

Opetusohjelmien suunnittelu ja oppimiskäsitykset

Laura Vuorinen
Seminaariesitelmä
Käyttöliittymätutkimus
30. marraskuuta 2001

Helsingin Yliopisto
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Opetusohjelmien suunnittelu ja oppimiskäsitykset

Laura Vuorinen
Seminaariesitelmä
Käyttöliittymätutkimus
30. marraskuuta 2001, 16 sivua

Helsingin Yliopisto
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Opetusohjelman suunnitteluun ja käyttöliittymän tekoon vaikuttaa ohjelman tekijän näkemys hyvästä oppimisesta. Esitelmässä tutustutaan kolmeen erilaiseen oppimiskäsitykseen, behavioristiseen, kognitiiviseen ja konstruktiviseen. Lisäksi tutustutaan kahteen oppimistyylijaotteluun ja näiden kritiikkeihin.

Esitelmässä pohditaan eri oppimiskäsitysten vaikutuksia opetusohjelmien suunnitteluun. Esimerkkitapauksena käyttöliittymän suunnittelusta on fysiikan opiskelun tueksi kehitetty järjestelmä SE Coach.

Aiheluokat (Computing Reviews 1998): H.5.2, K.3.1

Avainsanat: tietokoneavusteinen opetus, tietokoneavusteinen oppiminen, oppiminen – käsitykset, oppimistyylit

Sisällys

1	Erilaisia oppimiskäsityksiä.....	1
1.1	Behavioristinen oppimiskäsitys.....	1
1.2	Kognitiivinen oppimiskäsitys.....	1
1.3	Konstrukttiivinen oppimiskäsitys.....	3
1.4	Oppimistyylit.....	3
1.5	Biologinen käsitys oppimisesta.....	5
2	Erilaisia opetusohjelmia.....	5
2.1	Opetusohjelmatyyppejä.....	6
2.2	Behavioristisia opetusohjelmia.....	7
2.3	Kognitiivisia ja konstruktivisia oppimisympäristöjä.....	8
2.4	Opetusohjelman käyttöliittymän suunnittelu.....	8
3	SE Coach.....	9
4	Yhteenveto.....	14
	Lähteet.....	15
	Lisätietoa.....	16

1 Erilaisia oppimiskäsityksiä

Oppimisesta ja opettamisesta on monta eri koulukuntaa. Jotkut näkemykset ovat täysin ristikkäisiä, jotkut näkemykset voivat elää rinnakkain, toisiaan täydentävinä tai ainakin toisiaan sietävinä. Opetusohjelman tekijän käsitys oppimisesta ja hyvästä opetuksesta - oli käsitys tiedostettu tai tiedostamaton - on ehkä eniten opetusohjelman käyttöliittymään vaikuttava asia.

1.1 Behavioristinen oppimiskäsitys

Behavioristinen näkökulma oppimiseen on vanha ja perinteinen. Perusajatuksena on että tieto on luonteeltaan objektiivista ja staattista. Hyvällä opetuksella on mahdollista tehokkaasti siirtää tieto opettajalta opiskelijalle. Oppimistapahtumassa opiskelijalle annetaan ärsyke, opiskelija reagoi ärsykkeeseen, ja saa palautteen reaktiostaan. Oppiminen tapahtuu kun ärsykkeen ja vastineen välille muodostuu kytkentä. Palautteen antaminen perustuu seuraaviin sääntöihin:

- ihminen suosii ja toistaa toimia joista saa positiivista palautetta
- ihminen suosii toimia jotka mahdollistavat epämiellyttävän tilanteen välttämisen
- ihminen ei toista toimia joista ei saa palautetta
- ihminen ei toista toimia jotka johtavat epämiellyttäviin seurauksiin

Oppimistilanne suunnitellaan etukäteen mahdollisimman täsmällisesti. Opettaja määrittelee tiedot jotka opiskelijan pitäisi oppia ja tavoitteen johon opiskelijan tulee pyrkiä. Opetettava aines pilkotaan pieniin, vähitellen vaikeutuviin osiin, jotta opiskelijan olisi helpompi omaksua aines. Jokaiselle osalle määrätään oppimistavoite, joka opiskelijan pitäisi saavuttaa. Tavoitteen saavuttamista kontrolloidaan kokeilla ja testeillä.

