

## MEMO 6.

Bennett, Judith:

# Teaching and learning science (ESSEE<sup>1</sup>)

Päivitetty 22.11.2009

## Aluksi

Johdannossa Bennett kiinnittää oikeutetusta huomion paradoksiin: Useimmat opettajista kohtaavat systemaattisella tavalla kasvatukseen liittyvän tutkimuksen opettajaharjoittelun aikana ja samanaikaisesti suurin osa ajasta ja energiasta menee käytännön asioiden tekemiseen, tuntien suunnitteluun ja luokkatilanteen hallitsemiseen. Bennett hakee siis tutkimuksia, joilla olisi jonkinlainen vaikutus tuntien toteuttamiseen. Bennett haluaisi opettajien jatkuvasti tutustuvan kasvatukseen uusiin tutkimuksiin erilaisissa julkaisuissa. Myös tutkimustyön jatkaminen olisi toivottavaa. (Bennett 2003, s. 2-3)

## Lyhyesti professori Judith Bennettistä

Liittyi Yorkin yliopiston kasvatustieteen osastolle vuonna 1990. Hän opiskeli kemian opettaja ja opiskeli kasvatustieteen tutkinnon Yorkissa. Lontoossa oloaikana hän väitteli.

Hän itse toteaa: *"My research interests have their origins in my experiences as a classroom teacher, where I wanted as many young people as possible to enjoy the science they do and see how it relates to their lives. I am particularly interested in attitudes to science, the evaluation of aspects of curriculum development, and undertaking systematic reviews of research evidence in science education. I have also worked on a number of national and international science curriculum development projects. My work has led me into collaborations with colleagues in Germany, South Africa and the USA. I have served as Chair of the Research Committee of the Association for Science Education (ASE)."*<sup>2</sup>

## Bennettin julkaisuja:

- Bennett, J and Hogarth, S. (2007) Annual National Survey of Year 9 Students' Attitudes to Science: Year 2 Report, September 2007. Report commissioned by Astra-Zeneca. York: University of York, Department of Educational Studies, pp30.
- Bennett, J. (2007). Bringing Science to life: the research evidence on teaching science in context. In D. Höttecke (ed) Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. (Science Education in an international context.) Proceedings of the Gelleschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP) annual conference, Bern, Switzerland, 18-21 September 2006. Berlin: Lit Verlag. pp 49-67.

---

<sup>1</sup> Essee sisältää poimintoja Bennettin kirjasta ja lisäksi tekstin innostamana läpikäydyistä artikkeleista tehtyjä huomioita

<sup>2</sup> <http://www.york.ac.uk/depts/educ/people/BennettJ.htm> (10.7.2008)

- Bennett, J. and Hogarth, S. (2007) Attitudes to Science: executive summary. In J. Burden, P. Campbell, A. Hunt and R Millar. Twenty-first Century Science Evaluation report, pp9-11. <http://www.21stcenturyscience.org/> (27 February 2007).
- Bennett, J., Lubben, F. and Hogarth, S. (2007) Bringing science to life: a synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91 (3), 347-370. (Published on-line on 18 October 2006.)
- Bennett, J. (2007) Talking science: the research evidence on the use of small-group discussions in science teaching. Report commissioned by the National Science Learning Centre for the White Rose Research into Practice awards. York: University of York, Department of Educational Studies, pp20.
- Bennett, J., Burden, J., Campbell, P., Millar, R., Osborne, J. and Swinbank, E. (2006) Looking Forward: Making Key Stage 3 Science Work. York: Centre for Innovation and Research in Science Education, University of York.
- Bennett, J. and Lubben, F. (2006) Context-based chemistry: the Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 999-1015.
- Bennett, J., Holman, J., Millar, R. and Waddington, D. (2005) (eds.) Making a difference: evaluation as a tool for improving science education. Münster, Germany: Waxmann. pp224.
- Bennett, J., Lubben, F., Hogarth, S. and Campbell, B. (2005) Systematic reviews of research in science education: rigour or rigidity? *International Journal of Science Education*, 27 (4), 387-406.
- Bennett, J. (2003) Teaching and learning science: a guide to recent research and its applications. London: Continuum.
- Bennett, J. (2003) Evaluation methods in research. London: Continuum.

## Kirjan antia

### Childrens learning in science and the constructivist viewpoint

Bennett arvioi konstruktivistista lähestymistapaa esittelemällä sen historiaa lähtien "tiedon siirtämiseen" perustuvasta oppimiskäsityksestä. Lyhyesti tämä ymmärretään käsityksenä, jossa oppilaita pidetään passiivisena osapuolena ja jopa "puhtaana pöytänä" (tabula rasa), johon tietoa siirretään perinteisen frontaaliopetuksen kautta. Tästä Bennett jatkaa oppimiskäsityksen kehityshistoriaa keksivään oppimiseen (discovery learning). Oppilaiden pitää löytää ja rakentaa yhteyksiä eri tiedon välille. Oppilaiden omat käytännön tutkimukset voivat toimia ilmiöiden ymmärtämisen ja selityksien lähtökohtana. Seuraavassa aiheessa Piaget'n näkemykset toivat uutta ajateltavaa oppimisen ymmärtämisessä – korostaen kognitiivisia taitoja. Assimilaatio (ihminen sulauttaa uusia kohteita omiin psyykkisiin rakenteisiinsa) ja akkommodaatio (psyykkisiä rakenteita mukautetaan havaittuun kohteeseen sopiviksi) ovat Piaget'n kuvaamat oppimisprosessit. Tämän jälkeen astuu kuvaan konstruktivistinen paradigma.

