

MARKKU ROINILA

DESCARTES, LEIBNIZ JA UNIVERSAALIKIELEN MAHDOLLISUUS

Teoksensa *Metodin esitys* viidennessä luvussa René Descartes kiinnittää erityistä huomiota kieleen, joka on yksi tärkeimmistä ihmiselle tyypillisistä ilmaisumuodoista. Hänen mukaansa kieli on yksi tärkeimpiä eroja ihmisen ja eläimen välillä:

”Jos taas olisi koneita, jotka olisivat meidän ruumiimme kaltaisia ja jäljittelisivät toimintaamme siinä määrin kuin henkisessä katsannossa olisi mahdollista, meillä olisi kuitenkin kaksi hyvin varmaa keinoa päästä selville siitä, etteivät ne silti olisi todellisia ihmisiä. Ensinnäkin se, etteivät nämä koneet koskaan kykenisi käyttämään sanoja eivätkä muita merkkejä niitä muodostaen niin kuin me teemme ilmaistaksemme toisille ajatuksiimme...se ei voi milloinkaan järjestää sanojansa eri tavoin vastatakseen järkevästi kaikkeen, mitä sen läsnä ollessa lausutaan, niin kuin kaikkein tylsimmätkin ihmiset voivat tehdä.”¹

Descartesin mukaan on siis mahdollista jäljitellä ihmisen puhe-ilmaisua melko pitkälle, mutta tällainen jäljittely ei koskaan vastaisi ihmisen ainutlaatuisia kielellisiä reagoivia. Ihminen on ikään kuin *on-line* — aina valmiina tuottamaan kielellisen vastineen mihin tahansa tilanteeseen. Tämä osoittaa Descartesin mielestä ihmisen rationaalisen sielun olemassaolon. Noam Chomskyn mukaan ihmisellä on kyky innovatiiviseen kielenkäyttöön, mikä eläimiltä tai koneilta puuttuu.² Tämä näkemys on herättänyt hieman keskustelua, ja Margaret Dauber Wilson katsoo Chomskyn käsityksen vääräksi — Wilsonin mukaan Descartes viittaa vain siihen, että eläin tai kone ei pysty reagoimaan aina uusiin ja erilaisiin tilanteisiin.³ Tämä ei välttämättä liity kielenkäytön laatuun, vaan yksinkertaisesti mahdollisia vastauksia on niin paljon, ettei esimerkiksi tietokoneeseen voida ohjelmoida niitä kaikkia.

Puhuva ihmiskone

Descartesin teoria kielestä on kuitenkin mielenkiintoinen sen vuoksi, että se poikkeaa tämän filosofin yleisestä linjasta, jossa usko mekaanisiin selityksiin on vahva. Eikö Jumala olisi

voinut rajattomassa täydellisyydessään rakentaa koneen, jossa ääretön määrä mahdollisuuksia olisi otettu huomioon — ajatteleva, kävelevä, *puhuva* ihmiskone? Descartes ei yllättäen kiellä tätä mahdollisuutta.

Hänen vastauksensa on se, että koneen on moraalisesti mahdotonta reagoida asiaankuuluvasti jokaiseen eteen tulevaan kontingenttiin tilanteeseen sen “elinaikana”. Koneella ei ole tällaiseen riittävästi sellaisia elimiä, joiden Descartes ajatteli pystyvän vastaamaan eri tilanteiden vaatimuksiin. Moraalinen varmuus on puolestaan varmuutta, joka riittää säätelemään käyttäytymistä eli toisin sanoen se on uskoa siihen jatkuvuuteen ja varmuuteen, jonka Hume sittemmin tuhosi giljotiinillaan. Tämä kömpelö selitys riitti Descartesille sen verran, että hän ei uskonut koneen pystyvän samaan kielelliseen suoritukseen kuin ihminen, vaikkei hän voikaan absoluuttisesti kieltää tätä mahdollisuutta.⁴

Descartes puhuu edellä kielestä “järjen instrumentina”. Hän ei kuitenkaan näytä olleen kovin kiinnostunut kielestä sinänsä. Ajan muista tiedemiehistä poiketen hän julkaisi teoksiaan myös äidinkielellään ja pyrki hyvin yksinkertaiseen ja helpposti ymmärrettävään kielelliseen ilmaisuun. Descartesin kiinnostus kielen kehittämiseen on hyvin käytännöllistä laatua. Tämä johtui ehkä osittain siitä, että hän ei ollut kiinnostunut logiikasta sanan teknisessä merkityksessä, vaan perusti ajattelunsa pikemminkin geometriseen tieteentraditioon:

“Olin nuorempana tutkiskellut filosofian alalla hiukan logiikkaa ja matematiikan alalla geometrista analyysiä ja algebraa, kolmea tiedettä, joista näytti varmaan olevan jotain hyötyä yrityksessäni. Mutta niitä tarkemmin tutkiessani havaitsin että logiikan syllogismit ja useimmat sen muut opastukset kelpaavat ennemminkin selittämään toiselle jo tunnettuja seikkoja tai, niin kuin Lulluksen taidede puhumaan harkitsematta asioista, joista ei ole tietoa, kuin niitä opettamaan.”⁵

1600-luvun alussa herännyt kiinnostus universaalikielen ei kuitenkaan jättänyt Descartesiakaan kylmäksi. Monet uskoivat, että kieltä ymmärtämällä voitaisiin ratkoa luontoa ja maailmaa koskevia filosofisia ongelmia. Renessanssin aikana oli muodikasta uskoa, että joskus oli ollut jonkinlainen alkukieli, jota mm. Aatami puhui.⁶ 1600-luvulla, erityisesti sen puolivälissä, kiinnostus kääntyi universaalikielen, joka sopisi yhteen luonnon kanssa. Myös tämä ajatus on vanha. Itse asiassa, Belavalin mukaan, jäljet johtavat aina Platonin *Valti-*

oon ja Sofistiin sekä muun muassa Aristoteleen Metafysiikkaan saakka.⁷

Tunnetuimmat universaalikieltä koskevista projekteista olivat Joachim Becherin *Character pro notitia linguarum universalium* (1661), jossa eri kieliin muodostettiin erilaisia numerojärjestelmiä sekä P. Athanase Kirchnerin *Polygraphia novi et universalis, ex combinatoria arte detecta* (1663), jonka notaatio perustui seitsemän kielen sanakirjaan.⁸

Descartes pohdiskeli universaalikielen mahdollisuutta kirjeessään Mersennelle (jolla oli oma projektinsa universaalikielestä) 20. 11. 1629:

“Missä tahansa kielessä on vain kaksi asiaa, jotka pitää oppia: sanojen merkitys ja kielioppi[...] Jos laatisitte kielen, jossa olisi vain yksimuotoisia konjugaatioita, deklinaatioita ja yhdistelmiä eikä yhtään epäsäännöllisiä tai vaillinaisia verbejä, ja jos nominit ja verbit taipuisivat ja lauseet rakennettaisiin etu- tai takaliitteillä, jotka olisivat mainitut sanakirjassa, ei olisi mikään ihme, jos tavalliset ihmiset oppisivat kielen sanakirjan avulla vähemmässä kuin kuudessa tunnissa[...]”⁹

Descartes näkee kaksi vaikeutta, jotka ovat esteenä universaalikielen synnylle. Ensiksikin se, että kielen riisuminen aivan paljaaksi aiheuttaa kirjainten epäharmonisia yhdistelmiä, jotka kuulostavat riitasointuisilta ja rumilta. Toiseksi, kukaan ei halua nähdä vaivaa, joka aiheutuu kaikille kielille yhteisten primitiivisten sanojen oppimisesta. “Olisi paljon helpompaa saada ihmiset oppimaan latinaa tai jotakin muuta kieltä, joka on käytössä nykyisin kuin sellaista kieltä, josta ei ole kirjoja oppimista varten eikä puhujia keskusteluharjoituksia varten.”¹⁰

On olemassa vielä kolmaskin, teoreettinen ongelma. Descartesin mukaan on näet keksittävä järjestelmä, jonka mukaan kaikki ajatukset, jotka voivat juontua ihmismieleen, voidaan järjestää luonnolliseen järjestykseen numeroiden tavoin.