Behaviorismia on kritisoitu siitä että opiskelija oppii käsitteet ja teoriat muistettavina faktoina tai irrallisina toimintakaavioina, eikä ymmärrä käsitteiden sisältöä. Opittu aines on irrallista ja soveltamiskelvotonta tietoa. Koska käsitteitä ei ole ymmärretty, syntyy etenkin luonnontieteistä virhekäsityksiä. Usein opiskelija opiskelee vain oppimistehtävän suorittamiseksi tai arvosanan saamiseksi, ei oppiakseen asian. Ihmistä tarkastellaan ulkoisen käyttäytymisen pohjalta eikä oteta huomioon ajattelun ja oppimisen monimutkaisuutta.

[Hak01], [MaP00], [Mer98], [MST00]

1.2 Kognitiivinen oppimiskäsitys

Kognitiivisen käsityksen mukaan oppiminen on mielessä olevien tietorakenteiden (skeema, mentaalimalli) luomista ja uudelleenjärjestelyä. Tiedon käsittely on kolmivaiheista: ensin tieto tulee havaintona aistimuistiin, sieltä se siirretään lyhytkestoiseen muistiin käsittelyä varten, ja lopuksi tieto siirretään

pitkäkestoiseen muistiin. Asioiden merkitykset ja suhteet ovat tärkeitä. Uusi tieto liitetään ennestään olevan tiedon kanssa verkostoksi. Irrallisten faktojen sijaan korostuu ongelmien ratkaiseminen, suunnitelmien ja teorioiden luominen ja kehittäminen.

Kirjoittaminen on kahdella tapaa tärkeä väline ajattelun tukemiseksi oppimistapahtumassa. Ihmisen mieli kykenee käsittelemään vain rajallisen määrän tietoa kerrallaan. Monimutkaisten ajatusten kehittäminen ei onnistu, jos kaikki siihen liittyvät asiat yrittää pitää vain mielessä. Kun osan ajatuksista kirjoittaa muistiin, pystyy mieli käsittelemään paljon suurempia tietokokonaisuuksia kuin se muuten pystyisi. Lisäksi kirjoittamista voi käyttää ajatusten tarkentamiseen ja kehittelyyn. Ajatuksen kirjoittaminen pakottaa täsmentämään ajatuksen. Kirjoitettu teksti voidaan lukea uudelleen moneen kertaan ja löytää siitä virheitä, puutteita ja tarkennettavia kohtia.

Toinen merkittävä apukeino oppimisessa on asian tai ongelman selittäminen joko itselle tai muille. Ongelman selittäminen auttaa jäsentämään ongelmaa ja järjestämään siihen liittyviä ajatuksia. Selittäminen tukee käsitteellistä ymmärtämistä. Selittäminen tuo asiaan liittyvät oletukset ja uskomukset näkyviksi. Kun opiskelija selittää asiaa, hän huomaa tiedoissaan olevat aukot ja epä johdonmukaisuudet.

Sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitys tulee esille kognitiivisessa oppimiskäsityksessä. Opiskelijoilla on erilaiset kokemukset ja tiedot, ja tämä rikastuttaa oppimistilannetta. Opiskelijat saavuttavat yhdessä työskennellen laajemman ymmärryksen kuin itsenäisesti työskennellen. Ihminen ei pysty testaamaan useaa monimutkaista hypoteesia yhtä aikaa, mutta ryhmätyöskentelyssä tällainen on mahdollista. Toisilta opiskelijoilta saatu palaute antaa uusia näkökulmia omien teorioiden kehittämiseen.

Ajattelu ja oppiminen on tilannesidonnaista eli ihmisen on helpointa käyttää oppimaansa tietoa samanlaisessa tilanteessa kuin missä tieto opittiin. Opiskelija esimerkiksi osaa kertolaskun matematiikantunnilla, muttei osaa kaupassa ollessaan laskea leivän kilohintaa. Hän ei pysty aktivoimaan oikeaa ratkaisumallia mielessään. Opetuksessa käsiteltävät abstraktit ideat pistäisi liittää reaalimaailman ilmiöihin esimerkiksi autenttisten tehtävien tai tositalannetta kuvaavan videon avulla.