Bennett poimii kaksi psykologia George Kellyn<sup>3</sup> (persoonallisten konstruktioiden teoria) ja David Ausubelin (lanseerasi mielekkään oppimisen ja ennakkojäsentäjän –käsitteen). Näi-

<sup>3</sup> Kelly, George (1905-1966), *"Amerikkalainen psykologi. Persoonallisten konstruktioiden teorian kehittäjä. Teorian perusväittämän mukaan persoonallisuuden psykologiset prosessin kanavoituvat sen mukaan, kuinka henkilö ennakoi tulevia tapahtumia. Kelly kehitti erityisen tekniikan (repertory grid technique) persoonallisten*

den tutkijoiden pohjalta ajateltiin, että voisi olla viisasta tutustua lasten käsityksiin ilmiöistä, joihin he törmäävät koulun tiedeopetuksessa. Tätä tutkimussuuntaa Bennett kutsuu **konstruktivistiseksi lähestymistavaksi**.

Konstruktivistiseen lähestymistapaan Bennett liittää kolme kohtaa:

- 1) se sisältää asioita, joista ihmiset olivat jo tietoisia
- 2) tapaa arvioida oppilaiden oppimista
- 3) kiinnittää huomiota ymmärtämiseen

Oppilaiden käsityksien keräämiseen on käytetty useita menetelmiä: diagnostiset kysymykset, haastattelut ja käsitekartat. Käsitekarttojen käytössä on todettu pari ongelmaa: ne eivät ole helppoja rakentaa ja ne vaativat harjoittelua – omakin kokemus tukee tätä käsitystä.

Konstruktivistisen tutkimuksen perinteessä voidaan löytää Bennettin mukaan kolme vaihetta. Aluksi (70- ja 80-luvulla) keskityttiin väärinkäsityksien tunnistamiseen ja dokumentointiin. Tätä suuntausta on usein kutsuttu mm. radikaalikonstruktivismiksi (tunnetuin edustaja lie-nee von Glaserfeld). Tämä jatkui 80-luvun puolessa välissä, kun mielenkiinnon kohde siirtyi siihen, mitä tämä voisi merkitä opettamiseen. Tämän jälkeen on tutkimus laajentunut tuoden mukanaan sosiokulttuurisia näkökulmia oppimiseen ymmärtämiseen.

Eri tutkijat ovat toivoneet pohdintaa mm. terminologiasta ja niiden tulkintamahdollisuuksista (mm. Gilbert & muut, 1982), käsiteistä ja niiden tyypittelystä (diSessa ja Sherin, 1998), uusien ideoiden osittaisen vastaanottamisen ja oman vallitsevan ajattelun merkityksestä tieteellisten selitysten vastaanottamisessa, oppimispoluista (Driver, 1985) jne.

Miten tämä kaikki ovat vaikuttaneet ja vaikuttavat käytännön työhön? Opetussuunnitelma-työssä, luokkahuoneessa tapahtuvassa opetuksessa?

Jakso päättyy pohdiskeluihin **sosiaalikonstruktivismiin** noususta syrjäyttämään yksilöä korostavan (persoonallisen) konstruktivismiin. Se paneutuu enemmän oppimisen kontekstiin ja yhteisössä tapahtuvaan käytäntöön. Tätä lähestymistapaa edustavat mm. Vygotski (joka korosti kulttuurin ja kielen merkitystä), Lave & Wenger (jokapäiväisen käytön merkitys matematiikassa ja tieteessä) ja Brown kump-paneineen (situated cognition –käsite). Tämä mahdollisti myös erilaisten vuorovaikutustilanteiden huomioimisen oppimisessa.

## Cognitive development and childrens learning in science

Jakso paneutui Piagetin merkitykseen yksilön kognitiivisen kehityksen parantamisessa ja luonnontieteiden opetuksen kehittämisessä. Netistä löysin seuraavan luettelon opetusohjelmista<sup>4</sup>, joiden tavoitteena on opettaa oppimistaitoja.



Kuva 1: Jean Piaget (1896-1980)

On korostetusti **yksittäisiä ajatteluntaitoja** hiovia ohjelmia:

---

*konstruktioiden arvoimiseksi. Kellyn näkemykset ovat vaikuttaneet monien lyhytterapiasuuntausten kehitykseen” (lähde: PISA - Psykologian internet sanakirja,*

[http://home.edu.helsinki.fi/~jsilvone/sanakirja/sanakirja\\_h.htm](http://home.edu.helsinki.fi/~jsilvone/sanakirja/sanakirja_h.htm)).

<sup>4</sup> Lähde: <http://www.auripk.edu.hel.fi/opiskelu/ajattelun%20taidot/aiheet/oppimisojelmimat.htm>

Feuerstein: Instrumental Enrichment; Nigel Blagg: Somerset Thinking Skills Course (FIE:n pohjalle); Hilda Taba's method (havainnot, säännönmukaisuudet, kategoriat); de Bono: CoRT and Lateral Thinking ja Haywood: BrightStart

Ja on yleisempiä **työtappaa korostavia** lähestymistapoja:

Lipman and Fisher: Philosophy for Children; Adey and Shayer: CASE - Cognitive Acceleration through Science Education 1991; Novak: Concept mapping; Buzan: Mind mapping; Hyerly / Costa: Visual Tools for Constructing Knowledge.

Näistä luetelluista Bennett nostaa esiin CASE-hankkeen (Cognitive Acceleration through Science Education), josta myöhemmin lisää.