“Joka tapauksessa tällaisen kielen keksiminen riippuu oikeasta filosofiasta. Sillä ilman tällaista filosofiaa on mahdotonta numeroida ja järjestää kaikki ihmisajatukset tai edes erottaa niitä selviksi ja yksinkertaisiksi ajatuksiksi, joka on mielestäni kunnollisen tiedonsaannin suuri salaisuus. Jos joku pystyisi selittämään oikein mitkä ovat yksinkertaiset ideat inhimillisessä mielikuvituksessa, joista kaikki inhimilliset ajatukset saavat alkunsa, ja jos hänen selityksensä hyväksyttäisiin yleisesti, uskaltaisin toivoa universaalialia kieltä, joka olisi helppo oppia, helppo puhua ja helppoa kirjoittaa.”¹¹

Mutta:

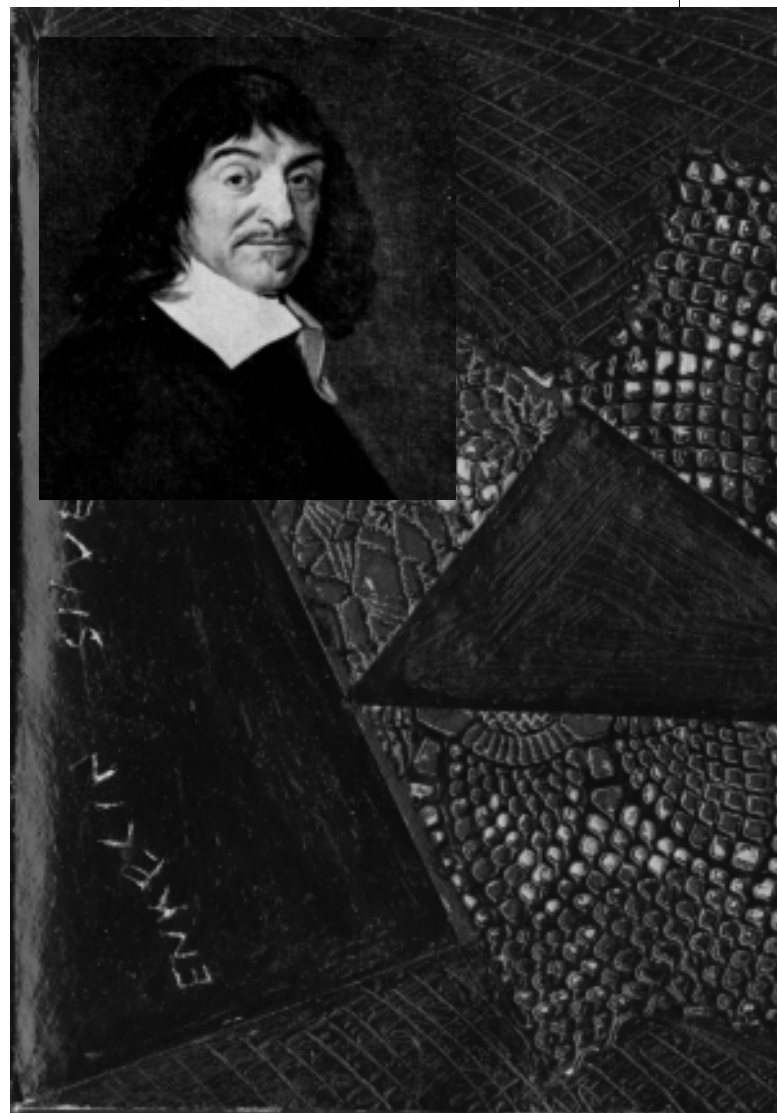
“Uskon, että sellainen kieli on mahdollinen ja että tieto, mistä kielen kehitys riippuu, voidaan löytää. Tämä mah-

dollistaisi sen, että talonpojat olisivat parempia arvostelemaan asioita kuin filosofit ovat nyt. En kuitenkaan toivo koskaan näkeväni sellaista kieltä käytössä. Luonnonjärjestyksen olisi muututtava niin, että maailma muuttuisi maanpäälliseksi paratiisiksi ja se olisi liian paljon toivotu satumaan tällä puolen.”¹²

Descartes ei siis ryhtynyt rationaalisen kieliopin laadintaan. Sen sijaan hänen kannattajansa, erityisesti ns. Port-Royalin koulukunta, oli kiinnostunut universaalikieliopista. Kartesiolaiset erottivat kielessä pinta- ja syvärakenteen ja yrittivät löytää kaikille kielille yhteisiä piirteitä, joista universaalikielioppi voitaisiin rakentaa. Kartesiolaisten mukaan yleinen kieliopillinen rakenne on sama kaikille kielille ja heijastaa mielen tiettyjä perusrakenteita.¹³

