

Rihvelitaulut fysiikan opetuksessa

KATRI HALKKA, Sibelius-lukio, Opettajien tutkijakoulu, katri.halkka@helsinki.fi, JOHANNA JAUHAINEN, Fysiikan laitos, Helsingin yliopisto, johanna.jauhainen@helsinki.fi, ISMO KOPONEN, Fysiikan laitos, Helsingin yliopisto, ismo.koponen@helsinki.fi, DAN MACISAAC, Department of Physics and Astronomy, Northern Arizona University

Fysiikan opettamisen ja oppimisen keskeisiä peruskysymyksiä on fysiikan käsitteenmuodostuksen opettaminen. Käsitteenmuodostus on niin oleellinen osa fysiikkaa, että sitä voidaan perustellusti pitää opetuksen perimmäisenä päämääränä. Monet fysiikan opetukselliset lähestymistavat painottavatkin käsitteenmuodostuksen perusprosesseja niin paljon, että koko opetuksellinen filosofia rakentuu näkemykselle siitä, mikä on keskeisintä käsitteen ja sen merkityksen muodostumiselle.

Suomessa ehkä tunnetuin on empirian ja kokeellisuuden merkitystä painottava Riitta ja Kaarle Kurki-Suonion esittämä hahmotavan lähestymistavan nimellä tunnettu opetuksellinen taustafilosofia. Yhdysvalloissa vastaavassa asemassa on David Hestenesin Modeling Method nimellä tunnettu mallintamista korostava, lähinnä teorialähtöiseksi luonnehdittavissa oleva lähestymistapa. Vaikka nämä lähestymistavat edustavat hyvin eri tavalla painottuvaa näkemystä fysiikan käsitteenmuodostuksesta, on niille yhteistä fysiikan ja sen käsitteenmuodostuksen prosessuaalisuutta painottava näkökulma. Käsitteenmuodostus on prosessi, jossa samanaikaisesti tapahtuu monisuuntaista ja tasoista havainnon tulkintaa ja tiedon esitystä.

Fysiikan oppimiseen liittyvää käsitteenmuodostusta on tutkimuksissa käsitelty pääasiassa fysiikan näkökulmasta. Ajatus, että oppilaat oppisivat fysiikkaa samal-



la menetelmällä kuin tiedemiehet kehittävät fysiikkaa tieteenä, on vain osittain totta. Alkuvaiheessa, jolloin tieteen looginen prosessi on vielä hämärä, nousee käsitteenmuodostuksen sosiaalinen prosessi merkittäväksi. Asioiden ja tapahtumien merkitykset luodaan keskustelun kautta, tietoa kerätään esimerkiksi keskusteluista, lehdistä ja televisiosta. Näkemysten ja käsityksen uusiutuminen edellyttää loogisuuden lisäksi sosiaalista hyväksyntää. Opetuksen yhteydessä tulisi huomioida myös sosiaalinen vuorovaikutus ja sen hyödyntäminen käsitteenmuodostuksessa. (Solomon, 1993)

Myös Arons pitää tärkeänä sosiaalista vuorovaikutusta fysiikan käsitteenmuodostuksessa. Sanat saavat merkityksensä jaetun kokemuksen kautta. Hän korostaakin kielen merkitystä kaikessa oppi-

misessä ja painottaa sitä, että oppilaille annetaan mahdollisuus sanoa omin sanoin miten he jonkin käsitteen ymmärtävät. (Arons, 1997)

Rihvelitaulut mallintamismenetelmän mukaisessa opetuksessa

Rihvelitaulut (whiteboard) ovat kooltaan noin 50 cm x 70 cm valkoisia tussitauluja, joihin kirjoitetaan taulutusseilla. Kirjoitukset on helppo pyyhkiä pois. Hestenesin kanssa työskennellyt Malcolm Wells kehitti rihvelitaulut 90-luvun alussa osaksi mallintamismenetelmän mukaista opetusta. Rihvelitaulut on tarkoitettu välineeksi parantamaan oppilaiden välistä kommunikaatiota.