Vaikka Piaget'n ensimmäinen työ oli 20-luvulta ja julkaisut sen jälkeen, Piaget'n ajatukset oppimisesta ja niiden sovellutukset opetukseen tulivat laajempaan tietoisuuteen vasta 60-luvulla. Tällöin psykologiassa alkoi paradigman muutos behaviorismista kognitiivisen psykologian suuntaan. Piaget pyrki kuvaamaan lasten ajattelun kehittymistä. Piaget'n vaikutus tiedekasvatukseen on ollut suuri teorioiden rajoittuneisuudesta huolimatta. Bennett mainitsee laajat ohjelmat joita toteutettiin Yhdysvalloissa ja Iso-Britanniassa: SCIS eli The Science Curriculum Improvement Study (1970) ja Science 5-13 (1972). SCIS-ohjelma kehitti mm. oppimissykleihin perustuvan opetusmallin.

Isossa-Britanniassa Michael Sharey ja Philip Adey toteuttivat laajan CASE (The Cognitive Acceleration through Science Education) –projektin 70-80-luvulla. He hyödynsivät piagelaista lähestymistappaa mm. laatimalla SRT-testit (Science Reasoning Tasks), tiedekurssien vaatimukset, CATin (Curriculum Analysis Taxonomy). Vuonna 1993 julkaistussa artikkelissa Adey ja Sharey listaavat muutaman piirteen, jotka ovat jokaisen CASE-aktiviteetin keskiössä:

- johdanto, termien ja terminologian suhteet, **konteksti** (käsitteellinen valmius)
- ongelman esittely sisältäen tiedollisen **ristiriidan** (kognitiivinen konflikti)
- **rohkaus** oman ajattelun reflektointiin ongelmaratkaisun yhteydessä
- ajattelutapojen nivominen toisiinsa (ajattelutaidon **silloittaminen** asiayhteydestä toiseen<sup>5</sup>)

CASE–projektin tuloksia on arvioitu myös kriittisesti. Bennettin mainitsemat Jones ja Gott (1998) puuttuivat motivointityyleihin ja niiden merkitykseen eri oppilaiden suhtautumisessa CASE-tyyppiseen opetukseen.

References
ADEY, P. S. 1980, Cognitive development in some Caribbean secondary schools. <i>Caribbean Journal of Education</i> , Vol. 6, pp. 197–220.
ADEY, P. S. 1983, Cross-cultural Piagetian psychology and science education. <i>SE Asian Journal of Science and Mathematics Education</i> , Vol. 5, No. 2, pp. 10–18.
SHAYER, M. 1978, The analysis of science curricula for Piagetian level of demand. <i>Studies in Science Education</i> , Vol. 5, pp. 115–130.
SHAYER, M. 1979, Has Piaget's construct of formal operational thinking any utility? <i>British Journal of Educational Psychology</i> , Vol. 49, pp. 265–276.
SHAYER, M. and ADEY, P. S. 1981, <i>Towards a science of science teaching</i> (Heinemann Educational Books, London).
SHAYER, M., WYLAM, H., KUCHEMANN, D., and ADEY, P., 1979, <i>Science Reasoning Tasks</i> , Chelsea College. (Previously published by NFER, now available from the author).

**Kuva 2:** Adayn ja Shareyn artikkeleita CASE-projektiin liittyen

<sup>5</sup> kuten Carita Vesander sitä kutsuu erityispedagogiikan pro gradu -tutkielmassaan

Vuosituhanen vaihteessa on CASE-projektin arviointiin liitetty pohdintaa Vygotskin tutkimuksien tuottamista tuloksista. Vygotskin oppimisteorioista kiinnostusta ovat herättäneet näkemykset kulttuurin merkityksestä, kielen keskeisestä roolista ja älyllisen kehityksen vaiheiden merkityksestä.

COGNITIVE ACCELERATION THROUGH SCIENCE EDUCATION II		897
	Piaget	Vygotsky/ Feuerstein
Schema of Formal Operations	✓	
Concrete Preparation	✓	✓
Cognitive Conflict	✓	
Metacognition		✓
Bridging		✓
Construction	✓	✓

Figure 11. Theory-base of CASE project.

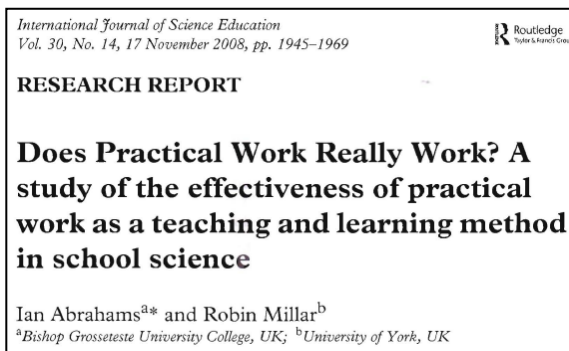
Kuva 3: CASE, Piaget ja Vygotski, Shayer, M. (1999)

## The role of practical work in school science

Käytännön töiden (kokeellisen työskentelyn) merkitystä on tutkittu kohtuullisen paljon 90-luvulta lähtien.

Kerrin tutkimus vuodelta 1963, joka käsitteli käytännön töiden tavoitteita, määrittelee tavoitteet käytännön töille seuraavasti (käännös poimittu Lavonen, Meisalo & al: Matemaattisluonnontieteellisten aineiden työtapaopas):

- *opitaan luonnontieteellistä ajattelua,*
- *opitaan tiedon käsittelyn taitoja,*
- *harjaannutaan ratkaisemaan ongelmia,*
- *opitaan ymmärtämään teoriaa,*
- *opitaan todentamaan käsitteet ja lait, jotka on opetettu,*
- *opitaan, että kokeellisuus on osa tutkimusprosessia, jossa luodaan uutta tietoa,*
- *herää kiinnostus luonnontieteisiin ja asenteet tulevat positiiviseksi,*
- *tehdään fysiikan, kemian ja biologian ilmiöistä todellisia,*
- *opitaan tekemään tarkkoja havaintoja ja huolellisia muistiinpanoja.*



Kuva 4: Tuore artikkelin käytännön töihin liittyvästä tutkimuksesta, IJSE 2008

Bennett tarkastelee kirjassa omissa kappaleissaan mm. laboratoriotaitojen kehittymistä, tieteellisen tiedon oppimisen paranemista, käsityksen saamista tieteellisten menetelmistä, tieteellisen asenteen kehittämistä ja oppilaiden motivointia kokeellisen työskentelyn tavoitteina.

