

## Demonstraattorin sielu

"Kun on vielä virassa, aikaa kokeilujen tekemiseen on niukalti. Eläkkeelle siirtyminen muutti kaiken. Saatoin tehdä saman kokeen erilaisia muunnelmia mielin määrin aamusta iltaan." Colin Siddonsin kirja "Fysiikan kokeita", jonka Maija Ahtee ja Jukka O. Mattila ovat suomentaneet (Otava 1990), on kertomus intohimosta. Jos pelkää tartuntaa, älä lue sitä.

Kirjan materiaalisena sisältönä on kokoelma demonstraatioiden ideoita kaikille mahdollisille opetuksen tasoille – ja mahdottomille, vai voiko Suomen oloissa ajatella fysiikan demonstraatioesitystä esimerkiksi leikkikoulussa Siddonsin tapaan. Kokeiden luonne vaihtelee sen mukaisesti äärestä toiseen; hauskoista pikatempuista tarkkoihin kvantitatiivisiin kokeisiin, jokapäiväisen elinympäristön havainnoista ja huomioista peruskäsitteitä hahmottaviin järjestelmällisiin koesarjoihin.

Kokeiden esitystapa tekee niistä havainnollisia ja mielenkiintoisia, usein jopa tartuttavan hauskoja. Ne ovat kuitenkin aina aitoja demonstraatioita eivätkä vain temppejuja tempun vuoksi. Niillä on tarkoitus, ne demonstroivat jotakin. Kirja on kokeellisen opetuksen mahdollisuuksien aarreaitta, mutta opettajan on itse selvitettävä, miten kirjan kokeet liitetään opetuksen kokonaisuuteen.

Kokeisiin liitetty logiikka vaihtelee. Useimmat pienet kokeet esitetään muodossa "ilmiö ja sen selitys". Ne voivat olla kvantitatiivisiakin, kuten viehättävä sähkökemiallinen vaihtovirran taajuuden määrittäminen. Toisinaan, kuten kellumisen lakien tarkasteluissa, aletaan teoreettisista ennusteista, joita testataan tai joiden mukaan ilmiöitä luokitellaan.

Lähtökohdaksi voidaan ottaa myös ongelma, jota yhdessä oppilaiden kanssa tutkitaan. Minua ihastutti kilpailu: kuka vetää vaunua nopeimmin tietyn matkan kaatamatta sen päälle asetettua palikkaa. Se on erinomainen esimerkki nk. ongelmanratkaisusta, johon kätkeytyy tärkeä fysikaalinen oivallus. Kokeen periaatteellista kantavuutta vahvistaa saman idean myöhempi sovellus pyörimisliikkeeseen, jolloin myös sentrifugaalivoima tulee luontevasti torjutuksi vääränä selityksenä.

Sähköstatiikan osasto on ehkä selvin esimerkki hahmottavasta käsitteenmuodostuksesta järjestelmällisten havaintojen ja kokeiden avulla. Kokeisiin liitetyt teoreettiset tarkastelut menevät usein varsin pitkälle: "Ole valmis laskemaan." Ja kylläpä sitä lasketaankin, paikoin yli ylipistonkin peruskurssien tason. Kouluhallitus on hyväksynyt kirjan peruskoulun yläasteella käytettäväksi, mutta siitä riittää pohdittavaa paljon pitemmällekin.

Kirjaa kannattaa lukea tarkasti. Siddonsilla on sanoma, mutta hän ei saarnaa. "Asiaan" keskittyvästä lukijalta voi mennä paljon sivu suun. Pienet sivuhuomautukset ja syrjähyppyt kätkevät mietteitä ja kannanottoja, elämänviisautta ja filosofiaa, jotka pakottavat ajattelemaan ja herättävät vastustamat-

toman halun keskustella, kommentoida, hyväksyä, myöntyä tai olla eri mieltä.

Niistä erottuva teema "lapset - aikuiset - sotilaat - toimittajat" pohtii ihmisten erilaista suhdetta näkemäänsä.

Lapset näkevät eniten ja parhaiten. He näkevät ja kokevat aidosti sen mitä tapahtuu, koska heille ei ole vielä opetettu, mitä "pitäisi tapahtua". Aikuiset ovat aitoutensa ja havaintokykynsä menettäneitä lapsia. "Lapset (kuusivuotiaat) seurasivat jokaista esitystä silmät ihmetyksestä pyöreinä." "Nuori yleisö onnistuu aina. Aikuisyleisö epäonnistuu usein ensimmäisellä kerralla".

