilin *kvalitaj eksperimentoj*, disvolviĝas nova ŝtupo de la teorio - *priskriba scienco*.

La eksperimentado daŭras, kaj iom post iom ŝanĝas sian karakteron. La homo jam ne kontentiĝas je nuraj kvalitaj eksperimentoj, li transiras al eksperimentoj *kvantaj*, t.e. al la *mezurado*. Komence li ne scias, kiujn grandojn mezuri, kaj tial elektas objektojn kaj grandojn por la mezurado pli-malpli hazarde. Tio estas la tria tipo de eksperimento - *la mezurado de hazardaj grandoj*. Post teoria prilaboro tio donas unuajn *leĝecojn*. Kun sperto venas kompreno, kiuj grandoj estas pli gravaj, kiuj malpli. Tiam venas vico de pli alta nivelo de la eksperimento - *la mezurado de bazaĵ grandoj*, kio estas esenco de *analizo*. Tio jam donas eblecon trovi interdependecojn inter tiuj bazaĵ grandoj. La analizo permesas krei *kvantan teorion* kaj *sciencan lingvon*, kio faras la sciencan *preciza*.

Oni ne devas miksi la sciencan lingvon kun terminaro. La terminoj estas specialaj vortoj en ĉiutaga lingvo, al kiuj apartenas ĉiuj naciaj lingvoj, kaj ankaŭ Esperanto. Tiuj lingvoj estas tre bone adaptitaj al la ĉiutaga vivo, sed ne estas sufiĉaj por sciencaj celoj. Ĉiu elemento de ĉiutaga lingvo havas karakteron de neprecizeco, nedefiniteco. Preskaŭ ĉiu vorto havas almenaŭ du diversajn signifojn, ĉiu penso povas esti esprimita diversmaniere. Tiuj ecoj estas tre bonaj por la

ĉiutaga uzo, ĉar tiu neprecizeco donas flekseblecon al la lingvoj, ebligas nuanciajn esprimojn de emocioj, vortludojn kaj ŝercojn. Sed aplikante la ĉiutagan lingvon kiel ilon de scienca esploro, oni povas, nerimarkeble por si mem, plurfoje anstataŭigi, miksi signifojn de vortoj, kaj tiel veni al la plej absurdaj konkludoj, aŭ nur tute hazarde - al la veraj. Per nuraj vortoj oni nenion povas pruvi. De la scienca lingvo estas postulata io alia, nome, senriproĉa precizeco, almenaŭ ĝis limoj de nia scio. La scienca lingvo estas la lingvo de formuloj, plej adekvate kaj ekzakte respondantaj al objekto de esploro, kiun rolon povas plenumi neniam vortoj. Kiel ni jam skribis<sup>1)</sup>, nuntempe ekzistas du sciencaj lingvoj - lingvo de fiziko, matematiko, kaj ĥemia formula lingvo.

Ekzisto de kvanta teorio kaj scienca lingvo donas jam eblecojn al *sintezo*, kiun ni povas difini kiel kreado de aĵoj surbaze de trovitaj leĝoj kaj scienca lingvo. La sintezo estas la plej alta ŝtupo de disvolvigo de la praktiko.

Certe, postulo pri la uzado de la sciencaj lingvoj tute ne signifas rifuzon de uzo de la ordinara, ĉiutagaj lingvoj. Fleksebleco de la lastaj, kaj precizeco de la sciencaj, formulaj lingvoj, kompletigas unu la alian, kaj permesas plej plene priskribi naturajn fenomenojn. La sciencaj lingvoj respegulas la naturon, sed ni devas ja ĉiun simbolon difini, klarigi, prezenti al ni per kutimaj nocioj de la homa vivo, kun ĉiuj dubaj kaj ne tre klaraj punktoj en nia scio. Ĝuste tiun rolon plenumas la ĉiutagaj lingvoj, ligante la precizajn simbolojn kun niaj pensoj, kaj ofte ankaŭ sentoj.

El ĉio dirita sekvas, ke filozofio ne estas aparta scienco, sed unu el gravaj ŝtupoj de la ekscio, nome la antaŭeksperimenta ŝtupo. Certe, la skizitaj ŝtupoj de la ekscio ne estas tiel strikte dividitaj en la historio; eksperimentoj ordinare komenciĝas kiam regas ankoraŭ filozofia, aŭ eĉ primitiva percepto en la scienco; ne perdas sian signifon filozofio ankaŭ en disvolvigitaj sciencoj, ĉar solvado de ĉiu problemoj trairas la samajn stadiojn - primara percepto, seneksperimenta rezonado - priskriba teorio - preciza teorio. En tiu vico pliiĝas antaŭdira potenco de la teorio; se primitiva percepto kondukas ordinare al eraraj konkludoj, kaj pere de la filozofio - seneksperimenta rezonado - malofte eblas doni iun realan antaŭdiron, la kvalita teorio jam povas doni almenaŭ tre ĝeneralajn kaj kvalitatajn antaŭdirojn, sed nur kvanta teorio, bazita sur scienca lingvo - la kvantaj kaj precizajn.