Bennettin kirjan julkaisun jälkeen on mm. Millar (2004) omassa artikkelissaan asettaa kokeellisen työskentelyn tavoitteiksi:

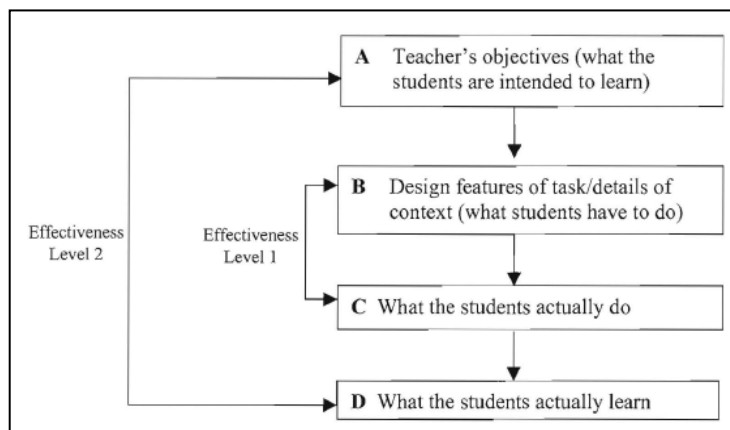
- työllä muutama selkeä tavoite,
- työ suuntaa oppilaiden huomion asioihin, jotka ovat olennaisia tietorakenteen kehittämisen tai kumoamisen kannalta,
- työ aktivoi jo olemassa olevat tietorakenteet,
- mahdollistaa oppilaiden toiminnan ja puheen seuraamisen,
- työn tulosten tarkastelu johtaa luokitteluun, yhteyksien, riippuvuuksien ja/tai verrannollisuuksien esittämiseen,
- työskentelyn jälkeen oppilaat ohjautuvat pohtimaan, käyttämään tuloksia pohdinnassa ja perustelemaan asioita tuloksiin nojautuen,
- työskentely ja tulokset synnyttää sosiaalista vuorovaikutusta.

Yksi tuoreista tutkimuksista (ks. kuva kappaleen alussa, Abrahams & Millar 2008) haluaa päästä yleisistä pohdinnoista, jonka mukaan arvioidaan kokeellisen työskentelyn vaikuttavuutta yleensä, konkreettiseen arviointiin yksittäisten kokeellisten töiden ja tehtävien kohdalla Millarin (1999) kehittämän prosessikuvauksen pohjalta. Millarin (2004) tavoitelista tukee jo tätä lähestymistapaa.

Abrahams ja Millar (2008) pohtivat vaikuttavuutta kahdella tasolla (ks. kuva 6) oppilaiden tekemisen ja oppilaiden oppimisen tasoilla. Tätä kautta pohdinta konkretisoituu yksittäisten kokeellisten töiden kohdalle.

### Kokeellisten töiden vaihtoehdot

Tyytymättömyys kokeellisten töiden vaikuttavuuteen on johtanut lukuisiin vaihtoehtoihin työmuotoihin. Bennett toteaa kuitenkin heti, että eipä näidenkään vaikuttavuutta ole paljoa tutkittu. Tässä yhteydessä esille nousevat simulaatiot ja muut tietokoneperusteiset materiaalit sekä ryhmäkeskustelut.



Kuva 5: Suunnitteluprosessin malli ja kokeellisen tehtävän arviointi (Abrahams & Millar 2008)

## Context-based approaches to the teaching of science

Lähtökohtana kontekstuaalisiin lähestymistapoihin nousee vahvasti STS-painotus, STS tulee sanoista Science - Technology – Society. Molempien liittyy halu liittää luonnontieteiden opiskelu jokapäiväiseen elämään. Kontekstuaaliseen lähestymistapa tarjoaa vaihtoehdon sille, että luonnontieteiden opiskelu vaikuttaa olevan irrallista ja kiinnostus jatko-opinnoissa tieteisiin erityisesti fysiikkaan on laskenut.

STS:ään liittyen Bennett viittaa vuonna 1994 julkaistuun kirjaan, jossa oli professori Aikenheadin<sup>6</sup> artikkeli ja johdatus STS-hankkeeseen: *What is STS Science Teaching?*<sup>7</sup>

Bennett pitää valitettavana, että tätä lähestymistapaa on tutkittu liian vähän, materiaalien kehitystyön perustaminen tutkimukseen tai sitten kontekstuaalisten materiaalien käytön vaikutuksia tutkivaan tutkimukseen.

### STS ja Aikenhead

Kemian opettajakoulutusyksikön STS-teemaa koskeva Annukka Laihon gradutyö<sup>8</sup> johdattelee lähestymistavan historiaan ja painotuksiin. Viitaten taas Aikenheadiin hän toteaa, että

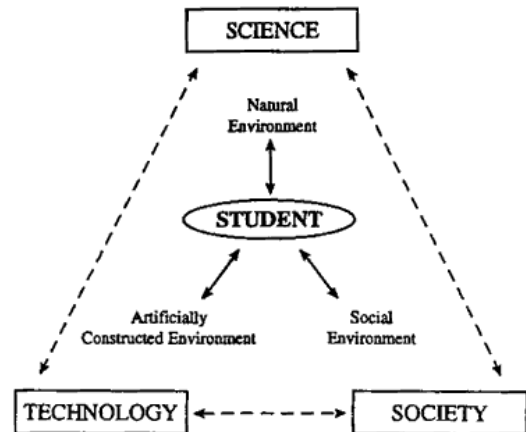
<sup>6</sup> Professori Glenn Aikenheadin kotisivut: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/>; runsaasti linkkejä hänen artikkeleihin. (linkki, 6.6.2009)

