



# Ranskalaisten akateemikkojen manifesti

Ranskassa on matematiikan kouluopetus noussut kiivaan keskustelun aiheeksi. Akatemian jäsenet *Roger Balian*, *Jean-Michel Bismut*, *Alain Connes*, *Laurent Lafforgue*, *Pierre Lelong*, *Jean-Pierre Serre* ja Fourier-instituutin johtaja *Jean-Pierre Demailly* ovat kirjoittaneet kannanoton nimeltä *Perusosaaminen tieteen ja tekniikan tulevaisuuden pohjana* (*Les savoirs fondamentaux au service de l'avenir scientifique et technique*). Manifestin lyhyen yhteenvedon ovat koonneet ja kääntäneet *Marjatta Näätänen* ja *Tapani Kuusalo*.

## Koulun merkitys, tie intellektuaaliseen toimintaan

Kirjoittajat ilmaisevat syvän huolestumisensa, he haluaisivat tarjota nuorille samat mahdollisuudet kuin mistä he itse ovat opiskeluaikoinaan nauttineet. On hyvin tärkeää, että kaikkia lapsia, heidän sosiaalisesta taustastaan riippumatta, opetetaan kärsivällisesti lukemaan, kirjoittamaan, laskemaan, olemaan tarkkaavaisia, tekemään omiakin huomioita, siten että he vähitellen tutustuvat kulttuurin ja tieteen vuosisataisiin saavutuksiin. Kirjoittajat huomauttavat, ettei tie intellektuaaliseen toimintaan avaudu ilman ponnisteluja ja vaikeuksia. Opettajien on oltava sekä asialleen omistautuneita että samalla riittävän vaativia, niin että oppilaille koituisi tilaisuus kokea myös todellista älyllistä mielihyvää. Kirjoittajat käsittelevät myös maahanmuuttajien koulutuksen synnyttämiä haasteita ja toivovat, että tasa-arvoisesta koulutuksesta huolimatta Ranskan koulujen erittäin korkea taso voitaisiin säilyttää.

## Huolestuttavat merkit kasaantuvat

Kirjoittajat toteavat huolestuttavien merkkien kasaantumisen. Heidän mielestään koulun ensimmäiset luokat luovat kaiken myöhemmän opiskelun perustan. Verratessaan nykyistä tilannetta aikaisempiin oppivaatimuksiin he toteavat oppimisen monilta osin myöhentyneen jopa vuosilla. Kirjoittajat toteavat, että yläasteelle tultaessa osa oppilaista ei hallitse kunnolla äidinkieltään ja sen kielioppia, tai edes sen oikeinkirjoitusta. Äidinkielen heikko osaaminen heijastuu myös matematiikan ja luonnontieteiden opintoihin, sillä tarvittava päättely ei ole mahdollista ilman kielen kunnollista hallintaa. Äidinkielen opetuksen eri muotoja on karsittu, enää ei ääneenlukua harjoiteta yhtä paljon kuin ennen, runoutta ei opetella siinä määrin kuin ennen, sanavarastoa ei laajenneta, kielioppia ei opita kuten ennen, oikeinkirjoituksen harjoittelua on vähennetty. Oppilaiden oletetaan itse löytävän kieliopin säännöt tekstejä havainnoimalla. Oppilailla luettavat tekstit ovat niin banaaleja ja älyllisesti köyhiä, etteivät ne voi antaa heille tuntumaa oikeaan kirjallisuuteen. Peruslaskutoimitusten suhteen kirjoittajat ovat typertyneinä huomanneet, että niiden opetus on korvattu hiljalleen etenevällä prosessilla, jossa pelkkä yhteenlasku opetetaan ensin.