Leibniz ja järjen korvaaminen

Gottfried Wilhelm Leibniz lähti liikkeelle aivan erilaista lähtökohdista kuin Descartes. Tosin hänelläkin syyt universaalikielien keksimiseksi olivat pitkälti käytännöllisiä: rationaalisen tiedon (myös filosofian) kehitys on riippuvainen sopivien merkkien kehityksestä. Tässä hän oli aivan toista mieltä kuin Spinoza, joka erotti jyrkästi toisistaan “mielikuvituksen”, johon kieli kuuluu, ja “ymmärryksen”, joka pystyy ainoana tuottamaan todellista tiedettä.¹⁴ Myös parantunut kommunikaatio kansojen ja yksilöiden välillä auttaisi



rauhanmahdollisuuksia ja kulttuurin kehitystä. Leibniz vertasi universaalikieltä *Adrianen lankaan*, joka johdattaisi pois vastakkaisten näkemysten ja ristiriitaisten tietojen labyrintistä.

Kun Descartes ajatteli, että olisi mahdollista kehittää järjestelmä, jonka mukaan ajatukset voitaisiin luokitella ja numeroida, Leibniz kaavailei systeemiä, joka ei vain heijastelisi mieltä adekvaatisti, vaan toimisi järjen korvikkeena.¹⁵ Tavoitteena oli metodi, jonka avulla ajatteleminen tapahtuisi mekaanisesti, ilman mitään suhdetta kyseessä olevaan asiaan. Oppineet voisivat lopettaa turhan pilkunhinkkaamisen ja vain istua alas virkkoen: “laskekaamme!” Leibnizille on luonteenomaista, että hän vähätteli englantilaisten Dalgarnon ja Wilkinsin konstruktioita, jotka keskittyivät kommunikation parantamiseen universaalien kielen kehittämisen kustannuksella.¹⁶ Leibnizin kaavailema “mielen laskukone” muistuttaa hyvin paljon nykyisiä tietokoneita. Ei olekaan mitenkään yllättävää, että Newtonin ohella juuri Leibniz kehitti differentiaali- ja integraalilaskennan, joka on yksi tietokoneohjelmoinnin perusedellytyksiä.

Leibniz siis lähtee siitä, että on mahdollista kehittää Descartesin kuvaama koneellinen ajattelu, joka toimisi myös universaalikielenä. Toisaalta, kuten suuri edeltäjänsä, myös Leibniz katsoi tehtävän olevan mahdoton ilman “oikeaa filosofiaa”, oikeaa logiikkaa ja erityisesti oikeaa matematiikkaa. Leibnizia oli aina viehättänyt Hobbesin teoria ajattelemisesta laskemisena. Kun merkit (mahdollisimman laajassa merkityksessä) olivat Descartesille kognitiivisesti tärkeitä sen vuoksi, että niiden avulla voitiin parantaa ymmärrystä ja välttää

virheitä, Leibniz piti niitä ensisijaisesti keksimisen ja tieteellisten löydösten välineinä. Kun Leibniz piti vielä kielen kehittämistä täydellisyyteen välttämättömänä ehtona tiedon täydellistymiseksi, ympyrä on sulkeutunut — universaalikieli voidaan kehittää vain oikean tiedon avulla (Descartes), mutta toisaalta on ensin kehitettävä täydellinen kieli, jotta oikeaa tietoa voidaan saavuttaa (Leibniz).¹⁷

Leibnizin ratkaisu tuohon umpisolmuun on se, että meidän on edettävä vähitellen ja rakennettava hiljalleen (analyysin ja synteessin menetelmällä) kieltä, jonka avulla kaikki oikea tieto voidaan koota suurteokseen, *ensyklopediaan*. Ensyklopedia perustuu puolestaan uuden kielen mahdollistamaan notaatioon. Jälkipolville on säilynyt edellä mainittu Descartesin kirjeenvaihdon kopio, johon Leibniz teki merkintöjä. Niinpä Descartesin kirjeen Mersennelle marginaaleista voidaan lukea Leibnizin huomautus koskien sitä, että vaikka tämä kieli on riippuvainen oikeasta filosofiasta, se ei ole riippuvainen tämän filosofian täydellistymisestä: universaalikielen kehitys etenee samassa määrin kuin inhimillinen tieto lisääntyy.¹⁸

Leibnizia auttoi tässä projektissa vahva usko siihen, että on ollut olemassa jonkinlainen *Ursprache*, jota hän kutsui Jacob Böhmea lainaten *lingua adamikaksi*, Aatamin kieleksi. Tuo usko kääntyi kuitenkin pian kartesiolaisia näkemyksiä muistuttavaksi teoriaksi, jonka mukaan kieli heijastaa todellisuuden järjestystä. Leibnizin kehitys universaalikielen parissa oli kuitenkin pitkä ja monivaiheinen.