Sotilaat symbolisoivat tietämättömyyttä. Tietämättömyys ei kuitenkaan ole rikos. Sillä on selityksensä ja siitä voi päästä katsomalla, miten asiat ovat, kuten kertomus kersantin oppitunnista osoittaa. Asian selvittyä sille voi myös nauraa niin kuin armeijan raskaalle kuljetuskalustolle, joka oli mobilisoitu kuljettamaan Wheatstonen siltaa. Typeryyttä edustavat toimittajat, erityisesti TV-toimittajat. Se on parantumaton. Ainoa keino on varoa heitä niin tarkkaan kuin mahdollista.

Toisena läpikäyvänä aiheena on epäonnistumisen filosofia. "Yleisesti uskotaan, että fysiikan kokeet epäonnistuvat." Siddons sanoutuu irti tästä uskomuksesta. Ei ole lainkaan selvää, mikä on onnistumista ja mikä epäonnistumista. Monet pikku kertomukset osoittavat, kuten perinteisen uudelleenjäätymiskokeen tapaus, että teknisesti epäonnistunut koe voi olla fysikaalisesti opettavampi ja opetustapahtumana suorastaan riemukas, niin kuin koe, jossa kuivan onnistumisen sijasta opettaja kastuu läpimäräksi. Epäonnistumista pitää luonnollisesti kuitenkin pyrkiä välttämään: "Pieninkin muutos pitäisi tarkistaa etukäteen". Siddonsin suhtautuminen nk. epäonnistumisiin havainnollistaa käytännön tasolla lempikysymystäni: Mikä ero on fysiikalla ja tekniikalla? (Vastaus: tekniikka menee epäkuuntoon.)

Huolimatta rakkaudestaan matematiikkaan Siddons on joka solullaan luonnontieteilijä. Havaittavat tosiasiat ovat ainoa hyväksyttävä lähtökohta. Hän suorastaan kiivailee aidon empirian puolesta mystisiä valeselityksiä vastaan – miten ärsyttävän typerinä ne TV-toimittajat olivatkaan.

Kun Suomessa tarvitaan komitea sen selvittämiseksi, että fysiikka on luonnontiede eikä laskuopin halpahintainen alalaji, on lähes hämmentävä se itsestäänselvyys, jolla havainnot ja kokeet kuuluvat fysiikanopetukseen: "Oppitunti yksi kokeineen on pidettävä viikolla yksi ja sen jälkeen laitteistot pannaan sivuun vuodeksi. On oppitunnin kaksi ja sen kokeiden vuoro." Fysiikka on nähtävä kaikessa ja kaikkialla: "...kokeilin kaikenlaisella keittiöstä löytyvällä taloustavaralla." Ja fysiikassa se on olennaisinta, mikä jäsentää jokapäiväisen elinympäristöme ilmiöitä. Ainakin sen on tultava ensin. Pieni nä-

päys "modernisteille", jotka näkevät fysiikan mielenkiintoisuuden perustuvan pelkästään uusimman tutkimuksen tuottamalle irtotiedon krääsälle, on aiheellinen: "Vanhentunutta fysiikkaa tai ei, mutta..." (Magdeburgin puolipallot)

Ilmiöiden ja selitysten, kokeiden ja teorian suhde askarruttaa Siddonsia kuitenkin jatkuvasti, ja hän palaa yhä uudelleen pohtimaan kokeiden merkitystä fysiikassa ja opetuksessa. Kokeet eivät todista, ne vain paljastavat empiirisiä tosiasioita ja ovat sellaisina vastaansanomattomia – jopa ammattisotilaille, kuten "kersantin oppitunti" kertoo. Ne osoittavat, mitä tapahtuu ja miten, mutta eivät kerro, miksi niin tapahtuu tai millaisilla käsitteillä niitä pitäisi kuvata. Teoriaa ei voi johtaa kokeista. "Joskus kuulee väitettävän, että ... 'todistaa' ... En usko, että ... todistaa yhtään mitään". "Joidenkin koulukokeiden väitettään 'todistavan' Ohmin lain." "Mitä tämä pieni koe osoittaa? Ensinnäkin, että muovipulloon voi porata reikiä..." (!) "Mitä nämä temput opettavat? Hitauttako – vai sitä, että kitkavoimat ovat rajallisia?"