La dirita estas montrĉbla per jena skemo:

### ŜTUPOJ DE LA SEKCIO

#### PRAKTIKO

#### TEORIO

- |                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Sperto                         | 2. Primara, primitiva percepto.       |
| 3. Observado                      | 4. Filozofio.                         |
| 5. Eksperimento                   | 6. Priskriba scienco.                 |
| a) Sekciado                       |                                       |
| b) Esplorado.                     |                                       |
| 7. Mezurado                       | 8. Preciza scienco kaj kvanta teorio. |
| a) de hazardaj grandoj            |                                       |
| b) de bazaj grandoj<br>(analizo). |                                       |
| 9. Sintezo.                       |                                       |

Ni pridiskutu ankaŭ demandon, per kio do komenciĝas propre *scienco*. Per tiu vorto ni signas ne iun sistemon de scio, destinitan por instruado - por tio ni uzas la vorton *lernobjekto*, sed certan parton de la homa scio, havantan propran difinitan objekton de la studado. En tiuj okazoj ambaŭ nocioj certe povas koincidi. Kompreneble, la primara percepto ne povas esti konsiderata scienco. La unua vorto de ĉiu scienco, kiel sekvas el la ĵus donita difino de tiu nocio, estas difino de ĝia objekto de studado, tiujn objektojn ni klasifikas surbaze de tiu difino, kaj nur poste, surbaze de tiu klasifiko, transiras al eksperimentado, kvalita aŭ kvanta, el kio ni faras certajn konkludojn. Difinoj estas tre gravaj, ĉar ili dekomence donas ĝustan direkton al la esplorado. Se ne estas bonaj difinoj, homoj ofte diskutas pri signifo de vortoj, opiniante, ke diskutas pri esenco de afero. Sed la difinoj estas unue formulataj en kadroj de filozofio; doni la difinojn estas tre grava ĝia tasko. Apero de difinoj (eĉ neperfektaj) ni opinii komenco de la filozofia ŝtupo de la scienco. Ankaŭ en kadroj de la filozofio tre ofte aperas unuaj klasifikoj. Tiuj primaraj klasifikoj plej ofte estas malperfektaj, aŭ eĉ krude eraraj, sed ili donas hipotezon por eksperimentado. Sen antaŭa teorio, eĉ malvera, oni povas fari eĉ ne unu eksperimenton. Do, filozofio povas esti rigardata kiel la unua, komenca ŝtupo de ĉiu scienco, kiu donas la unuajn difinojn, la unuajn klasifikojn kaj laborajn hipotezojn por eksperimentado, t.e. por la plua movo al priskribaj sciencoj.

vidpunkto de ilia loko sur la skizita skemo. Ni pridiskutos nur la bazajn sciencojn en ilia natura genetika sinsekvo<sup>1)</sup>, t.e. en la ordo: fiziko - ĥemio - biologio - sociologio. Do, unue pri la *fiziko*, "kiu studas formojn de la ekzistado (de movado) de la materio, komencante de ĝiaj plej elementaj eroj."<sup>1)</sup> Ĝi estas alte disvolvita scienco, havanta ankaŭ tre bone disvolvitan sciencan lingvon - matematikon, kiu fariĝis aparta lernobjekto, kaj kies ebloj fakte eĉ superas bezonojn de la scienco mem. Karaktero de la matematiko estas tre interesa. Por naturaj sciencoj kriterio de la vereco estas la praktiko. La matematiko tiun kriterion ne havas. Oni opinias matematikan kalkulon vera, se ĝi konformas al iuj bazaj reguloj. Sed ties plena kaj konsekvenca formulado mankas, kaj ekzistantaj reguloj havas trajtojn de arbitreco. Tion bone montras jena ekzemplo. La fama problemo pri "kvadratingo de cirklo" estis unue formulita jene: desegnu kvadraton, samgrandan al donita cirklo, uzante nur liniilon kaj cirkelon. La sama kondiĉo estis metita por alia antikva problemo - trionigo de angulo. Certe, kondiĉo de uzado de nur certaj instrumentoj estas arbitraĵo, kiu estas neniel ligita kun leĝoj de la naturo, ĝi estas regulo de ludo, inventita de homoj. Ĉu eble la tuta matematiko estas tia ludo, de iuj ne plene formulitaj reguloj? Ja eĉ tiaj bazaj nocioj, kiel 'nombro', 'grando', 'punkto', 'rekto' (aŭ pli vaste - 'linio'), 'plato' (pli vaste - 'surfaco') estas malfacile difineblaj. La matematiko, kiel ĉiu ajn lingvo, estas kreita de homoj, en la naturo ĝi ne ekzistas. Ĉiuj ĝiaj nocioj signalas abstraktaĵojn. Kaj ni nepovas precize difini ilin per nocioj por realaĵoj, prenataj el la naturo. Tio estas *la principa neebleco*. Ni povas nur diri, ke certa matematika nocio *similas* certan realan objekton aŭ fenomenon, estas ĝia abstraktaĵo. Tial estas celkonforme skizi minimuman aron da nedifineblaj abstraktaĵoj, kiuj povas servi kiel bazo por konstruado de ajna matematika teorio. Al tiuj nedifineblaj bazaj nocioj verŝajne devas aparteni 'unuo', operacianta kiam ni ricevas 'grandon' (la operacioj mem estas arbitraj, difinendaj en certa teorio), 'spaco' (sen antaŭe difinitaj ecoj), en kiu ekzistas 'lokoj' kaj 'movoj' (difinendaj) k.t.p.

Tial ni ne rajtas paroli, ekzemple, pri tio, kiu geometrio estas pli vera, ĝusta, ĉu la eŭklida, de Lobaĉevskij, aŭ de Riman. Tiaspecaj rezonoj enhavas ne pli da senco, ol demando, kiu lingvo estas pli vera, ĉu keĉua aŭ suaĥili. Eblas paroli nur pri *celkonformeco* de apliko de tiu aŭ alia matematika konstruo por priskribo de naturaj fenomenoj.