Mallintamismenetelmän mukaisessa opetuksessa oppilaat työskentelevät fysiikan tunnilla 3-4 hengen pienryhmissä ja kirjaavat pohdintansa yhdelle rihvelitau-

lulle. Rihvelitauluja käytetään sekä laboratorio- että ongelmanratkaisutehtävissä. Kokeellisten tehtävien yhteydessä oppilaat kirjaavat mittaustuloksia ja havain-toja taululle, ongelmanratkaisu-tehtävässä oppilaat pohtivat keskenään ratkaisua, neuvottelevat erilaisista käsityksistä ja hahmottelevat ratkaisuyrityksen taululle. Ratkaistaessa ongelmaa tai analysoitaessa kokeellista tehtävää oppilaat joutuvat yhdessä hahmottelemaan oman mallinsa tarkasteltavana olevasta tilanteesta ja esittämään sitä tukevia perusteluja. Tällöin oppilaiden arkielämän kokemuksiin perustuvat käsitykset tulevat luonnollisella tavalla ilmi.

Arizonan koulussa

Yhdysvalloissa rihvelitaulut ovat laajalti käytössä mallintamismenetelmän mukaisessa opetuksessa lukio-, college- ja yliopistotasoil-la. Kävimme tutustumassa tammikuussa 2000 mallintamismenetelmän mukaiseen opetukseen Arizonassa, jossa mm. Dan MacIsaac on kehittänyt taulujen käyttöä fysiikan opetuksessa. Hän on rakentanut teeman ympärille paikallisten fysiikan opettajien kanssa laajan yhteistyön.

Oppilasryhmien koot vaihtelivat viidestätoista viiteenkymmeneen oppilaaseen. Pulpetit olivat luokissa järjestetty ryhmiin, jolloin työskentely rihvelitaulun ympärillä helpottui. Seuraamisamme opetustilanteissa oppilaat osallistuivat aktiivisesti keskusteluihin. Opettaja kierteli luokassa ja auttoi, jos jollakin ryhmällä oli vaikeuksia. Ryhmätyöskentelyn jälkeen ryhmät kokoontuivat istumaan piiriin, jolloin ryhmien oli helppo nähdä muiden taulut ja niille kirjatut pohdinnat.

Opettaja johdatteli oppilaat

keskustelemaan keskenään havainnoistaan, ratkaisuehdotuksistaan ja käsityksistään. Keskusteluissa oppilaat huomasivat itse omat virheelliset käsityksensä. Töidenpurkukeskustelussakin opettajan rooli oli lähinnä tarkailla keskustelua. Oppilaat saivat olla pääosassa. Ahaa-elämyksiä sekä oivaltamisen iloa ei voinut olla huomaamatta. Vaikka näennäisesti työskentely vaikutti vapaasti ohjautuvalla, käytännössä se vaatii opettajalta suurta panosta ja kykyä keskittyä moneen yhtä aikaa tapahtuvaan suoritukseen.

Aloitimme syksyllä 1999 taidepainotteisen Sibelius-lukion ja Helsingin yliopiston fysiikan laitoksen yhteisen opetuskokeilun, jonka päämääränä on kehittää toimivia opetuksellisia ratkaisuja tilanteeseen, jossa välineitä on niukasti eikä fysiikka ei kuulu koulun painopistealueisiin. Kokeilussa ei siis kiinnitetty huomiota mallintamismenetelmään sinänsä, vaan rihvelitaulut otettiin käyttöön vain välineenä.

Rihvelitaulut Sibelius-lukiassa

Kokeilin muutaman kerran whiteboardeja eli rihvelitauluja mekaniikan kurssien yhteydessä.