Desimaalilukujen jakolasku sekä kertolasku ovat hävinneet melkein kokonaan ala-asteen opetuksesta. Didaktisena ohjeena on, että ennenkuin itse laskutoimituksia opetellaan, tulisi oppilaille antaa tuntuma niiden merkityksestä. Kirjoittajien mielestä luvut ja niillä operointi saavat kuitenkin merkityksensä vain suhteessa toisiinsa. Esimerkiksi luku 342 on 3 kertaa 100 plus

4 kertaa 10 plus 2 (eli  $342 = 3 \cdot 100 + 4 \cdot 10 + 2$ ). Kirjoittajat ovat huomanneet, että jos vertaa nykykoulua aikaisempien vuosien kouluun saa taantumuksellisen leiman. Kirjoittajien mielestä ongelmana eivät ole opettajat eivätkä lastensa parasta haluavat vanhemmat vaan se, että muutamat jopa vuosikymmeniä vallassa pysyneet henkilöt ovat soveltaneet totena pitämiänsä ideologioitaan eivätkä pysty myöntämään omia virheitään.

Kirjoittajat toivovat julkista väittelyä, he valittavat, että osa mediaa suhtautuu välinpitämättömästi tai jopa vähättelevästi niin oppimiseen kuin kulttuuriinkin samoin kuin opettajien rooliin sen välittäjänä. Kirjoittajat valittavat myös opetushallinnon organisoimaa reformitulvaa, jolla useimmiten ei ole mitään kosketusta ruohonjuuritasoon.

Oppisisältöjen väheneminen ja pirstominen, älyllisten arvojen halveksunta sekä kouluväkiältä eivät suinkaan ole yhteiskunnallisen kehityksen välttämättömiä seurauksia vaan ovat tietoisten koulutuspoliittisten valintojen seurauksia tilanteessa, jossa vakiintuneet sosiaaliset struktuurit ovat hajoamassa ja lapset jätetään usein oman onnensa nojaan. Kirjoittajien mielestä myös matemaatikkojen on kannettava vastuunsa tilanteesta, jossa pitkä, yli 30 vuotta kestänyt ”uudistusten” sarja on vavisuttanut koko julkisen koulutuksen perustaa. Ensimmäinen toteutettu uudistus oli siirtyminen ns. ”uuteen matematiikkaan”, jolla toki oli myönteisiäkin vaikutuksia. Samalla kuitenkin dogmaattinen formalismi valtasi matematiikan opetuksen ja kaikki aiemmin saavutettu pedagoginen kokemus hylättiin.

Ongelmalähiöiden äidinkielen opettajat ovat joutuneet toteamaan, etteivät lukion oppilaat enää hallitse kunnolla edes oikeinkirjoitusta tarkkaavaisuusongelmista nyt puhumattakaan. Tämä siitä huolimatta, että he ovat ennen lukiota käyneet koulua kolmisenkymmentä tuntia viikossa 10–12 vuoden ajan ja vaikka useimmilla heistä on ollut hyvät edellytykset myös omaksua koulussa saamansa opetus. Tällainen tulos on kirjoittajien mielestä kauhistuttavaa. Parempien asuinalueiden kouluissa tilanne on parempi, mutta sielläkin kaukana ilahduttavasta. Nuoret tietävät itsekkin osaavansa vähemmän kuin vanhempansa. Heillä on tuskin mitään käsitystä kirjallisuuden historiasta, he eivät halua lukea säännöllisesti, ja selviytyminen 3–4 vuosittain luettavasta teoksesta tuottaa heille vaikeuksia. Monet maailmankirjallisuuden suuret kirjailijat, jotka olisivat voineet avartaa heidän maailmankuvaansa, jäävät tuntemattomiksi nykylukiolaisille. Oppilaat eivät enää opi juurikaan kirjoittamaan aineita ja esseitä, eivätkä oikein omaa kirjoittamisen taitoa. Historian suurten tapahtumien ajallinen järjestys on monille oppilaille tuntematonta, kuten edelsikö Napoleon Ludvig XIV:ttä, tai elikö Jeesus Ludvig XIV:n vai Rooman valtakunnan aikana. Sanotaan, että nykykielten opetus on parempaa kuin ennen, mutta kuinka usein tapaamme vierasta kieltä sujuvasti puhuvan ylioppilaan? Lisäksi Rans-

kassa muita kieliä kuin englantia (ehkä espanjaa lukuunottamatta) opetetaan yhä harvemmin. Toisaalta klassisten kielten latinan ja kreikan opetus, joka on suuresti rikastunut monen matemaatikonkin älyllistä koulutusta, on häviämässä Ranskan kouluista.