Joiltain osin kognitiivinen oppimiskäsitys muistuttaa behavioristista käsitystä (taulukko 1). Kognitiivisenkin käsityksen mukaan tieto on objektiivista. Opettaja päättää oppimistavoitteet ja valitsee opetettavan aineksen. Tieto analysoidaan ja pilkotaan sopiviksi osiksi. Oppimista voidaan kontrolloida kokeilla ja testeillä.

[Hak01], [MaP00], [Mer98], [MST00]

1.3 Konstruktiivinen oppimiskäsitys

Konstruktiivinen oppimiskäsitys on samaa mieltä kuin kognitiivinen oppimiskäsitys siitä, että oppiminen on mielen tietoverkoston rakentamista (taulukko 1). Konstruktiivinen käsitys korostaa oppijan omaa aktiivisuutta oppimisprosessissa. Oppimisen tarve syntyy opiskelijasta, hänen tietojensa puutteista ja aukoista. Opiskelija asettaa itse omat oppimistavoitteensa ja häntä motivoivat päämäärät. Vastuu oppimisesta siirtyy enemmän opiskelijalle, opettajan rooli on toimia johdattelijana, tukijana ja neuvonantajana Tieto luodaan kokemuksista, joten oppimisympäristön pitää olla realistinen..

Tieto on subjektiivista, sillä jokainen oppija luo oman tulkintansa opittavasta asiasta. Syntyvään tulkintaan vaikuttavat aiemmat kokemukset, tiedot ja uskomukset. Oleellista oppimistapahtumassa on myös omien oppimiskokemusten tulkinta ja pohtiminen. Koska oppiminen on henkilökohtainen tulkinta maailmasta, oppimistuloksia on mahdotonta mitata objektiivisesti. Eri opiskelijoiden oppimistulokset samasta aiheesta eivät ole yhteismitallisia. Vaikka opiskeltava aihepiiri ja materiaali olisi eri opiskelijoilla ollut sama, ovat he poimineet tiedosta eri osajoukon prosessoitavaksi. Ja koska myös tiedon käsittely on subjektiivista, on selvää että he eivät ole oppineet samoja asioita.

	Oppiminen on käyttäytymisen muutosta	Oppiminen on mielessä olevien tietorakenteiden ja verkostojen luomista ja uudelleenjärjestelyä
Opettaja asettaa oppimistavoitteet	Behavioristinen oppimiskäsitys	Kognitiivinen oppimiskäsitys
Opiskelija asettaa itse omat oppimistavoitteensa	-----	Konstruktiivinen oppimiskäsitys

Taulukko 1. Oppimiskäsitysten erot ja yhtäläisyydet.

[Hak01], [MaP00], [Mer98], [MST00]

1.4 Oppimistyylit

On yleinen näkemys, että ihmiset voidaan jakaa ryhmiin heidän oppimistyyliensä perusteella. Näkemyksen mukaan on virhe olettaa että kaikki ihmiset oppisivat samalla tavalla samaa materiaalia käyttäen. Ihminen oppii sillä tyylillä joka on hänelle ominainen, ja jos opetus tapahtuu jollain muulla tyylillä, ei oppiminen ole tehokasta.

Eräs yleisimmistä jaoista on jako visuaalisiin, auditorisiin ja kinesteettisiin oppijoihin [Lea00].

- **Visuaalinen** oppija oppii parhaiten kun hän näkee tiedon jossain muodossa. Tieto voidaan esittää tekstinä, kuvina tai kaavioina. Usein visuaalinen oppija haluaa työskennellä itsenäisesti hiljaisessa ympäristössä ja keskittyä rauhassa materiaaliin. Palauttaessaan tietoa mieleensä hän saattaa nähdä tiedon mielessään sellaisena kuin tieto oli esitetty.
- **Auditorinen** oppija oppii parhaiten silloin, kun tieto välittyy äänenä. Hän hyötyy luennoista ja keskusteluista. Palauttaessaan tietoa mieleensä hän saattaa kuulla selityksen mielessään samanlaisena kuin hän kuuli sen asian oppiessaan.
- **Kinesteettinen** oppija oppii tekemällä. Hänelle sopivat fyysistä aktiivisuutta vaativat tilanteet. Hän haluaa tehdä kokeita, koskea ja tuntea opittavaa asiaa. Opetuksessa pitää olla käytännönläheisiä töitä, esimerkkejä ja demonstraatioita.