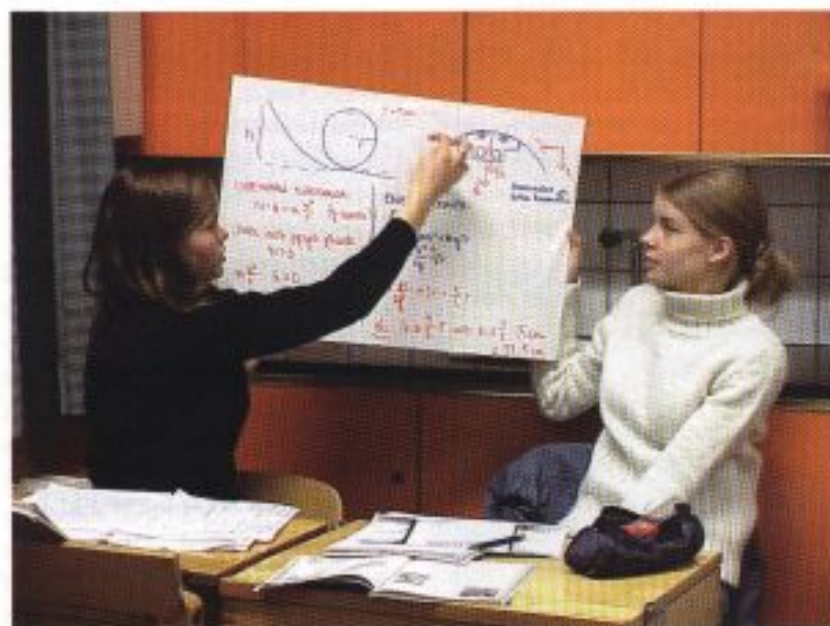
Esittelin taulujen käytön idean oppilaille, minkä jälkeen niitä käytettiin jo varsin sujuvasti. Tehtävät oli annettu edellisellä tunnilla kotitehtäviksi ja sitten oppitunnin alussa oppilaat ryhtyivät pohtimaan ratkaisumahdollisuuksia 2 – 3 hengen ryhmissä. Tunnin loppupuolella kukin ryhmä esitteli tuotoksensa. Tässä yhteydessä oli mahdollista kommentoida ja pohtia eri ratkaisuvaihtoehtojen välisiä yhtäläisyyksiä ja eroja.

Poimin tehtävät käytössä olevasta oppikirjasta (Galilei 3 ja 4), joten ne liittyivät saumattomasti

käytävään kurssiin. Rihvelitauluin käsiteltiin kirjan tehtävää, jossa oli kuvana esitetty kappale ja siihen vaikuttavat kaksi tunnettua voimaa sekä kappaleen positiivinen liikesuunta. Tehtävänä oli selvittää, millainen olisi kappaleeseen vaikuttava kolmas voima, jotta kappale liikkuisi suoraanviivaisesti tasaisella nopeudella merkittävään positiiviseen suuntaan tai merkittävää suuntaa vastaan.

Ryhmien työskennellessä kiertelin katsomassa ja kuuntelemassa pohdintoja. En korjannut havaitsemiani epätarkkuuksia tai virheitä, vaan annoin kunkin ryhmän edetä valitsemaansa suuntaan. Tunnin alussa olinertonut, että tarkoituksena oli yhteinen pohdinta, jotta kaikilla olisi mahdollisuus esittää näkemyksensä käsiteltävästä asiasta. Keskusteluja syntyi erityisesti kolmannen voiman suunnasta. Hätäännystä aiheutti se, että annettujen kahden voiman summa ei ollutkaan samassa linjassa positiivisen suunnan kanssa. Tämä aiheutti keskustelua siitä, miten kappale saataisiin liikkumaan annettuun positiiviseen suuntaan. Näin ei välttämättä olisi käynyt, jos tehtävä olisi ollut tavanomaisena kotitehtävänä, jolloin tehtävään liittyvä problematiikka ei olisi noussut keskustelun tasolle. Oppitunnin lopusta varattiin aikaa kunkin ryhmän tuotosten esittelyyn ja yhteiseen keskusteluun.

Toisentyypinen rihvelitaulujen käyttötilanne syntyi itsestään, kun mietimme kuinka voitaisiin kuvata pyörivän kappaleen muuttuvaa liikettä. Pohdittuani aikani kysellen ja jopa vastaten yksin, jaoin rihvelitaulut oppilaille ja pyysin ryhmiä miettimään itseksensä kymmenisen minuuttia erilaisia pyöriviä liikkeitä ja sitä kuinka niitä voisi kuvata. Kävim-



me sitten yhdessä eri esitykset läpi ja jatkoimme tältä pohjalta aiheen käsittelyä. Kokeilimme myös tilannetta, jossa jokaisella ryhmällä oli oma tehtävä, jota pohdittiin. Näiden pohdintojen avulla pohjustettiin ratkaistaviksi annettuja kotitehtäviä. Seuraavalla tunnilla selvitettiin sitten minkälaisia ratkaisuja tehtäviin oli saatu sekä keskusteltiin niistä.