Myös matematiikan opetusta on lukiossa supistettu, niin että lukiossa ns. luonnontieteellisellä linjalla matematiikan tunneista on 30 vuoden takaiseen opetussuunnitelmaan verrattuna vähennetty puolentoista vuoden oppimäärän osuus. Oppilailta ei enää vaadita matemaattisten todistusten oppimista, eikä heille edes haluta näyttää, millainen kunnan todistus oikein on. He eivät opi täsmällisyyden ja tarkkuuden merkitystä edes määritelmässä, joita usein ollaan vain antavanaan. Asiat esitetään usein epäjohdonmukaisessa järjestyksessä. Lukion luonnontieteellisen linjan käyneiden valtava enemmistö tietää vain pienen joukon reseptejä ja toimintatapoja ilman, että niitä seuraa todellinen sisäistetty ja syventynyt ymmärrys. Nykyisin saattaa riittää, kun osaa laskimen avulla piirtää funktion kuvaajan ja löytää tästä joitain kvalitatiivisia piirteitä. Jos matematiikan ylioppilaskokeissa esitetään yllättävä kysymys geometriasta tai vaihdetaan koordinaattiakselit keskenään, seuraa kansallinen katastrofi, joka pääsee mediaan ja televisioon ja johon ministerin on puututtava. On suorastaan ihme, että vielä nykyäänkin jotkut opettajat onnistuvat innostamaan oppilaita matematiikkaan ja luonnontieteisiin. Tähän liittyy erittäin tärkeä luonnontieteellistä koulutusta vaativille aloille hakeutuvien määrän väheneminen, eikä tiedetä, kauanko tämä jatkuu, ellei nykytilanne parane.

Koulun antamien puutteellisten valmiuksien takia matematiikan ja fysiikan korkeakouluopinnot osoittautuvat monille aivan liian vaikeiksi, mikä on johtanut opiskelijamäärien selvään vähenemiseen kaikissa luonnontieteellisissä koulutusohjelmissä. Jopa ns. ”suuriin kouluihin” valmistavien erityisluokkien opettajat kertovat, etteivät heille tulevat oppilaat aina ymmärrä, mitä todistaminen oikeastaan tarkoittaa eivätkä aina tunne edes loogisen ajattelun peruseräitä. Valmistavilla luokilla nämä lukion jättämät aukot onnistutaan kuromaan kokoon, tosin vain pääosin. Niinpä jopa École Normale Supérieureen ja École Polytechniqueen hyväksytyt ylioppilaiden tiedoissa saattaa olla hämmästyttäviä puutteita. Tilanne on tietysti vielä huonompi tavallisten yliopistojen osalta, joissa opintovaatimuksia on jouduttu laskemaan niin määrällisesti kuin laadullisesti.

Kirjoittajat kiinnittävät huomiota kouluun myös sosiaalisen nousun väylänä ja toteavat, että erityisen vaikeita ongelmia syntyy maahanmuuttajien suhteen; heillä ei aina ole tarvittavia opiskelutraditiota ja -ambitioita eikä aina edes luottamusta opiskelun merkitykseen. Kirjoittajien mielestä niin opettajat kuin oppilaatkin ja samalla koko kansallinen koulutusjärjestelmä ovat harjoitetun politiikan uhreja. Opettajien auktori-

teetin heikentäminen kouluavustajien lukumäärän samalla pienentyessä on johtanut väkivallan ja kiusaamisen lisääntymiseen, tämän kohdistuessa monissa oppilaitoksissa sekä opettajiin että oppilaisiin, jotka haluaisivat tehdä työtä. Toisen asteen koulutuksen laajeneminen koko ikäluokan kattavaksi on johtanut tason laskuun paitsi kouluissa myös yliopistoissa. Suuria koulu-uudistuksia on tehty paljon ja suuria riskejä on otettu joka kerralla.