<sup>7</sup> What is STS Science Teaching?, <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm> (ladattu, 6.6.2009)

<sup>8</sup> [http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/liitteet/progradu\\_alauho.pdf](http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/liitteet/progradu_alauho.pdf) (ladattu, 6.6.2009), Annukka Laihon pro gradu –tutkielma vuodelta 2004,

”yhtenä STS – liikkeen isänä voidaan pitää australialaista Peter J. Fenshamia, jonka vuonna 1985 *Journal of Curriculum studies* – lehdessä julkaissut artikkeli ... sysäisi STS - mallin liikkeelle sen edetessä mantereelta toiselle (Aikenhead, 2003)”. Hän artikkelissaan toteaa, että ”luonnontieteilijöiden ja teknologian asiantuntijoiden sekä luonnontieteiden opettajien välinen yhteistyö oli tuolloin lähes olematonta”.

Kuvassa 6 on kuvattu Aikenheadin käsitys STS – opetuksesta. Se on oppilaskeskeistä, jossa oppilas on tiedon, yhteiskunnan ja teknologian ympäröimänä. Hahmottaakseen omaa elinympäristöään, hänen on tiedostettava siihen liittyvä ihmisen muokkaama keinotekoinen, sosiaalinen ja luonnon ympäristö. Oppilaassa tapahtuu ympäristöjen integraatio (kahdensuuntaiset nuoret). Katkoviivoilla kuvataan teknologian, tieteen ja yhteiskunnan keskinäistä suhdetta. (Laiho 2008)



Kuva 6: What is STS Science Teaching – artikkelissa esitetty kaavio (Aikenhead 1994)

Laiho (em.) esittelee pro gradu –tutkielmassaan suomalaista teknologia – ja yrittäjyyskasvatusta esimerkkinä STS-opetuksesta. Laiho, toisin kuin Bennett, tuo esiin vahvasti toimintatapoja ja yhteyksiä eri toimijoiden välillä. Se osaltaan kuvaa suomalaisen käytännön ja lähestymistavan erilaisuuden kansainväliseen käytäntöön.

Bennett tuo kirjassaan – kuten Laiho johtopäätöksissään – sopivien materiaalien puutteen. Tässä hän erottaa kaksi kategoriaa: materiaalit, jotka paneutuvat opetuksen lähestymistapojen kuvaamiseen ja materiaalit, jotka keskittyvät oppimiseen. Bennett asettaa kysymyksen, onko näitä tuotettu tutkimuksiin perustuen? Hän mainitsee yhden, josta on julkaistu artikkeli *Science Education* –lehdessä – *Salter's Approach*<sup>9</sup>. Tässä kyseisen artikkelin abstrakti:

Bob Campbell, John Lazonby, Robin Millar, Peter Nicolson, Judith Ramsden, David Waddington. *Science: The Salters' approach-a case study of the process of large scale curriculum development*. Science Education Group, University of York, Heslington, York YO1 5DD, United Kingdom

#### Abstract

The Salters' curriculum development projects provide complete applications-led science or chemistry programs for students ages 11-18. In terms of the scale of their adoption by teachers in the UK and the interest they have generated in other countries, the developments have been successful. This article is a retrospective analysis of the process of large scale curriculum development. It locates the projects and their development within the range of approaches advocated in science education and considers the practical decisions taken during the development in relation to theories of curriculum development and change. A case is made for regarding large scale curriculum development as a form of technological problem solving, starting from an analysis of the needs of teachers and the formulation of design criteria, and then drawing, when needed, on a range of theoretical ideas concerning content selection, how young people learn and how change is managed. The implications of this view for curriculum evaluation are considered.

<sup>9</sup> Campbell, Bob et al.. (1994). *Science: The Salters' Approach—A Case Study of the Process of Large Scale Curriculum Development*. *Science Education*, vol. 78, Issue 5, pp.415-447

(Lähde: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1994SciEd..78..415C> , 23.6.2009)

Kontekstuaalisen lähestymistavan Bennett (ja kumppanit, 2003) määrittelevät seuraavasti:

“**Context-based approaches** are approaches adopted in science teaching in which contexts and applications of science are used as the starting point for the development of scientific ideas. This contrasts with more traditional approaches, which cover scientific ideas first, and conclude with a brief mention of applications.”

Kontekstuaalisen lähestymistavan on todettu lisäävän oppilaiden kiinnostusta luonnontieteen opiskeluun. Se selkeyttää tieteen ja jokapäiväisen elämän yhteyttä. Kuitenkin tutkimuksissa ei aina ole todettu eroja perinteisen ja kontekstuaalisen lähestymistavaneroavan oppimistuloksissa. Mielenkiintoisia tuloksia – tai ainakin tutkimuksellisia lähtökohtia – antaisi laajempi paneutuminen ns. Saltersin lähestymistapaan (The Salters Approach).

Katson vielä:

**Whitelegg, Elizabeth; Parry, Malcolm. (1999) *TEACHING PHYSICS: Real-life contexts for learning physics: meanings, issues and practice*. Physics Education, Volume 34, Issue 2, pp. 68-72.**

## Information and communications technology (ICT) and school science

Bennett listaa joukon TVT:n käytön etuja (perustelematta tässä vaiheessa). Hän viittaa 15 vuotta sitten Iso-Britanniassa tehtyyn raporttiin. Väitteet koskisivat varmasti kaikenlaisia uusia toimintamalleja tai opetustekniikoita, ainakin aluksi. Oppimisen tehostuminen, oppilaiden motivaation lisääntyminen, saavutuksien kokeminen jne. Muutama kohta tiedetään jo nyt ko. listassa olevan hieman hankalampi hahmottaa tai puhumattakaan, että ne voisi todeta oikeiksi.