Positiivista

Oppilaiden kommentit rihvelitaulujen käytöstä olivat positiivisia.

"Taulut oli todella loistava lisä tunneilla. Sai rauhassa vieruskamun kanssa pohtia tehtävää ennenku lävyyttä hätäsän vastauksen koko luokalle."

Toisten ajatusten kuuleminen auttaa omaa oppimista ja tehtävien tekeminen oli yhdessä helpompaa kuin yksin.

"Oli ihan jees. Kun asioita miettii ryhmässä tajusi asioita, mitä ei muuten olisi huomannut. Myös muilta ryhmiltä sai hyviä ajatuksia, kun niitä töitä esiteltiin. Näin on paljon parempi kuin että kaikki kopioisivat taululta

mitä ope kirjoittaa."

"Taulut ihan hyvä homma – ettei aina samaa kopioimista ja tulee itse ajateltuakin."

Uusi tilanne oli myös se, että samasta ongelmasta saatiin useita hyväksyttävää esityksiä. Oppilaat jäivät odottamaan sitä oikeaa ratkaisua huomaamatta, että ajatuksia voi esittää eri tavoin ja silti "olla oikeassa".

"Useat ratkaisuvaihtoehdot hieman hämäsivät; mikä oli se oikea."

"Rihvelitaulut toimivat muuten hyvin, mutta lopuksi olisi hyvä vielä käydä läpi, mikä olikaan se aivan oikea vastaus."

Huonona puolena oppilaat esittivät sen, että rihveliprosessissa kuluu paljon aikaa. Kuitenkin fysiikan oppimisen kannalta oppimaan oppiminen ja fysiikan ajatusmaailmaan kiinnipääseminen on tärkeämpää kuin ehtiä "käymään läpi" kirjan koko sisältö ymmärtämättä lainkaan, mitä on opiskellut.

Koko opetusta ei voi nojata rihvelitauluihin, mutta silloin tällöin käytettyinä ne auttavat oppilaita keskustelemaan keskenään

opiskeltavista asioista ja näkemään toistensa esityksiä. Tämä lisää ymmärrystä siitä, että ns. oikeat ratkaisut voivat olla myös erilaisia. Samalla oppituntikeskusteluihin voivat osallistua myös ne, jotka useimmiten jäävät ulkopuoliseksi tarkkailijoiksi opettajan ja ryhmän fysiikasta kiinnostuneimman keskustellessa jostain mahdollisesti hyvinkin mielenkiintoisesta seikasta.

Opettajan kannalta tilanne on vaativa. Pitäisi oppia olemaan hiljaa ja antaa ajatusten kehittyä ryhmässä ja ryhmien välillä, eikä heti korjata. Hankaluutena on mm. se, että varsin kummallisia reittejä seuraten voi päätyä korjaamaan itse omaa ajatteluaan ja siten loppujen lopuksi fyysikaalisesti hyväksyttävään ratkaisuun. Ongelman ratkaisu ei etenkään loogista reittiä, vaikka annettava ratkaisu esitettäisiinkin loogisesti mielekkäässä järjestyksessä. Opettajan tulisi prosessin aikana antaa tarpeen tullen vinkkejä ja kyetä lennossa tekemään itselleenkin oudoista ajatteluketjuista yhteenvedo.

Rihvelitaulutyöskentelyssä ei pohdintoista jää kirjallista dokumenttia, mutta toisaalta katson, että keskustelu ja yhteinen pohdinta ovat kansioon arkistoitavaa paperia tärkeämpiä.

Kaiken kaikkiaan rihvelitaulujen käyttö oli positiivinen kokemus. ■

Lähteet

- Arons, A. 1997. Teaching Introductory Physics. John Wiley & Sons.
 Solomon, J. 1993. The Social Construction of Children's Scientific Knowledge kirjassa Black, P.J., Lucas, A.M. (ed): Children's Informal Ideas in Science, London, Routledge.
 Wells, M., Hestenes, D. & Swackhamer, G. 1995. A modeling method for high school physics instruction. American Journal of Physics, 64.
 Hyperlinkki http://purcell.phy.nau.edu/AZTEC/bp_wb/