## Parannusehdotuksia

Olisi myönnettävä, että koulun päärooli ja olemassaolon oikeutus ovat opetus, perustietojen siirto ja älyllisten kykyjen kehittäminen. Jotta koulu antaisi kaikille tasaveroisesti mahdollisuudet, tarvitaan avustajia ja koulun jälkeen apua niille, joiden perheet eivät voi auttaa lapsiaan tehtävissä. Koulun ei ole tarpeen juosta tekniikan tai tieteen viimeisimpien saavutusten, kuten ei muidenkaan muoti-ilmiöiden perässä. Koulun rooli on antaa perustietoja. Vasta perehtyminen humanismin vuosisatojen keskeisiin saavutuksiin mahdollistaa syventymisen myös tieteisiin ja tekniikkaan. Koulun tulee tietenkin seurata myös nykyaikaa, kuitenkin muotivirtauksia karttaen.

Oppiva lapsi ei vie multa mitään pois. Siksi koulutusohjelmien vaatimustason laskemista ei voi perustella tasa-arvolla. On voitava luoda diversiteettiä jo yläasteelta lähtien, joillekin abstraktimpaa, toisille kädentaitoja, urheilua tai taidetta – kuitenkin niin, että saadulla koulutuksella on arvoa työmarkkinoilla. Tasa-arvon periaate ei saa myöskään estää oppilaiden arviointia, päinvastoin. Oppilasarvioinnissa tulee soveltaa selkeää periaatetta: hyviä arvosanoja saa, jos oppii hyvin, huonoja, jos huonosti. Kansallisten kouluviranomaisten tulisi alkaa soveltaa arviointia itseensä, erityisesti tekemiinsä uudistuksiin. Erilaisten opetusmenetelmien tuloksia pitäisi jatkuvasti verrata toisiinsa, kuten nykyisiä entisiin, ja myös muissa maissa käytettyihin opetusmenetelmiin. Tarvittaisiin riippumaton elin tätä varten. Opettajien tulisi olla vapaita opettamaan haluamallaan menetelmällä, heidän tuloksiaan tulisi tarkastella vain oppilaiden tulosten perusteella, ei sen perustella, miten hyvin tämä menetelmä soveltuu kansallisen opetushallinnon dogmeihin. Koululaitokselle pitäisi myös antaa tilaisuus saavuttaa vakaa tila eikä uudistuksia siten pitäisi tehdä liian tiheästi. Koska opetus on kehittynyt vuosisatojen, jopa tuhansien ajan, niin juuri lukemisen ja laskennon opetukseen on vaikeaa tehdä todellisia parannuksia tuovia uudistuksia. Koulu ei toimi, ellei opettajia arvosteta. Kaikissa perheissä lapsille tulisi selvittää, että koulun tarkoituksena on antaa juuri heille paremmat mahdollisuudet. Vanhempien tulisi valvoa, etteivät lapset joudu television ja videopelien valtaan, vaan että

heitä rohkaistaan lukemaan ja tekemään työtä. Kerhot, tieteellinen ja kulttuurinen harrastus voivat auttaa tässä. Luokat voivat toimia hyvin vain, jos oppilasaines ei ole liian heterogeenistä. Kun päätetään lapsen siirtämisestä seuraavalle luokalle, niin vanhempien mielipide ei, heidän hyvästä tahdostaan huolimatta, voi olla kuin neuvoa-antava, ei koskaan päättävä.

Kirjoittajat ovat kuulleet venäläisten yliopistotutkijoiden kauhuksesta näiden todettua amerikkalaisen koulun tason. Venäläiset reagoivat tähän luomalla eräälle epäsuotuisalle asuinalueelle oman, tavanomaisesta amerikkalaista koulua huomattavasti vaativamman koulunsa, käyttäen siellä venäjää ja muistakin kielistä käännettyä oppimateriaalia. Kansallisten oppivaatimusten tulisi Ranskassakin olla vain minimejä ja oppilaitoksilla tulisi olla mahdollisuus pitää vaatimustaso tätä korkeammalla.