Tutkimuksissa on korostunut se, miten TVT:tä käytetään opetuksessa, ei niinkään se, miten se vaikuttaa. Maailma muuttuu tieto- ja viestintätekniikan käytön suhteen nopeasti, joten tutkimustulosten hyödyntäminen on jo niiden vanhenemisen takia vaikeaa.

Bennett kysyy, mitä mahdollisuuksia TVT tarjoaa luonnontieteiden opetukseen? Nämä kaikki olivat jo entuudestaan tuttuja – kuuluvat Suomessa opettajakoulutuksen perussisältöihin. Tutkimusta on tehty vähemmän vaikutuksista, progradu -tutkielmissa korostuu verkkoaineistojen tuottaminen ja testaaminen. Opetuksen näkökulmasta oman mielenkiinnon tuo se tutkimustieto, joka osoittaa koulujen jakautumisen kahteen kastiin tietoteknisten valmiuksien puolesta (kuten Bennettkin oli poiminut).

Tämä osio kirjassa lienee vanhentunein. Bennett ei käsittele tai ei tunne **sosiaalisen median käsitettä**, jonka on viime aikoina saanut suuren merkityksen myös (verkko)pedagogisessa keskustelussa. Internetin laajentuminen (Web 2.0 –tekniikka) tiedon jakamisen (www), asynkronisen kommunikoinnin (sähköposti) ja pikaviestinnän (irc) lisäksi yhteisölliseen tiedon tuottamiseen ja jakamiseen (esim. wikipedia), verkkokeskusteluihin (keskustelufoorumit) ja verkkopäiväkirjoihin eli blogeihin (weblog-tekniikka).

Internetissä olevien materiaalien, nykyään myös videoiden, määrä on kasvanut räjähdysmäisesti. Käytön laajuutta itse opetustyössä on tutkittu vielä vähän, oppilaiden kiinnostusta ja opettajien valmiuksia niiden käyttöön jo jonkin verran.

Youtube -videoiden käyttö lienee kasvamassa kovaa vauhtia. Niitä on monentasoisia ja käyttötarkoitukset monenkirjavia. Alkalimetallien reaktioherkyydestä kertova video on yksi minun ja oppilaitteni suosikki. Näitä kokeita ei tehdäkään tavallisilla kemian tunneilla.



Kuva 7: Youtube-video (Brainiac-sarjasta) alkalimetallin reaktiosta veden kanssa.

<http://www.youtube.com/watch?v=cqeVEFFz7E> (27.6.2009)

## The role of language in school science

Johdannossa Bennett toteaa, että "luonnontieteiden ymmärtäminen on enemmän kuin vain tiettyjen sanojen ja termien tarkoituksen tietämistä, se on tämän tarkoituksen tuottamista löytämällä näiden sanojen termien yhteyksiä toisiinsa". (s. 147)

Kieli ei ole ainut tapa jakaa tietoa ja lisätä ymmärrystä. Visuaaliset esitykset kuvien ja symbolien avulla ovat myös tärkeitä, toteaa Bennett. Luonnontieteitä voi pitää multisemioottisena systeeminä (multimedia, piirroksat, diagrammit, kartat, symbolit, kemialliset merkit, yhtälöt, kaavat).

Tässä kappaleessa kuitenkin painotus on kielen merkityksessä ja Bennett jakaa tutkimuksen neljään osa-alueeseen: luonnontieteen tuntien sanasto, puhe, kirjoittaminen ja lukeminen. Avainlöytöjä tutkimuksista Bennettiin mukaan ovat:

- sanojen ymmärtäminen toki on ongelmia, mutta usein niissä sanoissa, joita ei selitetä
- luonnontieteiden tunnit perustuvat vahvasti opettajan puheeseen
- opettajien kysymykset ja selitykset lannistavat oppilaita omien ideoiden esittämisestä ja niiden syvemmästä pohdiskelusta
- liian vähän mahdollisuuksia pienryhmätyöskentelyyn
- luonnontieteiden tunneilla harvoin luetaan pidempään - mm. kriittisen lukutaidon kehittämiseksi tieteellisten kirjoitusten kohdalle

Sanojen ja käsitteiden ymmärtämisen tutkimiseen liittyy omat rajoitteensa, se ei välttämättä huomioi tekstin layoutia ja kuvituksen merkitystä. Näillä molemmilla kun on todettu olevan merkitystä niin motivoitumiseen että luetun ymmärtämiseen. Wellington (jonka tutkimuksen vuodelta 1983 Bennett on poiminut) on ehdottanut tieteellisten sanojen taksonomiaa, jotta sanojen luonne selviäisi, mikä myös rajoittaa luettavuuden mittaamista. Wellingtonin taksonomia olisi: 1) nimisanat (esim. protoni)

- 2) prosessisanat (esim. tislauk)
- 3) käsitesanat (esim. suola, palaminen)
- 4) matemaattiset sanat ja symbolit

Käsitesanat ovat hankalimpia Wellingtonin mukaan, koska ne ovat abstrakteja, kielen kehityksen myötä nimisanat muuttuvat käsitesanoiksi ja useat omaavat niin arkikielen kuin tieteellisen merkityksen (esim. suola ja palaminen).