La nuntempa matematiko estas bazita sur nocio de seninterrompa kon-

tinuo, kiu estas abstraktaĵo (arbitraĵo), ~~kreita de homoj~~. Sed nun aperas dubo, ĉu tiu seninterrompa kontinuo ekzistas en la naturo, aŭ ne. Jam estas provoj disvastigi principon de kvantumado de energio al spaco kaj tempo; oni eĉ indikas eblajn grandecojn de tiuj "atomoj de tempo kaj spaco". En aliaj sciencoj - ĥemio, biologio, diskreteco de elementoj estas eĉ pli videbla. Ekzistas hipotezo pri diskreta karaktero de intenseco de emocioj<sup>2)</sup>. Kaj nur en unu okazo, nome kiam ni pririgardas statistikan distribuon laŭ iu parametro de tre multaj objektoj aŭ statoj, uzado de la seninterrompa kontinuo estas plene pravigita. Nun, en la priskribo de la naturo, fizikistoj uzas ankaŭ diskretajn funkciojn kaj grandojn (ekzemple, delta-funkcion de Dirak, kaj ĝiajn integralojn).

## 3.

La sekva scienco estas la ĥemio, studanta ne ajnan materion, ne ajnan movadon, sed nur la difinitajn, nome, *ĥemio studas la atomojn kaj ŝanĝojn en iliaj elektronaj ŝeloj*.<sup>3)</sup> Ĝi ankaŭ havas sian sciencan lingvon, kaj estas tre disvolvita scienco, sed ne tiom, kiel la fiziko. La ĥemia lingvo ne havas tiom abstraktan karakteron, kiel la matematiko, ĉar se simboloj de fiziko-matematiko prezentas *rilatojn* inter aĵoj, la ĥemiaj simboloj signas *reale ekzistantajn materiajn objektojn*: la atomojn. Tial la ĥemia lingvo ne iĝis aparta lernobjekto, ne "deŝiriĝis" de sia scienco, kaj tute ne havas trajtojn de "ludo laŭ certaj reguloj". Ĉefaj stadioj de la disvolviĝo de la ĥemio estas jenaj. Teorio de elementoj de Aristotel, kiel lapinto de la "filozofia" ŝtupo. Poste sekvis longa periodo de kvalita eksperimentado, konata sub la nomo de alĥemio. Nur en la fino de la XVIII jarcento, dank'al studoj de Boyle, Lomonosov, Lavoisier kaj aliaj, estis plenkonstruita la ĥemio kiel priskriba scienco. Sed ĝi ne longe restis tia. Sekvis genia malkovro de atomo-molekula teorio fare de J. Dalton. De tiu tempo ĝi disvolviĝis kiel la preciza scienco, jam kun sia specifa lingvo, tre klare montranta diskretan karakteron de ĝiaj studobjektoj - atomoj, kaj derivitaj el ili aliaj korpuskloj - molekuloj kaj jonoj.

Tamen ĝi havis ankoraŭ du preskaŭ samtempajn skuojn. Tio estas malkovro de la perioda leĝo, fare de D.I. Mendelejev, unu el la plej profundaj leĝoj de la naturo (1869.) kaj kreado de la teorio de strukturo de organikaj kombinaĵoj, fare de A.M. Butlerov (1864.), A. Kekule k.a. Poste la ĥemio daŭre disvolviĝas kiel preciza scienco. Ĝi pliriĉiĝis per novaj metodoj, kiel kinetiko (mezurado de rapideco de ĥemiaj reakcioj), termodinamiko kaj termohemio, kromatografio, aŭ per metodoj pre-

nitaj de fiziko, kiel spektraj metodoj (ultraviolaj, infraruĝaj, spektroj de nuklea magneta rezonanco, mas-spektroj) kaj aliaj, kio permesas pli profunde penetri subtilan strukturon de molekuloj. La plej granda sukceso en la ĥemio de la XX jarcento estas la malkovro de mekanismo de ĥemiaj reakcioj, de tri tipoj de ĥemia atako (nukleofila, elektrofila kaj radikala - Ingold), kiu komenciĝis de la malkovro de ĉenaj reakcioj fare de N.N. Semõnov.

Tre specifa branĉo de la ĥemio estas organika ĥemio. Ni pridiskutos ĉi tie ĝian difinon, ĉar jetiu ekzemplo estas tre klare montreblaj kelkaj trajtoj, necesaj por la difinoj.

Ekzistas du difinoj de la organika ĥemio. Laŭ tiu de Gmelin<sup>4)</sup>, organika ĥemio studas kombinaĵojn de karbono. Laŭ difino de Schorlemmer<sup>5)</sup> (rig. ankaŭ<sup>6)</sup>) ĝi estas ĥemio de hidrokarbonoj kaj ĝiaj derivaĵoj. Tamen la lasta difino ne estas kontentiga, ĉar ĉiu difino devas eliri el nocioj ne apartenantaj al la difinata scienco. Sed en la difino de Schorlemmer du nocioj - "hidrokarbonoj" kaj "derivaĵoj" apartenas al la difinita scienco. Ni provu aldone difini tiujn terminojn. Por la hidrokarbonoj tiun difinon estas facile doni: ili estas kombinaĵoj de karbono kaj hidrogeno. Sed kun la termino "derivaĵo" la afero statas pli komplike. Ĝi havas kelkajn signifojn, el kiuj la ĉefaj estas du, nome: derivaĵoj de t.n. funkciaj grupoj (pli ofta senco, rig.<sup>7)</sup>), kaj derivaĵoj de ciklaj sistemoj de atomoj. En la senco "derivaĵoj de hidrokarbonoj" tiu vorto estas malplej uzata, kaj difini ĝin ne estas simpla afero. Ekzemple por t.n. heterociklaj kombinaĵoj, kies molekuloj enhavas ciklojn, konsistantajn kiel el atomoj de karbono, same kiel el atomoj de aliaj elementoj, kiel nitrogeno, oksigeno, sulfuro, estas tute neklare, de kiuj "hidrokarbonoj" oni ilin derivu. Sed klasifiko de organikaj kombinaĵoj devas ja baziĝi sur la difino de la scienco.