Muitakin oppimistyylijakoja on olemassa. Howard Gardner on jakanut ihmiset seitsemään erilaiseen luokkaan [Lan01].

- **Visuo-spatiaalinen** ihminen ajattelee ja hahmottaa asioita fyysisen tilan kautta. Hänen opettamiseensa sopivat piirustukset sekä verbaalinen ja kehon kuvakieli.
- **Kinesteettinen** ihminen käyttää kehoaan tehokkaasti. Hänen opettamiseensa sopivat fyysinen toiminta, tekemällä oppiminen, näytteleminen ja roolipelit.
- **Musikaalinen** ihminen on tietoinen ympäristön äänistä. Hänen opettamiseensa sopivat runoudellisuus, rytmikäs puhe ja rytmin naputtelu.
- **Interpersonaalinen** ihminen haluaa olla vuorovaikutuksessa muiden ihmisten kanssa. Hänen opettamiseensa sopivat ryhmätyöt, seminaarit ja keskustelut.
- **Intrapersonaalinen** ihminen on sopusoinnussa sisäisten tunteidensa kanssa. Hän ymmärtää omat tavoitteensa ja kiinnostuksensa. Hänen opettamiseensa sopii itsenäinen työskentely.
- **Kielellinen** ihminen käyttää sanoja tehokkaasti. Hänen opettamiseensa sopii lukeminen yhdessä muiden kanssa. Häntä kannattaa rohkaista sanomaan sanoja ääneen ja näkemään niitä mielessään.
- **Loogis-matemaattinen** ihminen ajattelee abstraktisti ja käsitteellisesti. Hänen pitää ensin oppia aiheeseen liittyvät käsitteet ennen kuin hän voi oppia aiheen yksityiskohtia. Hänen opettamiseensa sopivat loogiset pelit, tutkimuksen tekeminen ja ongelmien ratkaiseminen.

Steven Stahl kritisoi voimakkaasti oppimistyylijaottelua [Sta99]. Hänen mielestään oppimistyylin määrittelyyn käytettävät testit ovat surkeita ja tulosten luotettavuus vastaa lähinnä ennustajaeukkojen tasoa. Täten ei voida sanoa, mitä tyyliä ihminen edustaa. Ja vaikka olisi mahdollista tarkasti määrittää ihmisen oppimistyyli, tyyli voi vaihtua uusien kokemusten myötä. Jos opetus mukautetaan oppimistyyliin, pitää tyyliä mitata säännöllisesti. Oppimistyyli vaihtelee senkin takia että ihminen valitsee tapauskohtaisesti kuhunkin tehtävään parhaiten sopivan oppimistyylin. Mahdollisesta omasta oppimistyylistään riippumatta suurin osa ihmisistä uskoo, että tennistä oppii paremmin itse pelaamalla kuin katselemalla muiden peliä tai lukemalla kirjasta.

Stahlin mukaan ei ole mitään todisteita siitä että opetustyylin mukauttaminen oppimistyyliin parantaisi oppimistuloksia. Hän vetoaa viiteen eri tutkimukseen. Tutkimukset ovat eri ryhmien tekemiä metatutkimuksia, ja ne on tehty vuosien 1978 ja 1992 välillä. Kaikki tutkimukset tulivat samaan johtopäätökseen: oppimistyylin mukaisella opetustyyllillä ei ole vaikutusta oppimiseen. Opetusohjelman suunnittelun lähtökohtana pitäisi siis olla kyseiseen aineistoon tai tehtävään parhaiten sopiva tyyli, eikä tulevien käyttäjien ja opiskelijoiden mahdolliset oppimistyylit.