Bennett viittaa Casselsin ja Johnstonen tutkimuksiin, jossa ei niinkään paneuduta tieteellisten sanojen ymmärtämiseen ja siihen liittyvään ongelmaan, vaan sellaisten **ns. ei-tieteellisten sanojen ymmärtämiseen**, joita käytetään mm. tieteellisten sanojen ja käsitteiden selittämiseen. Tätä on tutkittu mm. ryhmissä, joissa on ensimmäisenä kielenään ja toisena kielenään opetuskieltä puhuvia oppilaita. Tällä on todettu olevan iso merkitys tieteellisten tekstien ymmärtämisen osalta. Suomessakin tätä ilmiötä voisi tutkia laajemmin, oma kokemus on se, että vieraista kulttuureista ja äidinkielenään jotain muuta kuin suomea puhuvien osalta, tekstin ja puheen ymmärtämisessä on suurempia hankaluuksia kuin toisilla.

Kirjoittamisen merkitystä tutkineet Barnes ja hänen kollegansa (60-70-luvulla) pohtivat kirjoittamista opettajan näkökulmasta ja opettajan asettamista lähtökohdista. Hän määrittelee opetuksen ulottuvuudet janalle "siirto – tulkinta" (Transmission-Interpretation).

Äänessä luonnontieteen tunneilla on pääasiassa opettaja. Tutkimuksissa on Bennettin mukaan paneuduttu neljään alueeseen puheen tuottajan ja merkityksen osalta: opettajan kysymykset, opettajan selitykset, oppilaiden kysymykset ja oppilaiden keskustelu.

Mm. kysymysten asettelulla on merkityksensä (CASE-tutkimus), analogioiden käyttö auttaa usein (Ogborn et al. 1996). Ogborn (em.) tunnisti neljä tyypillistä selitystä ja selitystapaa:

1. luomalla eron opettajan ja oppilaan tiedon välille
2. antamalla merkitys eri elementeille, jotka muodostavat osan selityksestä
3. käyttämällä tarinoita tai analogioita idean löytämiseksi
4. käyttämällä demonstraatioita idean tarkoituksen osoittamiseksi.

Oppilaiden tekemiä kysymyksiä on tutkittu varsin vähän. Watts ja kumppanit (1997)<sup>10</sup> ovat tätä tutkineet ja yhtenä johtopäätöksenä oli se, että opettajien pitäisi kiinnittää enemmän huomiota oppilaiden kysymysten tulkitsemiseen ja tarjota oppilaiden selkeä mahdollisuus esittää kysymyksiä.<sup>11</sup> Tätä asiaa on tutkinut myös Rop (2002) etnografisena tutkimuksena.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Kts. Mike Watts; Steve Alsop; Gillian Gould; Amanda Walsh: "Prompting teachers' constructive reflection: pupils' questions as critical incidents", International Journal of Science Education, 1464-5289, Volume 19, Issue 9, 1997, Pages 1025 – 1037

<sup>11</sup> Wattsin ja kumppaneiden (1997) artikkelin abstrakti:

*"Constructive reflection is seen as an important ingredient in the professional development of teachers, in order to stimulate significant change in approaches to classroom practice and the general provision of science education in schools. This paper explores the use of pupils' questions in provoking 'critical incidents' in the professional lives of teachers. It is suggested that pupils' questions can be both indicative of their own conceptual change as well as being sophisticated prompts for teachers to examine their own thinking. Case studies of two teachers – one primary and one secondary – are used to illuminate how such critical incidents can lead to changes in teacher thinking, resulting then in changes in classroom practice in science. Suggestions are made for the use of pupils' questions as critical incidents in the professional development of teachers."*

<sup>12</sup> Rop C. J. "The meaning of student inquiry questions: a teacher's beliefs and responses". International Journal of Science Education, Volume 24, Number 7, 1 July 2002, pp. 717-736(20). Abstrakti:

Tutkimuksissa, joissa on tutkittu kirjoittamista tunnilla, on pohdittu tieteellisen kirjoittamisen tapoja. Kirjoittamista pidetään tylsänä ja joillekin myös vaikeana. Tieteellisen kirjoittamisen tyylejä on luokiteltu usealla tavalla.

Lukemista tapahtuu harvemmin luonnontieteiden tunneilla. Kirjat ovat muuntuneet lehti-tyyppisiksi, jossa tekstiä on vähemmän ja tukena runsaasti kuvia ja piirroksia. Tämän on arvioitu johtavan tieteellisen kirjallisuuden lukemiseen vaikeutumiseen.

## **Pupils attitudes to science and school science**

Kappaleet, jotka käsittelivät oppilaiden asenteita luonnontieteitä ja sen opetusta kohtaan sekä sukupuolen merkitystä tähän, oli mitään sanomaton. Opettajan oma innostus asiaansa ja sen siirtäminen oppilaisiin on merkittävä asia tässä, kuten kaikessa muussakin.

Oma konkreettinen kokemus (etnografinen lähestymistapa?) on tässä se, että oma innostus näkyy siinä, että Viikin normaalikoulun viime lukuvuoden lukion 80 1. luokkien oppilaasta kevään 2010 kemian 3.kurssilla on nyt 37 ilmoittautunutta. Joku on saattanut suorittaa ko. kurssin ensimmäisen vuoden keväällä. Eli käytännössä puolet jatkavat kemian opintojaan pakollisen kurssin jälkeen. Tätä hieman enteili tekemäni kurssi-arvio ja jatkosuunnitelmia koskevan kysymyksen vastaukset. Kiinnostus kemian kurssiin voi johtua muistakin tekijöistä, mm. ryhmän yleisestä korkeasta tasosta ja vahvasta yleisestä opiskelumotivaatiosta, hyvästä ja hyvin suunnitellusta kurssitarjonnasta (ei päivän viimeisiä tunteja tms.). Tilanne on ollut sama aiemminkin, joten se puhuisi yleisten syiden puolesta, joskin edeltäjäni lukion kurssien pitäjänä ovat olleet yhtä omistautuneita ja innostuneita kemian opettajia. Lisäksi harjoittelijoiden tuoma lisäarvo - tuntien merkittävästi syvällisempi valmistelu - edesauttaa hyvää tulokseen pääsemistä.