## Äidinkieli on kaiken perusta

Kirjoittajat käsittelevät pitkään ranskankielen osaamisen ongelmia. Ensiksikin tulisi hallita oikeinkirjoitus, kielioppi ja osata kirjoittaa eritasoisia tekstejä. Tieteellinenkin ajattelu muodostuu lopulta kirjoittamalla. Myös kaunokirjallisuutta tulisi lukea, sillä runouden kautta kauneuden taju kehittyy. Ajatuksen estetiikkaa löytyy myös matematiikasta, vaikkakin siellä ehkä vaikeammin lähestyttävissä.

## Muu perusopetus

Lukemisen jälkeen perustietoa on luvut ja niillä opeointi, neljä peruslaskutoimitusta. Tästä lähtee myös suuruuden ja tilan hahmottaminen; konkreettisten esineiden tutkiminen, looginen ajattelu, kommunikointi muiden oppilaiden kanssa, lukujen käyttö käytännön tilanteessa, kuviot, kirjoituksen käyttö havaintojen synteesissä, pienet piirroukset ja graafiset esitykset. Luonnontieto, maantieto, kielet (myös muut kuin englanti) ja historia ovat myös tärkeitä. Kädentaitoja tulisi harjoittaa, myös geometriassa, eikä vain käsitellä tietokoneita. Tämä lista ei tarkoita, että kirjoittajat haluaisivat lisätä oppisisältöjä. Näin ei ole.

Ala-asteella pitäisi keskittyä äidinkieleen, laskemiseen ja geometriaan, aloittaa luonnontieteelliset kokeet, ympäristöoppi, historia, maantiede, käden taidot, yksi vieras kieli. Myöhemminkin äidinkieli on tärkeä, eikä oppilaita, jotka eivät hallitse hyvin äidinkielen perustietoja, lukemista ja kirjoittamista, pitäisi päästää etenemään ylempille luokille. Muut aineet olisivat matematiikka, historia ja maantiede, elävät kielet, fysiikka ja teknologia, luonnontieteet, käden taidot, valinnallisena latina tai kreikka. Linjakokoa käytettäisiin myös.

Todelliset kokeet ovat tärkeitä hankittujen tietojen selvittämiseksi.

Joka tapauksessa pitäisi antaa etusija oppimisen syvyydelle ja laadulle sekä tarkkuudelle, ne ovat tärkeämmät kuin ohjelmien täsmällinen sisältö. Matematiikasta tulisi hallita hyvin jokin osa, määritelmiseen, teoreemoineen, todistuksineen.

## Matematiikan opetus ala-asteella

Luvut ja laskutoimitukset tulisi opettaa yhdessä, edeten helpoista vaikeampiin tapauksiin. Desimaalilukuihin ja murtolukuihin tulisi tutustua, käyttäen suhteen käsitettä. Päässä laskua tulisi harjoittaa. Nykyisin sattuu mediassa karkeita virheitä, jotka aiheutuvat huonosta peruslaskutoimitusten tai suuruusluokkien ymmärtämisestä. Laskinten ei tule korvata peruslaskutoimitusten harjoittelua, päässä lasku ja suuruuden arviointi on usein nopeampaa kuin laskimen esiinotto ja käyttö – jossa usein tulee virheitä. Pitäisi oppia välttämään sokeaa uskoa koneen näyttämään tulokseen. Lukujen ja suuruussuhteiden yhteys tulisi säilyttää ja aloittaa geometria ensi luokalta. Tilavuuden kaavoja voi kokeilla ontoilla muoteilla ja vedellä sekä yksinkertaisilla mittalaitteilla.

## Matematiikan opetus yläasteella

Matematiikan opetus ei saisi olla pelkkiä reseptejä. Todistuksia ja deduktiivista päättelyä tulisi harjoittaa. Minimivaatimuksia tulisi olla: 1) lukujen hallinta, suuruusluokat ja suhteet, potenssi, eksponentti,  $n$ :s juuri, 2) tasogeometriaa todellisten todistusten avulla, trigonometrian alkeet, 3) aritmetiikkaa (alkuluvut, murtolukujen sieventäminen ja niillä laskeminen, Eukleideen algoritmi, irrationaaliluvut, . . .), 4) algebrasta matalasteisten polynomien käsittely, tekijöihinjako ja sievennys, lineaariset yhtälöt ja epäyhtälöt, joissa on yksi tai kaksi tuntematonta, 5) vähän todennäköisyyslaskentaa ja nimityksiä kuten keskiarvo, frekvenssi, . . .