Kokeet ovat siis täysin välttämättömiä, mutta juuri ne ovat opettajan työssä kaikkein vaikeinta. Aito empiria voi joskus tuntua ylivoimaiselta, ja myös koulun oppimääräsuunnitelmien kahleet voivat rajoittaa sitä. "Uusien laskutehtävien keksiminen ei ole vaikeaa, mutta kokeelliset tehtävät ovat ongelma." "Pahuksen puolikas, miten se mutkistaakaan selitystä." " Miksi siis ...? Jotta välttyttäisiin hankalilta selityksiltä." "Olin unohtanut ajantasauksen (ei kuulu koulufysiikkaan)."

"Terveeksi järjeksi" naamioitunut teoreettinen lähestymistapa on aina vaanimassa fyysikkoo. Varoitusmerkiksi Siddons nostaa "Poissonin pisteen", jonka nimessä on ikuistunut ilmiötä itsestään selvänä mahdottomuutena pitänyt itsevarma teoreetikko ilmiön havaitsijan asemesta. Siddons jättää paljon avoimeksi. Hän luottaa lukijaan niin kuin hän luottaa lapsiin. Joskus ajatus jää arvoituksellisesti kesken, kuten lakonisessa kappaleessa "sähkö" s. 156. Entä sitten? Mitä mieltä Siddons oikein olikaan tästä? Eihän vain tekstistä puutu pala? Ajatuksia kyllä viriää, mutta halusiko Siddons antaa niille suuntaa, vai onko tässäkin "liike tärkeämpi kuin päämäärä"?

Pedanttinen arvostelija ei ole kaikessa samaa mieltä, mutta erehdyksiä saattaa uumoilla vain parissa kohden. Sateenkaaren värit ovat "sekoittuneita" mutta eivät sillä tavalla kuin kirja esittää. (Lukija konsultoikoon tässä kohden Sakari Mäkelän ja Timo Suvannon kirjaa "Sateenkaari", Otava 1988). En myöskään sanoisi Siddonsin tavoin magneettikentän vaikutusta aineen optisiin ominaisuuksiin "valon ja magnetismin yhteydeksi".

Suomentajille on jäänyt pientä sanallista ja terminologista tarkistettavaa seuraavaan painokseen. Minua jäi kiusaamaan mm. viime aikoina yleistynyt "ennusteiden" ja "ennustusten" sekoittaminen. Eivät fyysikot ole povareita eivätkä profeettoja! Kielelliset detaljit eivät aina toimi käännettyinä oikein. Esimerkiksi sutkaus g:n katoamisesta on suomennettuna kömpelö, koska englantilaiselle "to find g" on normaali sanonta, mutta suomeksi g:n löytäminen kuulostaa hölmöltä. Sitäkin jäin ihmettelemään, millä tavalla Descartes'n eli Cartesiuksen nimi on "osittain kätkeytyneenä" termissä "Cartesiuksen sukeltaja".

Kirja on ikkuna demonstraattorin sieluun, sen iloihin ja suruihin, voittoihin ja tappioihin, onneen ja epäilyksiin, joita kuivakkaan englantilaisen huumorin uutimet eivät riitä paljon peittämään. Se on hyvin inhimillinen kirja. Siddons hymyilee sen sivuilta niin ystävällisesti, viisaasti ja vähän arvoituksellisesti, että detaljeihin puuttuminen alkaa tuntua naiivilta, ikään kuin ansaan astumiselta – eihän tarkoitus ole olla oikeassa, vaan löytää, yhdessä ajattelemalla, yhdessä kokemalla, luonnonlakien kauneus. Kirja heijastaa kauttaaltaan niin aitoa omistautumista fysiikalle ja lapsille, että arvostelija jää aseettomaksi, – ja miksi riistää lukijalta oman kokemisen ja ajattelun riemut osoittelemalla sormella yksityiskoh- tia ja pohtimalla niitä lukijan puolesta?

Mutta miten korkealentoisia intoudutkin ajattelemaan, Siddons palauttaa lopuksi maan pinnalle. Fysiikka on jokapäiväisen elinympäristön tiede ja demonstraatioiden onnistuminen tai epäonnistuminen on varsin monitahoinen käytännöllinen kysymys: "Ensin tietysti tarkistin, ettei alapuolella ollut ikkunanpesijöitä."

KAARLE KURKI-SUONIO