## **Gender issues in school science**

Sukupuolen merkitystä luonnontieteiden opiskeluun on tutkittu jonkin verran. Jo omakin kokemus osoittaa sen, että tyttöjen ja poikien kiinnostus vaihtelee, mutta kaikki on riippuvaista opetusmenetelmistä, kokeellisuuden osuudesta ja esimerkiksi oppilaiden iästä.

## **The nature and purpose of assessment in school science**

Arviointia käsittelevä osio alkaa pohdinnoilla summatiivisen ja formatiivisen arvioinnin eroista ja toteuttamisajankohdista. Nämä käsitteet ovat lähtöisin Bloomilta ja kumppaneilta.

---

*"This research explores an American high school chemistry teacher's perspective on the meaning of student questions that originate from curiosity and engagement with subject matter. Ethnographic analysis of a teacher's reflective processes and decision-making approach suggests that questions hold contradictory meanings as powerful, conflicting pressures come to play in the everyday patterns of classroom discourse. Although thoughtful intellectual questions are valued as indicators of student attitudes and understandings, they nonetheless create an interruption to the normal flow of things. To the teacher, such interruptions pose threats to his control of classroom events and his ability to cover the content of his course. Although science educators might enthusiastically endorse the idea that classrooms should be characterized by a spirit of inquiry in which student questions are encouraged and respected, findings suggest that it can be difficult for this to happen in actual schools where particular teachers face specific institutional curricular pressures."*

Gipps ja Stobart ovat tehneet jäsennellymmän kuvauksen arvioinnin tarkoituksesta. He ovat listanneet kuusi, mm. apuja tarvitsevien löytäminen, vahvuuksien ja heikkouksien löytäminen, osaamisen tason mittaaminen. He jakavat nämä kahteen joukkoon: ammatilliseen ja hallinnolliseen.

Bennett pohtii arvioinnin validiteettia ja reliabiliteettia. Pulmiksi hän luettelee mm. sen, että arviointi alkaa määrittää opettamista, jopa opetettavia aiheita.

Arviointi-osiossa nousee esille myös mm. PISA-tutkimukset ja niiden antamat tulokset. Kirjassa ei nyt arvioida eri maiden tuloksia – eikä erityisesti Suomen tuloksia.

Oma mielenkiintoni kohdistui luokkatilanteessa tapahtuvaan arviointiin ja siitä tehtyihin tutkimuksiin. Tätä on kuitenkin tutkittu melko vähän. Tässä oman osaamisen kehittäminen olisi tärkeää – se helpottaisi huomattavasti opetuksen sisällön ja itse opetuksen kehittämistä oppilaiden kannalta parempaan suuntaan.

## Lopuksi

Tässä tilanteessa, jossa olen opintovapaalla varsinaisesta virastani sekä työstän väitöskirjani perusteita ja suoritan kasvatustieteen sivulaudaturia samanaikaisesti ja kun opetan päätömisestä kemiaa ja ohjaan opettajaharjoittelijoita Hgin yliopiston Viikin normaalikoulussa (harjoittelukoulu), **huomaan kasvatustieteen jatko-opintojen merkityksen** opettajuuden kehittämisessä ja kehittämisessä.

Tämän kirjan anti on ollut suuri, ainakin oman opetuksen ja ohjauksen kyseenalaistamisessa ja uudelleen miettimisessä. Monia asioita haluaa heti soveltaa syksyllä alkavassa opetusharjoittelun ohjaamisessa. Pari uuden ryhmäohjauksen aihehtakin löytyi, mm. "Kielen merkitys luonnontieteiden opetuksessa" ja "Vaihtoehdot käytännön kokeellisille töille". Molemmat tuovat uutta väriä siihen tuntisuunnitelman pohdiskeluun ja rakentamiseen – myös vaihtoehtoisina tapoina tilanteessa, jossa joko "ei uskalla" (liian vilkas luokka) tai "ei luonnistu" (esim. liian suuri ryhmäkoko) toteuttaa kokeellisen kemian työtapoja.

## Lähdekirjallisuus

Abrahams, I. & Millar, R. (2008). *Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science*. International Journal of Science Education, Vol. 30) No. 14) 17 November 2008) pp. 1945-1969

Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science: a guide to recent research and its applications*. London: Continuum.

Bennett, J. , Hogarth, S., Lubben, F (2003). *A systematic review of the effects of context-based and Science-Technology-Society (STS) approaches in the teaching of secondary science*.

<[http://eppi.ioe.ac.uk/EPPIWebContent/reel/review\\_groups/TTA/Science/Science\\_2003review.pdf](http://eppi.ioe.ac.uk/EPPIWebContent/reel/review_groups/TTA/Science/Science_2003review.pdf) >

Laiho, Annukka (2004). *Teknologia ja yhteiskunta – Teemat kemian opetuksessa - kemian opettajien kokemana*. Pro gradu –tutkielma. Helsingin Yliopisto, Kemian laitos.

Lavonen, Meisalo & al: *Matemaattis-luonnostieteellisten aineiden työtapaopas*. Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos, Käyttäytymistieteellinen tiedekunta Matemaattisten aineiden opetuksen tutkimus- ja kehittämiskeskus.

<<http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/tyotapa/main.htm>> (17.5.2009)

### Kirjallisuutta

Adey, P. & Shayer, M. (1993) *An exploration of long-term far-transfer effects following an extended intervention programme in the high-school science curriculum*. Cognition and Instruction, 2, (1), 190-220.