Lisäksi suorakulmainen koordinaatisto, virheen arviointi, lineaaristen ja affiinien funktioiden kuvaajat, toisen asteen funktion kuvaaja, porraskäyrät, . . . Kyse on tässäkin ennemminkin laadusta kuin määrästä. Ohjelmien on oltava koherentteja ja hyvin rakennettuja, ylen heterogeenisiä ryhmiä on vältettävä, oli sitten kyse tasosta tai motivaatiosta.

## Opetuksen henki

Opetuksen henki on melkein pä sisällöä tärkeämpi. Yksi matematiikan opetuksen päämäärästä on päättelyn ja tarkkuuden oppiminen. Kurssin on oltava täsmällinen.

Uusia käsitteitä ja aksiomia on esitettävä mahdollisimman säästeliäästi, vain sellaisia, joita ei voida johtaa muista ja joita todella tarvitaan. Aina kun uusi käsite otetaan käyttöön, on se tehtävä hyvin selkeästi. Oppilaille on selvitettävä, milloin on kyse määritelmästä, milloin teoreemasta, milloin todistuksesta. Nämä tulisi oppilaiden myös oppia ja osata tehdä todistukset, aluksi helpot. Logiikan sääntöjä on korostettava, esimerkiksi, ettei implikaatio ole sama kuin ekvivalenssi, että on ero sanojen ”ja” ja ”tai” välillä, ristiriitaan päätyminen, vastaoletuksen käyttö.

Matematiikan – ja intellektuaalisen kasvatuksen – toinen päämäärä on, että oppilaiden tulisi hyväksyä vain se, minkä osaavat itse todistaa. On parempi käyttää vähän täysin todistettua kuin paljon valmiina otettua. Ellei jotain keskeistä tulosta todellakaan voida todistaa luokassa, tulisi se kuitenkin aina perustella mahdollisimman hyvin. Kolmas päämäärä on, että oppilaat oppivat abstraktion voiman. Merkintöjen suhteen on rajoitettava tarpeellisiin.

## Laskenta ja uusi teknologia

Tieteelliset ja ohjelmoitavat laskimet ovat nykyisin helposti saatavana – mutta se ei oikeuta niiden käyttöä ennen aikojaan luokassa. Jos laskinta aletaan käyttää liian aikaisin, ei oppilas opi päässä laskua ja peruslaskutoimitusten hallintaa. Näitä ei kuitenkaan mikään voi korvata, sillä ne valmentavat algebralliseen laskemiseen. Heikko laskutaito on nykyisin este monelle yliopistopiskelijoilta. Vain harvoin tarvitaan niin monimutkaisia laskuja, että laskin on välttämätön ala-asteella – tehtäköön laskutehtävät niin, että ne vastaavat oppilaiden tasoa. Myöhemmin, esimerkiksi kun laskuissa esiintyy luku  $\pi$ , voi käyttää likiarvoa  $\frac{22}{7}$ .

Jo yläasteelta alken tilanne on toinen, kokeellisissa tieteissä voidaan käyttää laskinta, oppilaat ovat jo silloin oppineet perusasiat. Tietokoneiden käyttö on nykyisin yleistä. Ala-asteellakin voidaan tutustua tietokoneen joihinkin käyttötapoihin, varsinkin sellaisina aikoina, jolloin oppilaiden tarkkaavaisuutta on vaikea kiinnittää. Yläluokilla tietokonetta voidaan käyttää tieteellisten kokeiden mallintamiseen, mutta käytön on oltava hyvin rajoitettua eikä sen tule mitätöidä perusoppimista. Koulun loppuvaiheessa voidaan opetella esimerkiksi ohjelmointikieliä.

## Opettajankoulutus

Opettajankoulutus on kaikkein tärkein tekijä. Jatkokoulutus on tärkeää, sen avulla opettajat säilyttävät elävän suhteen opetusaineensa kehitykseen. Jatkokoulutus ei kuitenkaan saa olla veruke eikä oikeutus heikolle pohjakoulutukselle.