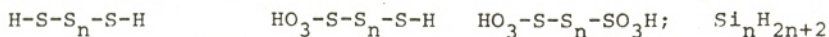
Do, la difino de Schorlemmer tute ne taŭgas, ĉar ĝi enhavas la terminojn, apartenantajn al la scienco mem, des pli, ke unu el ili estas ne difinita kaj difinebla malfacile, dum la difino de Gmelin estas tre simpla kaj klara. Tamen, Ĵdanov<sup>6)</sup> kritikis la Gmelin-difinon jene. Pro kiaj kaŭzoj, demandas li, oni distingu unu elementon, kaj honori ĝin per aparta ĥemio? Ŝajnas, ke oni ja povus samrajte krei diversajn ĥemiojn de iu ajn elemento.

Do ni devas montri nun, ke ĥemioj de diversaj elementoj estas tute ne egalaj laŭ sia signifo. Kaŭzo de tio, ke la ĥemio de karbono estas rigardata kiel aparta scienco estas grandega, enorma kvanto da ĝiaj kombinaĵoj. Estas ricevataj kelkaj milionoj (4 aŭ 5) da organikaj

kombinaĵoj, teorie ilia kvanto estas absolute senlima, dume kombinaĵoj de ĉiuj aliaj elementoj kune estas kalkulataj nur per centoj da miloj. Sed tio estas nur ekstera, aŭ pli ĝuste, senpera kaŭzo de apartigo de la ĥemio de karbono, siavice kaŭzita de specifaj ecoj de karbona atomo. Nome, tiu atomo kapablas formi fortikajn ĉenojn de ajna longeco el la samaj atomoj; eco, kiun entia grado posedas neniu alia elemento. Vere, kelkaj elementoj (N, B, O, P, S, Ge, Si kaj eĉ Hg) povas formi ĉenojn el la samaj atomoj, sed tiuj ĉenoj estas ordinare nestabilaj, kaj neniam estas longaj. Ekzemple, la plej longa ĉeno el atomoj de oksigeno estas tri atomoj - en sola substanco - ozono, sed ordinare nur du - en peroksidoj (ekzemple, hidrogena peroksido):



Ĉenoj el atomoj de Si kaj S ordinare ne superas ses atomojn, en kombinaĵoj de tipoj:



Por boro la plej longa ĉeno konsistas el 14 ĝiaj atomoj, por nitrogeno - en azotetrazolo - el 10:



Azotetrazolo.

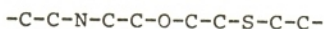
Sed por longeco de ĉeno el karbonaj atomoj ne ekzistas ia limigo. Tiaj ĉenoj povas esti branĉigitaj aŭ ne:



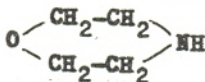
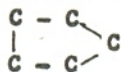
La atomoj entiaj karbonaj ĉenoj povas esti ligitaj per ordinaraĵ, unuoblaj, aŭ per duoblaj kaj trioblaj ligiloj (kvaroblaj ligiloj ne ekzistas en la naturo):



Ekzistas ĉenoj el nuraj karbonaj atomoj, kaj ĉenoj kun partopreno de aliaj elementoj, kiel N, O, S:

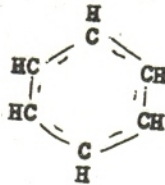


La karbonaj atomoj povas formi ciklojn, sole, aŭ kun atomoj de aliaj elementoj (la tiel nomatajn heterociklojn):





Ekzistas ankaŭ tre interesaj, "aromaj" cikloj, en kiuj oblecoj de la ligiloj estas plie aŭ malplie egaligitaj, kiel en molekulo de benzolo:



Ĉiuj tiuj specoj de ĉenoj povas formi plej diversajn kombinojn. Plue, en la organika ĥemio estas sciata tia fenomeno, kiel funkciaj grupoj, apenaŭ konataj en ĥemioj de aliaj elementoj<sup>7)</sup>.

Ĉio ĉi donas teorie kaj praktike senliman diversecon de organikaj kombinaĵoj, ĉar estas nenia limigo por kvanto de iliaj klasoj kaj homologaj vicoj, kaj ĉiu klaso kaj homologa vico povas enhavi senliman kvanton da substancoj, ne nur pro la fakte senlima longeco de ĉeno, sed ankaŭ pro fenomeno de izomerio, kiam ekzistas substancoj, havantaj saman suman formulon, sed diversajn ecojn. Kvanto da izomeroj kun pliiĝo de longeco de la karbona ĉeno kreskas tre rapide. Ekzemple, se oktanoj  $C_8H_{18}$  havas 18 izomerojn, dekanoj -  $C_{10}H_{22}$  jam 75, hidrokarbonoj  $C_{20}H_{42}$  jam 366 319, kaj kvanto da izomeroj por formulo  $C_{40}H_{82}$  estas esprimata per nombro, enhavanta 14 ciferojn. Sed tio estas nur struktura izomerio, kiun kaŭzas diversa ordo de interligiĝo de atomoj, kaj ekzistas ankaŭ izomerio spaca, kaŭzita de diversa lokiĝo de atomoj en la spaco... Tiu multnombro kaj specifeco de organikaj kombinaĵoj ne nur faras necesa eligon de ĥemio de karbono, kiel aparta scienco kaj lernobjekto, sed permesas sur bazo de tiu ĥemio siavice konstrui novajn branĉojn de la scienco, kiel ĥemio de organikaj polimeroj, substancoj kun granda molekula pezo, kaj biologian ĥemion, studentan substancojn de vivaj estaĵoj.