Universaalikieltä rakentamaan

Leibnizin kiinnostus universaalikieleen alkoi jo varhain. 20-vuotiaana hän jätti väitöskirjansa *De arte combinatoria* Leipzigin yliopistoon. Siinä hän analysoi yksittäistieteitä ja yhdisteli näitä kokonaisuuksiksi analyysin ja synteessin keinoin.

“Seuraavaksi, löytääksemme sen, mistä kaikki on tehty, meidän on tehtävä analyysi vakiinnuttaaksemme kategoriat[...] Analyysi on seuraava: (1) Oletetaan, että mikä tahansa termi analysoidaan muodollisiin osiin, ts. annetaan sen määritelmä ja määritelmän termien määritelmät, niin että päästään yksinkertaisiin osiin, ts. määrittelemättömiin termeihin.”¹⁹

Nuo määrittelemättömät termit, “ensimmäiset termit”, muodostavat “inhimillisen ajattelun aakkoset”, sillä monimutkaisemmat käsitteet rakennetaan näiden yksinkertaisen termien avulla.²⁰

Teoksessa esitetään myös idea universaalikielestä, tosin vain ohimennen. Esikuvina toimivat Egyptin ja Kiinan merkit. Ilmeisesti tähän vaikuttivat Francis Baconin esittämät ajatuk-



set *The Advancement of Learning*issa ja *De dignitate et augmentis scientiarum*issa.²¹

Leibnizin ensimmäinen vakava yritys rakentaa universaali-kieli perustuu Hobbesin teorialle ajattelusta laskemisena. Vuonna 1679 kirjoitetussa katkelmassa *Initia et specimina scientiae generales* hän hahmotteli yleiskieltä muun muassa näin:

“Numero on metafyyinen perusmerkki ja aritmetiikka on ikäänkuin universaalistatistiikkaa, jolla asioiden voimat löydetään.”²²

Leibnizin ensimmäisessä mallissa yksinkertaiset ideat korvataisiin jaottomilla luvuilla ja käsitteet muodostuisivat näiden yhdistelmistä. Yhdistelmät muodostettaisiin yhteen- ja vähennyslaskulla sekä kertolaskulla. Kirjoituksessa 1, 10, 100... vastaisivat vokaaleja a, c, i... ja numerot 1-9 yhdeksää ensimmäistä konsonanttia. Esim. numero 81374 kirjoitetaan ja äännetään seuraavasti: Mubodilefa. Saman luvun voi kirjoittaa myös eri tavalla: Bodifalemu = 1000+300+4+70+80000.²³ Leibniz uneksi vielä tämän kielen käytöstä runoudessa ja musiikissa.²⁴ Edelleen Leibniz kaavaili kielellisiä sovellutuksia keksimäänsä laskukoneeseen. Kun eri ajatuksille annettaisiin numerot ja syötettäisiin ne hänen laskukoneeseensa, oikea tulos saataisiin kädenkäänteessä. Niinpä erimielisyydet voitaisiin sovittaa mekaanisesti.²⁵ Leibnizin numeromallissa lienee myös kabbalistisen lukumystiikan vaikutusta. *Kabbalassa* vain edettiin sanoista numeroihin eikä päinvastoin.

Hieman myöhemmin Leibniz hylkäsi tämän mallin ja otti perustaksi elävän kielen, latinan. Latinaan olisi kuitenkin sovellettava rationaalista kielioppia, jolloin kieli pitäisi riisua kaikesta turhasta ja säilytettävä vain perustavimmat piirteet. Niinpä deklinaatioita ja konjugaatioita tarvitaan vain yksi kumpaakin lajia, molemmat säännöllisiä. Verbin taipuminen suvussa ja luvussa on hyödytöntä, tähän ilmenee jo subjektissa!²⁶ Prepositiot osoittavat tapausta ja konjunktiot muotoa.²⁷ Myös sanastoa pitäisi yksinkertaistaa. Huomaamme, että tämä malli muistuttaa melkoisesti Descartesin edellä siteeratusta kirjeessä esittelemää universaalikieltä.