1.5 Biologinen käsitys oppimisesta

Robert N. Leamson lähestyy oppimista biologisesta näkökulmasta [Lea01]. Oppiminen tapahtuu kun aivojen hermosolujen välille syntyy uusia hermoyhteyksiä, tai kun olemassa olevat hermoyhteydet vahvistuvat tai heikkenevät. Yhteydet muuttuvat, kun yhteyttä käytetään riittävän usein. Aivojen magneettikuvausta käyttävissä tutkimuksissa on todettu, että käsitteiden ymmärtäminen ja sanarimpsujen muistaminen tapahtuvat eri kohdissa aivoja.

Leamsonin mielestä oppiminen tarkoittaa sitä että sekä ymmärretään että muistetaan asia. Opiskelija voi muistaa asian ulkoa ymmärtämättä asian sisältöä ja merkitystä. Toisaalta opiskelija voi ymmärtää opiskeltavan asian, mutta ei kykene jälkeensä palauttamaan sitä mieleensä. Vasta kun molemmat tekijät esiintyvät yhdessä, on tapahtunut oppimista. Jotta ymmärtäminen voisi tapahtua, pitää opiskelijan keskittää huomionsa opittavaan asiaan. Pysyvän muistaminen aikaansaaminen edellyttää hermoyhteyden vakiinnuttamista riittävällä toiston määrällä.

Leamsonkin kritisoi oppimistyyliin sopeutettua opetusta, ja väittää että olisi hedelmällisempää ihmisten välisten erojen sijaan keskittyä siihen mikä on yhteistä kaikille oppijoille. Onnistuneeseen oppimiseen vaaditaan kaksi tekijää: asiaan keskittyminen ja asian toisto. Myös tunteet vaikuttavat voimakkaasti oppimiseen, koska tunnetila vaikuttaa keskittymiskykyyn ja määrää mihin huomio kiinnittyy.

2 Erilaisia opetusohjelmia

Opetusohjelma on rajattuun aihepiiriin keskittyvä tietokoneohjelma, joka pyrkii auttamaan käyttäjää asian omaksumisessa. *Digitaalisella oppimateriaalilla* tarkoitetaan mitä tahansa aineistoa, joka on tietokoneella käytettävissä muodossa, ja joka on tarkoitettu tietyn aihepiiriin opiskeluun. *Oppimisympäristöä* käytetään kuvaamaan perinteisestä opettajajohtoisesta luennointiopetuksesta poikkeavaa opiskelua. Käsite korostaa opiskelijan omaa aktiivista toimintaa ja ongelmanratkaisua. Oppimisympäristöä kutsutaan *avoimeksi*, kun opiskelija voi itse valita ympäristöstä ne aiheet, välineet ja työtavat, jotka sopivat hänelle tai kiinnostavat

hätä. Jos opiskelija käyttää oppimisympäristöä internetin välityksellä, kutsutaan ympäristöä *verkko-oppimisympäristöksi*. [MST00]

Määritelmät eri termeille ovat häilyviä, ja näkökulmasta riippuen tiettyä ohjelmaa voi kutsua joko opetusohjelmaksi tai oppimisympäristöksi. Samoin jotain aineistoa voi kutsua joko digitaaliseksi oppimateriaaliksi tai oppimisympäristöksi. Tästä johtuen esitelmässä käytetään termejä opetusohjelma ja oppimisympäristö lähes synonyymeinä.

2.1 Opetusohjelmatyyppejä

Harjaannuttamisohjelmat (drillit) harjaannuttavat mekaanisia taitoja, kuten vieraan kielen sanastoja tai laskurutiineja. Tyypilliset ohjelmissa esiintyvät harjoitukset ovat monivalintatehtäviä, tekstissä olevan aukon täyttämistä oikealla termillä tai sanalla, vastaavuuksien yhdistämistä hiirellä, ja palapelin kokoamista. Harjaannuttamisohjelma on helppo laatia, mutta saattaa olla tylsä käyttää. Taustalla oleva oppimisteoria on behavioristinen.