#### 4.

Nun ni transiras al sciencoj, studentaj la vivan naturon - biologio kaj sociologio. La biologio studas *vivajn estaĵojn*. La lastaj estas malfermitaj mikrosistemoj, apartigantaj sin de la ekstera medio per ŝelo, produktantaj varmon, kaj sin reproduktantaj. Tiu mallonga difino bezonas kelkajn klarigojn. Malfermitaj sistemoj - estas termodinamika termino. Ĝi signifas, ke la sistemo interŝanĝas substancojn kaj energion kun la ekstera medio. Kaj la vivaj sistemoj havas almenaŭ tri aliajn ecojn: ili apartigas sin per ŝelo, produktas varmon, kaj sin reproduktas. Ĉiuj ĉi ecoj estas aktivaj; la sistemo mem kreas la ŝelon. Al tio kapablas diversaj ĥemiaj miksaĵoj, sed ili ne havas aliajn ecojn - ne

eligas varmon kaj ne reproduktas sin. La vivaj sistemoj *mem* produktas varmon, kaj eliĝas ĝin en la eksteran medion. Econ de la produktado de varmo posedas iu ajn brulanta aĵo, sed ĝi ne formas ĉirkaŭ si ŝelon kaj ne reproduktas sin. Se la sistemo eligas varmon, tio signifas, ke ĝi iĝas pli ordigita, kaj malpli probable. Efektive, se kvanto de varmo estas  $Q$ , kaj temperaturo -  $T$ , laŭ konata formulo de termodinamiko:

$$\frac{dQ}{T} = dS$$

kie  $S$  - estas entropio, kiu karakterizas ĝuste la probablecon de la sistemo. Se la sistemo eligas varmon,  $dQ$  estas negativa, kaj sekve entropio ankaŭ mapliiĝas, t.e. probableco de la sistemo malkreskas, ke la sistemo iĝas pli ordigita. La reproduktado ŝajnas esti la unika eco de la vivaĵo, kiun havas neniu aliaj sistemoj; eble ĝi estas la sekvo de la aliaj ecoj.

En tiu difino estas nenio dirita pri konsisto de la vivaĵoj, tio ne estas necesa por la difino. Sed estas tre verŝajna, ke la vivo povas ekzisti nur surbaze de ĥemio de karbono, ĉar nur senlima diverseco de ĝiaj kombinaĵoj donas eblojn por tio. La sciataj de ni vivaĵoj konsistas el nukleaj acidoj, proteinoj, lipidoj (ekzemple, grasoj), sukeroj, akvo k.t.p. Povas esti, ke tio estas ankaŭ la sola ebleco konstrui la vivajn sistemojn.

La biologio ŝajnas esti nun en transira periodo, kondukanta al la preciza scienco. Distinge de la ĥemio, biologio jam tre delonge, de antikvaj tempoj, estis la priskriba scienco. Al multaj eĉ ŝajnis, ke tia estas la naturo de la biologio, ke ĝi por ĉiam restos la priskriba. Tial novaj kvantaj genetikaj metodoj estis akceptitaj nesensone. La unuaj simptomoj de turniĝo de la biologio en precizan sciencon aperis en la 1866. en la genia studo de Mendel<sup>8)</sup>, en kiu li la unua trovis la ĝustajn grandojn por la mezurado, kaj donis la unuajn indikojn pri diskreta karaktero de la herederoj. Ĝuste la genetiko estas la vojo al precizigo de la biologio, kaj informoj pri kvanto de kromosomoj, mapoj de ilia strukturo, estas la ĝermoj de la aperanta biologia lingvo. Tiuj mapoj prezentas rilatojn inter diversaj genoj kaj iliaj partoj, do, laŭ la karaktero la biologia lingvo devas iom simili la matematikon. Do, la biologia analizo estas ne la ĥemia analizo de la konsisto de la vivaĵoj, sed studado de la strukturo de kromosomoj. Estas jam provoj de sintezo, kiuj estas nomataj "gena inĝenierado".

## 5.

Ju pli komplika estas la objekto de la studado, des malpli estas

disvolvita la scienco. Se la sciencoj, studentaj malvivan naturon - fiziko kaj ĥemio, estas la precizaj, t.e. havantaj la proprajn, specifajn sciencajn lingvojn, la biologio estas sur la nivelo de priskriba scienco, kvankam alte evoluita; la propran sciencajn lingvon ĝi ankoraŭ ne havas (eble nur la ĝermojn), kaj uzas sciencajn lingvojn de la antaŭaj en la genetika vico sciencoj - fiziko kaj ĥemio. Des pli malalta estas la grado de disvolviĝo de la scienco traktanta pri la plej komplika studobjekto - *la aro de homoj*, la sociologio. Sed se ni difinas la studobjekton de la lasta, kiel aron de homoj, tiam en kadroj de la sociologio neeviteble okazas tiaj studobjektoj, traktantaj pri diversaj fenomenoj de la vivo de la homoj, kiel ekonomio, psikologio, lingvistiko k.t.p., kiuj estas konsiderendaj kiel diversaj branĉoj de la sociologio.