Leibniz kuitenkin hylkäsi nämä numeroihin tai latinaan perustuvat mallit varsin pian, sillä kielen rikkaus muodosti muistille ylivoimaisen taakan. Suhteiden osoittaminen vaatisi lukemattomia merkkejä. Yksinkertaisten ideoiden määrä oli paljon suurempi kuin hän aluksi ajatteli ja universaalikielen perustana olisi lopulta tuhansia aakkosia.²⁸

Tämän jälkeen Leibniz otti uudeksi perustaksi logiikan ja hahmotteli “laskusääntöjä”, joilla kalkyloiminen voisi tapahtua. Päättelyn avulla voitaisiin analysoida monimutkaiset ideat yksinkertaisiksi (analyysi, resoluutio) ja näitä yhdistelemällä saavutettaisiin uusia, monimutkaisia ideoita (synteesi, kompositio). Leibniz oli siis tavallaan palannut *De arte combinatorian* perusteluihin. Samalla hän otti tavoitteekseen, tietoisesti tai ei, Descartesin haaveileman “oikean” filosofian, joka mahdollistaisi kaikkien ajatusten luokittelamisen ja järjestämisen.

Kalkyylin edellytyksenä on kuitenkin se, että inhimillinen tieto analysoidaan kokonaisuudessaan yksinkertaisiin termeihin. Tämä työ edellyttää oppineiden yhteistyötä, mikä parhaiten toteutuu akatemioiden muodossa. Tulokset ilmestyivät sitten ensyklopediana.

Leibniz otaksuu seuraavat pääideat kalkyylin pohjaksi:

a) Kaikki käsitteet voidaan redusoida yksinkertaisiksi käsitteiksi samaan tapaan kuin jakolaskussa.

b) Kaikki monimutkaiset käsitteet voidaan muodostaa järjestelemällä yksinkertaisia käsitteitä.

c) Yksinkertaisia käsitteitä on vain pieni määrä, mutta ne ovat kaikkien käsitteiden pohjana.

d) Yksinkertaisia käsitteitä edustavat yksinkertaiset merkit, monimutkaisia monimutkaiset merkit. Monimutkaiset merkit ovat monimutkaisten käsitteiden määritelmiä.

e) Järkeily muodostuu selvittämällä ne suhteet, joissa yksinkertaiset käsitteet ovat suhteessa toisiinsa.²⁹

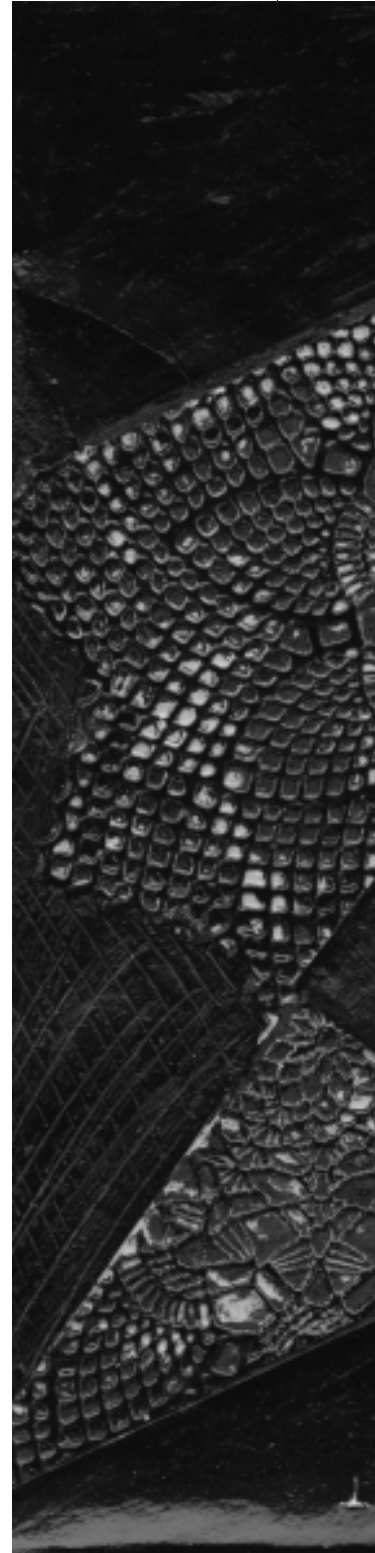
Toisin sanoen Leibnizin kalkyyliin käsitteet korvataan merkien yhdistelmillä, väitelauseet merkkien suhteilla ja järjkeily kalkuloinnilla.³⁰