Kuulusteluohjelmalla korvataan perinteiset paperilla tehtävät kokeet. Ohjelmassa on monivalintatehtäviä tai aukkojen täyttämistä oikeilla sanoilla tai luvuilla. Ohjelma tarkistaa vastaukset itse. Laajojen asiakokonaisuuksien ymmärtämisen testaaminen ja arviointi ohjelmaa käyttäen on vaikeaa. Taustalla oleva oppimisteoria on behavioristinen.

Opetuspelit sisältävät juonen, tehosteita ja valintamahdollisuuksia. Juonen avulla on mahdollisuus saada tunteet osaksi oppimistapahtumaa. Opiskelija voi kilpailla joko konetta tai toisia opiskelijoita vastaan.

Perehdyttämishjelmat (tutorials) tutustuttavat uuteen asiaan. Annettava tieto on systemaattisesti järjestettyä ja voi olla hyvinkin yksityiskohtaista.

Digitaaliset oppimateriaalit on kattava esitys tietystä aihepiiristä. Opiskelija oppii selaamalla ja lukemalla materiaalia. Oppimateriaali on kokoelma tietoa, se ei sisällä opiskelijan aktiivista toimintaa vaativia osia.

Mallit kuvaavat joko abstrakteja tai konkreettisia ilmiöitä. Malli ei ole koskaan täydellinen kuvaus kohteestaan, vaan siihen sisältyy kohteen oleelliset piirteet. Mallia voidaan käyttää hyväksi erityisesti luonnontieteiden opetuksessa, kun opiskelijan oma intuitiivinen mutta virheellinen malli halutaan muuttaa tieteellistä käsitystä vastaavaksi.

Simulaatiot ovat dynaamisia malleja. Ne sopivat oppimistilanteisiin, jotka olisivat liian monimutkaisia, kalliita tai vaarallisia reaali maailmassa toteutettuina.

Oppimisympäristöt tarjoavat opiskelijalle mahdollisuuden tiedon aktiiviseen prosessointiin ja tuottamiseen. Ympäristössä voi olla tietoa ja linkkejä tietoon, työkaluohjelmia tiedon käsittelyyn, vuorovaikutteisia harjoituksia ja mahdollisuus kommunikoida muiden opiskelijoiden tai asiantuntijoiden kanssa.

[MST00]

2.2 Behavioristisia opetusohjelmia

Behavioristiset opetusohjelmat tukevat alemman tason tiedonkäsittelyä: tiedon kopiointia, valikointia ja yhdistelyä. Käsitteiden muodostaminen jää vähemmälle tai puuttuu kokonaan. Tyypillisiä esimerkkejä ovat opittavan asian toistoon perustuvat drilliharjoitukset. Behavioristiset opetusohjelmat sopivat aiemmin opittujen asioiden harjoitteluun ja rutiiniluontoisten taitojen opetteluun. Esimerkiksi kertotaulu on opeteltava toistojen avulla, muuten sen osaaminen ei automatisoidu kunnolla.

Kevin Kruse on laatinut kuuluisaa behavioristia Robert Gagnea mukaellen ohjeen "Yhdeksän askelta hyvään opetusohjelmaan" [Kru00a]. Ohjeen tarkoitus on toimia apuna opetusohjelmien suunnittelijoille ja tekijöille. Monet tällä hetkellä käytössä olevat ohjelmat on tehty näitä periaatteita noudattaen.

1. Opiskelijan huomion on saatava kiinnittymään opetusohjelmaan. Tämä voi tapahtua animaatiolla ja äänitehosteilla tai musiikilla. Toinen tapa huomion kiinnittämiseksi on esittää provosoiva kysymys tai kiinnostava fakta.
2. Opiskelijalle kerrotaan joka osion alussa osioon liittyvät oppimistavoitteet. Tämä motivoi opiskelijaa ja virittää hänet odottamaan tietoa.
3. Osion alussa opiskelijaa kannustetaan palauttamaan mieleensä aiempia aiheeseen liittyviä tietojaan ja kokemuksiaan. Uuden tiedon oppiminen on helpompaa, kun se liittyy olemassa oleviin ajatusrakenteisiin. Yksinkertainen tapa palauttaa asioita opiskelijan mieleen on kysyä opiskelijalta hänen omista kokemuksistaan.
4. Opetettava tieto esitetään opiskelijalle. Tiedon pitää olla sopivasti jaoteltu ja organisoitu, ja siihen pitää liittyä esimerkkejä. Jotta erilaiset oppijat tulisivat huomioiduiksi, tiedon esittämiseen käytetään monia tapoja: tekstiä, kuvia, ääntä ja videota.
5. Tietoa syvennetään esimerkein ja case-tapauksin. Opiskelijalle tarjotaan analogioita ja muistisääntöjä. Tarkoitus on parantaa tiedon pitkäaikaista muistamista.
6. Opiskelija houkutellessaan harjoittelemaan asiaa. Harjoittelulla opiskelija varmistuu taidoistaan ja kertaaminen varmistaa mieliinpainumisen.