Estas tre interesa demando, kiam komenciĝis eksperimentado en la sociologio. Formale oni rajtas nomi eksperimento ajnan agon, direktitan al ŝanĝoj en homa socio, ekzemple militiroj de antikvaj caroj kaj gentestroj. Kaj certe tiuj eksperimentoj estis bazitaj sur certaj "teorioj" - laboraj hipotezoj, ekzemple, ke per fortoj de unu (plej ofte malgranda) popolo oni povas konkeri la tutan mondon kaj konservi tiun konkeron dum jarmiloj. Ho ve, tiu absolute malĝusta teorio, plurfoje refutita per la praktiko, eĉ nun trovas siajn adeptojn, kaj tro freŝaj estas suferoj kaj damaĝoj kaŭzitaj pro tio. Ĉio koncernanta sociologian eksperimenton estas tro proksima al homoj, tro intime ligita kun iliaj interesoj, kaj dum tiaj eksperimentoj homo ne povas esti flanka trankvila observanto, kia li estas dum eksperimentoj fizikaj aŭ ĥemiaj. La unua amasa sociologia eksperimento, bazita ne sur tiaspecaj laŭdeziraj "teorioj", sed sur objektivaj faktoj, prenita el la ekonomia scienco, estis la Granda Oktobra Revolucio kaj konstruado de la unua socialisma socio, kiu estis antaŭe skizita teorie, almenaŭ priskribe, kvalite. Tiu grandioza senprecedenca sukceso de la amasa sociologia eksperimento kredigis onin al preskaŭ senlima potenco de la uzita ekonomia teorio de Marx, pri ĝia kapablo solvi iajn ajn problemojn de la sociologio. Nun la ekonomio estas la plej disvolvita branĉo de la sociologio, ĝi estas bazata sur bone disvolvita eksperimentado, en ĝi estas vaste uzata la matematiko. Sed la lasta ne estas la specifa scienca lingvo de la sociologio, sed tiu de la fiziko, kaj tial ni ne rajtas nomi ekonomion preciza scienco; ĝi estas dume nur la priskriba. Apliko de marksismo-leninismo al la aliaj branĉoj de la sociologio, kiel psikologio, lingvistiko, estetiko, pedagogio k.t.p. donis sufiĉe mizerajn rezultojn, kaj tio ne estas hazarda.

\*  
\* \* \*

La ekonomiaj faktoroj, nivelo de produktantaj fortoj, estas la primara kaŭzo de la homa reago. Sed ili ne senpere kaŭzas agojn de homoj. Ili siavice efikas al homaj cerboj, elvokante sekundarajn fenomenojn, procedojn en ili, ekscitas ilin. Do, nur trairinte prismon de la homa cerbo tiuj primaraj ekonomiaj kaj aliaj faktoroj transformiĝas en agojn - erojn de la homa historio. "... neniel, - skribis Engels<sup>9)</sup>", - oni povas eviti tiun fakton, ke ĉio, kio instigas la homon al la agado, devas trairi lian kapon; eĉ manĝadon kaj trinkadon la homo komencas tial, ke en lia kapo reflektiĝas sensaco de malsato kaj soifo, kaj ĉesas manĝi kaj trinki pro tio, ke en lia kapo reflektiĝas sensaco de sateco. Efiko de la ekstera mondo al la homo fiksiĝas en lia kapo, reflektiĝas en ĝi en formo de sentoj, pensoj, aspiroj, elmontroj de la volo, unuvorte - en "ideaaj aspiroj", kaj en tiu formo ili iĝas "ideaaj fortoj".

La ekonomiaj faktoroj estas studitaj kaj studataj sur sufiĉe alta nivelo. Sed ilia studado ne povas klarigi multajn fenomenojn en la homa vivo, kaj venis tempo turni apartan atenton al la *psikologio*, kiun ni difinas kiel *sciencon, studentan funkciadon de la cerbo*<sup>1)</sup>. Necesas *teorio de konduto de la homo*, kiun ni prezentas al ni laŭ jena skemo. Diversaj ekscitiloj, efikante homon, elvokas ĉe li emociojn, kio estas ekscitado de diversaj partoj de talamo kaj hipotalamo<sup>2)</sup>. Sed samaj ekscitiloj povas elvoki ĉe diversaj homoj diversajn emociojn; kaj ankaŭ *strukturo* de emocio povas esti komplika, ĉar la sama ekscitilo povas elvoki eksciton de diversaj nukleoj en talamo kaj hipotalamo samtempe (kaj ekzistas ĉirkaŭ 150 tiaj nukleoj<sup>10)</sup>), kaj *eksciton de diversa intenseco*. Krome oni konsideru, ke la diversaj nukleoj plej verŝajne estas ne sendependaj, sed iel ligitaj unu kun la alia. Do, necesas studi, al kiuj ekscitiloj kiuj emocioj respondas - kaj statistike, por kolektivoj, kaj ankaŭ individue, por apartaj homoj. Tiuj emocioj difinas *celon* (motivigon) de agoj. La ekscititaj nukleoj siavice ekscitas aliajn cerbopartojn, konservantajn akumulitajn spertojn, por difini, kiaj agoj estas plej efikaj por atingi la difinitan celon. Do, aperas la dua problemo, studi, kiel diversaj homoj kaj kolektivoj agas, havante certan emocion. Agas ili, certe, diverse, depende de la sperto. Tiuj studoj permesus akumuli sciojn por krei teorion, kiu siavice permesus pli

<sup>1)</sup> Do, en sferon de la psikologio devas eniri ankaŭ elementoj de fiziologio kaj bioĥemio de la cerbo kiuj estas biologiaj bazoj de ĝi.

efike kaj konforme al celoj de la homaro gvidi agojn de homo, kaj sekve, disvolviĝon de la socio.