Kun tämä looginen universaali-kieli, *characteristica universalis*, olisi kehitetty, siitä tulisi yleistiede, *scientia generalis*, josta kaikkien tieteiden periaatteet ja metodit olisivat peräisin. Kielen lisäksi yleistieteeseen kuuluisi joukko aksiomia, jotka soveltuisivat mihin tahansa erityistieteeseen, sekä transformaatio säännöt symbolisten kaavojen soveltamiseksi.

Tieteenharjoittajien yhteistyönä syntyneet tulokset tulisi koota suureen teokseen, ensyklopediaan. Universaaliaakkoset ja ensyklopedia olisivat erottamattomia toisistaan, sillä aakkosisto olisi ensyklopedian avain.

Rajoitettuja aiheita käsitteleviä ensyklopedioita oli ilmestynyt jo myöhäisantiikista lähtien. Keski-ajalla tunnettuja olivat luonnontieteellisiä tai teologisia aiheita käsittelevät tietoteokset kuten Albertus Magnuksen *De Vegetabilibus et Plantis*.³¹ Näiden teosten painopiste oli didaktisuudessa, ja aiheet pysyivät tiukasti käytännöllisissä asioissa. 1500-luvulla tällaisia (luonnontieteiden) “universaalioppineita” olivat Gessner (k. 1565) ja Buffon. Gessnerin teokset perustuivat antiikista periytyvään maailmankuvaan ja olivatkin tässä mielessä jotakuinkin täydellisiä.³²

Uuden luonnontieteen nousu pakotti kuitenkin uuteen tiedon kokonaisnäkemykseen. Kuuluisimpia tämääntapaisista universaalisista ensyklopedioista oli 1600-luvun alussa ilmestynyt Ahlstedin kokonainen teos. Tämä ensyklopedia oli kokoomateos, jonka artikkelit oli lainattu eri puolilta, mm. Hobbesilta, Galileilta ja Descartesilta.³³ Ajatus ei siis ollut uusi. Leibnizin konsepti ensyklopedian luonteesta tuo mieleen Ahlstedtin, jonka mukaan tiedon yhdistäminen yhdeksi kirjaksi on luonnon universaalien harmonian kuvastuma, opas



maailmalabyrinttiin.³⁴

Leroy Loemker huomauttaa muutamasta seikasta, jotka ovat vakavana esteenä universaalitieteen synnylle. Inhimillinen ajattelu ei pysty etenemään niin absoluuttisen sulavasti kuin Leibniz kaavailei. Törmätään jatkuvasti sellaisiin kategorioihin kuin pluralistisuus ja monistisuus tai aktiivisuus ja passiivisuus. Leibniz kyllä teki joitakin onnistuneita analyyseja, mutta nämä perustuvat kokemukselliseen tietoon. Lisäksi metafyyminen ajattelu on sidottu ihmisen itsetietoisuuteen, se ei voi tapahtua mekaanisesti.³⁵

Lopuksi

Universaalikielen ihanne ei kuollut Leibnizin myötä. Vielä Condillac sanoi, että tiede ei ole muuta kuin hyvin järjestettyä kieltä. Toisaalta yhtenäistä liikettä universaalikielen kehittämiseksi ei koskaan muodostunut. Tieteelliseen kieleen pyrkivät liikkeet 1900-luvulla, kuten *Wienin piiri* tai semanttiset ryhmittymät, eivät olleet kiinnostuneita tuottamaan esperanton, interlinguan tai volapükkin kaltaista universaalikieltä.³⁶

Logiikka kehittyi ja saavutti uusia voittoja, mutta universaalikielleksi on Descartesin suosituksen mukaisesti muodostunut yleisessä käytössä oleva, vaikkakin muodoltaan kaikkea muuta kuin yksinkertainen elävä kieli: englantia. Leibniz ei kuitenkaan näperrellyt turhaan: internet ja muut tietoverkot ovat pitäneet huolen siitä, että binäärilukuihin perustuvien tietokonekielten avulla ohjelmoitavat tietokoneohjelmat leviävät kulovalkean tavoin.