7. Opiskelijalle pitää antaa välitöntä palautetta suorituksista. Oikeiden vastausten lisäksi opiskelijalle voidaan antaa vinkkejä ja lisätietoja.
8. Aiheen opettelu lopuksi opiskelijalle tarjotaan mahdollisuus testata omia taitojaan. Itse testitilanteessa opiskelijan pitäisi suoriutua itsenäisesti, hänelle ei tarjota vinkkejä tai ohjausta. Testin jälkeen opiskelija saa palautetta suorituksestaan, pistemäärän tai oikeiden vastausten osuuden.
9. Opitun asian siirtoa käytännön toimiin (transfer) tuetaan suunnittelulla ja välineiden valinnalla. Mieliinpainumista lisätään kertaamisella.

2.3 Kognitiivisia ja konstruktivisia oppimisympäristöjä

Kognitiiviset ja konstruktiviset opetusohjelmat perustuvat oppijan omaan aktiiviseen toimintaan, keksimiseen ja osallistumiseen. Ohjelmat tukevat ylemmän tason tiedonkäsittelyä, ongelmanratkaisua sekä teorian ja mallien muodostamista. Ohjelmat tukevat asiantuntijoille ominaisten tiedonkäsittelytaitojen kehittymistä ja käsitteellisen ymmärryksen syvenemistä.

Kognitiiviset opetusohjelmat ovat yleensä yhteen aihepiiriin keskittyviä. Opetusohjelmat muistuttavat behavioristisia ohjelmia, mutta suunnittelun pohjalla oleva tietokäsitys on erilainen. Käytännössä eroa ohjelmien välillä on vaikea havaita.

Konstruktivisia opetusohjelmia ovat avoimet verkostopohjaiset oppimisympäristöt. Ne ovat tietokantajärjestelmän ympärille tehtyjä ryhmätyöohjelmia. Ympäristö tarjoaa välineitä tiedon tuottamiseen, rakenteluun, kehittelyyn ja jäsentelyyn. Avoimuus tarkoittaa sitä, että ympäristö ei aseta kiinteitä oppimistavoitteita ja etenemissääntöjä, vaan opiskelija itse muodostaa itselleen tavoitteet ja käyttää ympäristöä joustavasti näiden tavoitteiden saavuttamiseksi. Verkosto-oppiminen tarkoittaa yhteistyön tekemistä muiden opiskelijoiden tai asiantuntijoiden kanssa, asiantuntijuuden ja osaamisen jakamista. Opiskelijoiden tuottama tieto voi olla kaikkien yhteisesti saatavilla. Keskusteluun on luotu mahdollisuus ja tietoa voi kommentoida.

[Hak01], [MaP00], [Mer98], [MST00]

2.4 Opetusohjelman käyttöliittymän suunnittelu

Opetusohjelman käyttöliittymä poikkeaa muiden ohjelmien käyttöliittymistä siinä, että helppokäyttöisyys ei ole ensisijainen tavoite [Rap97]. Tavoite on saada käyttäjä oppimaan esitetty asia. Opetusohjelman käytön helppous ei saa johtaa siihen että tietokone tekee työn opiskelijan puolesta niin että opiskelija ei opi. Käyttöliittymän pitää aktivoita oppijaa, luoda tilanteita joissa oppija joutuu ajattelemaan ja muokkaamaan tietoa.