\*  
\* \* \*

En la 1888. Engels skribis<sup>9)</sup>: "Nun la tasko estas, ne en tio, elpensi interligojn el la kapo, sed en tio, malkovri ilin en faktoj mem. Por filozofio, elpelita el la naturo kaj historio, restas tiamaniere ankaŭ regno de pura penso, kiu ankoraŭ restas, scienco pri leĝoj de procedo de la pensado mem, logiko kaj dialektiko."

Do, jam en la fino de la pasinta jarcento, Engels konstatis, fakte, ke la aliaj sciencoj jam trapasis la filozofian stadion, kaj jam en lia tempo en tiu stadio estas "scienco pri leĝoj de la procedo de la pensado mem", t.e. la psikologio. Li antaŭvidis, ke ankaŭ el tiu sfero la filozofio estas elpuŝota (la procedo "asimptota", neniam venonta ĝis la fino), kaj nun venas la tempo por transformi la psikologion en priskriban sciencon. Fakte ĉefaj partoj de la filozofio apartenas al la sfero de la sociologio, en ties kadroj, de la psikologio. La lastan eniras ankaŭ la ĉefa demando de la filozofio - la demando pri la rilato de la konscio al estado, pri ebleco kaj vojoj de la ekscio. k.t.p. Sed la psikologio estas apenaŭ elrampanta el la filozofia stadio; difinoj jam aperadas, sed la eksperimentado estas ankoraŭ en la komenca, plejparte "sekcia" stadio, mezurado apenaŭ komenciĝis; kion mezuri, kiuj grandoj estas la bazaj, oni ankoraŭ ne scias. En komenco de la priskriba ŝtupo estas ankaŭ la lingvoscienco. La sekciado, t.e. studado de la strukturo de ekzistantaj lingvoj, estas bone disvolvita. La sola ekzistanta metodo de la esplora, krea eksperimento, estas la kreado de projektoj de planlingvoj (ordinare neĝuste nomataj artefaritaj lingvoj; fakte ĉiuj lingvoj estas artefaritaj, ĉar ilin kreis homoj<sup>11)</sup>), kaj observoj pri ilia funkciado<sup>+)</sup>. Tiaj eksperimentoj estas tre sendanka afero<sup>12)</sup>. Por unu sola eksperimento oni ordinare elspezas la tutan vivon, kaj ne nur ne ricevas salajron, sed eĉ male, iam eluzas por tio tutajn riĉaĵojn. La rezulto ordinare estas pli ol mizera, kaj profesiaj lingvistoj, kutimiĝintaj al nuraj sekciaj esploroj, apenaŭ agnoskas tiujn eksperimentojn. Nur unu el ili estas kronita per pli stabila sukceso - la kreo de Esperanto, kaj nur kelkaj aliaj projektoj (Volapük, Ido, Occidental, Interlingua) trovis ian uzadon en la praktiko, do, iel eliris el stato

+) Ĉi tie ne temas pri informaj lingvoj por komputiloj, ĉar ili apartenas al scienca lingvo, estante branĉo de matematiko.

de nura projekto. Estetikistoj eĉ nepensas pri eksperimentoj, tiu branĉo de la sociologio estas plene en la filozofia stadio<sup>4)</sup>. En ĝi eĉ la difinoj estas tre neperfektaj. Ekzemple fama difino de Ĉernyševskij<sup>13)</sup> "Bela estas la viva", estas nek necesa, nek sufiĉa. Ne ĉio viva estas bela, kaj ankaŭ en la senviva naturo ni trovas belecon. Alia difino de Ĉernyševskij "Estas bela tiu estaĵo, en kiu ni vidas la vivon tia, kia ĝi devas esti laŭ niaj perceptoj, estas bela tiu objekto, kiu montras en si la vivon aŭ memorigas al ni pri la vivo." - estas fakte taŭtologio: "la bela estas tio, kion mi prezentas al mi kiel la bela...", jen kio restas, se ni foriĝas "apogpunkton" - "la vivo", servantan ĉi tie por nenio. Kiel ni jam skribis<sup>1)</sup>, la estetika sento estas ligita kun la seksa instinkto. Jen kion skribis pri tio Engels: "Koncerne la seksan amon, ĝi dum lastaj ok jarcentoj ekhavis tian signifon, kaj konkeris tian lokon, ke iĝis nepra akso, ĉirkaŭ kiu turniĝas la tuta poezio." Ni aldonu: ne nur la poezio, sed la tuta arto. Kaj kio koncernas ne nur la lastan jarmilon, sed eble la tutan homan historion.

Do, el la sociologiaj sciencoj oni antaŭ ĉio devas disvolvi la psikologion, surbaze de eksperimento, laŭeble la kvanta.