Viitteet

1. Descartes 1994, 51.
2. Chomsky 1966, 3.
3. Wilson 1978, 183.
4. Cottingham 1993, 104.
5. Descartes (*Metodin esitys*) 1994, 21.
6. Hacking 1975, 80.
7. Belaval 1976, 382.
8. Couturat 1961, 52.
9. Descartes 1991, 11.

10. Ibid., 11.
11. Ibid, 13.
12. Ibid, 13.
13. Chomsky 1966, 59.
14. Dascal 1982, 100.
15. Louis Couturat, yksi vaikutusvaltaisimmista Leibniz-kommentaattoreista, lausui: "universaaliaakkoset eivät vain auta järkeilyämme: ne korvaavat sen". Dascal 1982, 106.
16. Rutherford 1995, 230.
17. Dascal 1982, 105.
18. Belaval 1960, 186.
19. Leibniz (*Dissertatio de arte combinatoria*)1983, 64-65
20. Ibid., xiii.
21. Burkhardt 1960, 186.
22. Leibniz 1960, 184.
23. Couturat 1961, 63.
24. Couturat & Leau 1903, 24.
25. Ross 1978, 12-13.
26. Couturat & Leau 1900, 25.
27. Ibid., 26.
28. Ibid., 27.
29. Saw 1954, 212-213.
30. Ibid, 213.
31. Crombie 1979, 151.
32. Leikola 1978, 222.
33. Couturat 1961, 125.
34. Wilson 1989, 16.
35. Leibniz 1969, 22.
36. Dascal 1982, 102.

Kirjallisuus

- Yvon Belaval, *Leibniz critique de Descartes*. Gallimard, Paris 1960.
- Yvon Belaval, *Études Leibniziennes*. Gallimard, Paris 1976.
- Hans Burkhardt, *Logik und Semiotik in der Philosophie von Leibniz*. Philosophia, München 1980.
- Noam Chomsky, *Cartesian linguistics. A Chapter in the History of Rationalist Thought*. Harper & Row, New York 1966.
- John A Cottingham, *Descartes Dictionary*. Blackwell, Oxford 1993.
- Louis Couturat, *La logique de Leibniz d'après des documents inédits*. Olms, Hildesheim 1961 (1901).
- Louis Couturat & L. Leau, *Histoire de la langue universelle*. Hachette, Paris 1903.
- A. C. Crombie, *Augustine to Galileo*. Harvard University Press, Cambridge, MA 1979.
- Marcelo Dascal, Universal language schemes in England and France, 1600-1800. Comments on James Knowlson. *Studia Leibnitiana*, Band XIV, Heft 1, 1982.
- René Descartes, *Philosophical Writings*, Volume III. Cambridge University Press, Cambridge 1991.
- René Descartes, *Teoksia ja kirjeitä*. WSOY, Juva 1994 (1956).
- Ian Hacking, *The Emergence of Probability. A Philosophical Study of Early Ideas about Probability, Induction and Statistical Inference*. Cambridge University Press, London 1975.
- Gottfried Wilhelm Leibniz, *Philosophical papers and Letters* (ed. Leroy Loemker). Reidel, Dordrecht 1969.
- Gottfried Wilhelm Leibniz, *Philosophischen Schriften* VII. (Hrsg. G. I. Gerhardt): Olms, Hildesheim 1960 (1875-90).
- Gottfried Wilhelm Leibniz, *Sämtliche Schriften und Briefe* IV. Akademie-Verlags, Berlin 1983.
- Anto Leikola, Oppineisuuden hirmu. *Parnasso* 4/78.
- Ross, G. Macdonald, *Leibniz*. Oxford University Press, Oxford 1984.
- Donald Rutherford, Philosophy and Language in Leibniz, teoksessa *Cambridge companion to Leibniz* (ed, Nicholas Jolley). Cambridge University Press, Cambridge 1995.
- Ruth Saw, *Leibniz*. Penguin, Hammondsworth 1954.
- Catherine Wilson, *Leibniz's Metaphysics (a Historical and Comparative Study)*. Princeton University Press, New Jersey 1989.
- Margaret Dauler Wilson, *Descartes*. Routledge & Kegan Paul, London 1978.