## 6.

El ĉio dirita jam sekvas la strategio de la scienca esplorado. Antaŭ ĉio oni devas difini sur kiu ŝtupo troviĝas esplorado de la problemo. La simptomo de la filozofia ŝtupo estas ekzisto de difinoj; la simptomo de la priskriba scienco estas eksperimento, kaj tiu de la preciza - ekzisto de specifa scienca lingvo. Do, la unua paŝo en ĉiu esploro estas kontrolo de ekzistantaj difinoj kaj klasifikoj. Povas okazi, ke ilia ĝustigo donos novan direkton al la studo. Se difinoj mankas, aŭ estas tute nekonvenaj, la demando estas tute ne esplorita, kaj oni estas devigataj komenci de la malplena loko. Oni devas konscii ankaŭ, ke filozofiaj, antaŭeksperimentaj difinoj kaj klasifikoj estas ordinare tre neĝustaj, kaj povas servi nur kiel la anticipaj, kiel labora hipotezo, ĝustigota aŭ anstataŭigota dum posta studado. Sed tiuj anticipaj difinoj kaj klasifikoj estas necesaj, ĉar sen ili ne eblas starigi la unuajn celojn, formuli laborajn hipotezojn, servantaj kiel plano por plua eksperimentado.

Post tiu anticipa pricerbumado de la problemo, ĝustiginte celojn kaj planon de la studo, oni transiras al eksperimento. Oni ĉiam devas

4)

Eble al eksperimentoj en sfero de la estetiko oni povas apartenigi laboron de design'istoj:

aspiri al eksperimentoj kvantaj, memorante vortojn de granda Galilei: "Mezuru ĉion mezureblan, kaj faru la nemezureblan mezurebla". Tamen se la problemo estas neesplorita, plej celkonforme estas komenci de sekcio kaj kvalitaj eksperimentoj, ĉar ili ebligas ellaboradon de celkonforma plano de la eksperimentado kvanta - la mezurado, dum kiu oni ne nur mezuras, sed ankaŭ serĉas, kiuj grandoj estas la bazaj. Eĉ en alte evoluintaj sciencoj, kiel la fiziko kaj ĥemio, estas multaj neesploritaj demandoj, por kiuj la skizita plano tute taŭgas ekde la komenco. Sed se la scienco havas sian specifan sciencan lingvon, la rezultojn oni nepre devas esprimi kun helpo de tiu lingvo. Agante alimaniere oni malaltigas nivelon de sia studo, kiu multe perdas en sia konvinkigo kaj provebleco, se oni ne uzas jam ekzistantan sciencan lingvon, des pli specifan lingvon de la koncerna scienco. Serĉado de novaj sciencaj lingvoj estas malofta afero; kiel ni jam skribis<sup>1)</sup>, oni povas atendi aĉeron nur de du novaj sciencaj lingvoj - de la biologio kaj de la sociologio (psikologio), krom la jam ekzistantaj - matematiko kaj la ĥemia lingvo. Aĉero de aliaj sciencaj lingvoj en kadroj de la eksplikita teorio ne estas antaŭvidata. Sed tiu ĉi teorio havas filozofian karakteron. "Postuli de filozofio solvado de ĉiuj kontraŭdiroj, signifas postuli, ke unu filozofo faru tian aferon, kiun kapablas plenumi nur la tuta homaro en sia antaŭeniranta disvolviĝo" - skribis Engels<sup>9)</sup>. Tial ni ne povas pretendi je plena solvado de la problemo, ni nur plenumas ordinaran taskon de la filozofio - starigas la demandojn.

+  
+ +  
+ + +

Ni vidas, kiel diversaj branĉoj de la homa scio iom post iom forlasas la filozofian stadion, kaj iĝas la priskribaj, kaj poste - la precizaj sciencoj. Ĉu la sama sorto atendas tian branĉon de la sociologio, kiel la sciencologio? Kvankam oni jam komencas sekci sciencojn, nuntempe estas malfacile imagi, kiel oni eksperimentos kun sciencoj kaj mezuros ilin. Sed kiu scias la estonton? Ĉiuokaze ne superflua estas la principo, esprimebla per kelkaj vortoj: *difinu - klasifiku - eksperimentu - mezuru - konkludu.*

## L I T E R A T U R O

1. В.В. Токарев, *Scientia Revuo*, 18, 51 (1967).
2. В.В. Токарев, *Scientia Revuo*, 26, 17 (1975).
3. Р.В. Гарковенко, Химическая форма движения, в кн. "Пространство, время, движение", изд. "Наука", Москва 1971, стр. 395.
4. L. Gmelin, *Handbook of organic chemistry*, 1, 4 (1848).
5. C. Schorlemmer, *The rise and development of organic chemistry*, London, 1894.
6. Д.А. Жданов, Очерки методологии органической химии, изд. "Высшая школа", Москва, 1960, стр. 218.
7. В.В. Токарев, *Scientia Revuo*, 22, 121 (1971).
8. G. Mendel, *Versuche über Pflanzen-Hybriden*, en "Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften", No 121 (eldonoj 1901, 1911, 1923, 1940).
9. F. Engels, *Ludwig Feuerbach und der Ausgang der klassischen deutschen Philosophie*.
10. В.М. Смирнов, А.И. Трохачев, О психологии, психопатологии и физиологии эмоций, в кн. В.С. Дерябин, "Чувства, влечения, эмоции", изд. "Наука", Ленинград, 1974, стр. II.
11. М.И. Исмаев, Е.А. Бокарев и интерлингвистика, в кн. "Проблемы интерлингвистики", изд. "Наука", Москва, 1976, стр. 9.
12. E. Drezen, *Historie de la mondlingvo*, "Eckelo", Leipzig, 1931.
13. Н.Г. Чернышевский, Эстетические отношения искусства и действительности /диссертация, 1885/.