Ohjelman pitää olla sovitettu opiskelija tasoon ja opittavaan tehtävään. Yleiskäyttöiset ympäristöt ovat usein liian monimutkaisia opiskelijan hallittavaksi. Huomion pitää kiinnittyä opeteltavaan ainekseen, ei ohjelman hallintaan. Ohjelman käyttö ei saa edellyttää, että opiskelija joutuu opettelemaan ohjelman toimintaan liittyviä käsitteitä varsinaisen opittavan asian lisäksi.

Tiedon aktiivista prosessointia lisää se, että opiskelija joutuu itse työstämään materiaalia ja miettimään mitä tehdä seuraavaksi. Esimerkiksi simulaation ohjaaminen pelkän katselun sijaan tuottaa parempia oppimistuloksia. Toisaalta omaa toimintaa vaativien toimintojen ja itsenäisten valintojen lisääminen ohjelmaan tekee ohjelmasta monimutkaisemman. Monimutkaista ohjelmaa ei enää pysty käyttämään intuition avulla, vaan sen käyttöä pitää erikseen opetella.

Kun helppokäyttöisyyden ja opiskelijan aktivoinnin välinen kompromissi on tehty, pätevät opetusohjelmien käyttöliittymiin kaikki samat hyvän käyttöliittymän suunnitteluperiaatteet kuin muidenkin ohjelmien suunnittelussa [Kru00b].

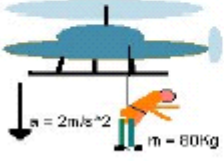
- Käyttöliittymässä pitää yrittää minimoida tarve vierittää ikkunoita. Yhdellä näytöllisellä esitettävät tekstit ovat kohtuullisen lyhyitä, ja tärkeät asiat sijoitetaan näytön yläosaan.
- Käyttäjä ei saa eksyä ohjelmaan. Hänen pitää koko ajan tietää missä kohtaa ohjelmaa hän on, ja mihin hänellä on mahdollisuus siirtyä. Nykyinen sijainti voi olla näkyvässä esimerkiksi pienessä kartassa tai yksinkertaisesti tekstinä, esimerkiksi "osa 3/10".
- Käyttöliittymässä pitää olla yhtenäinen ulkoasu graafisille elementeille, kuten napeille ja linkeille. Elementeille tulisi olla ikkunasta riippumattomat vakiopaikat.
- Virheilmoitusten pitää olla selkeitä, niin että käyttäjä voi ilmoituksen avulla selvittää ongelman ja päästä ohjelman suoritukseen eteenpäin.
- Ohjelman pitää antaa opiskelijalle ohjausta ja palautetta suoritetuista tehtävistä.
- Opiskelijan edistymisen tulisi näkyä ohjelmassa. Luettuihin teksteihin ja läpikäytyihin osioihin voidaan lisätä pieniä merkkejä osoittamaan sitä että aihe on opiskeltu. Tyypillisesti läpikäydyn osion otsikon väri muuttuu tai otsikon eteen lisätään väkänen.
- Ohjelmassa ei pidä käyttää tekniikkaa joka ei ole opiskelijan saatavilla.

3 SE Coach

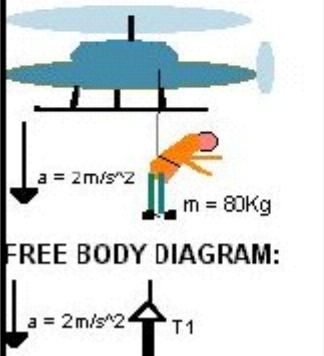
SE (Self-Explanation) Coach on fysiikan opiskelun tueksi kehitetty järjestelmä [CLV97], [CoV99], [CoV01]. Se on osa Andes järjestelmää, joka ohjaa opiskelijoita tutkimaan esimerkkejä ja ongelmia. Kohderyhmänä on yliopistotasoiset opiskelijat, jotka suorittavat ensimmäistä fysiikan peruskurssia. SE Coachin tarkoitus on innostaa opiskelijat käyttämään selittämistä oppimisen välineenä. SE Coach muodostuu kolmesta osasta. Opiskelijan työskentely-ympäristö (Workbench) näyttää esimerkit opiskelijalle ja tarjoaa

työkalut esimerkkien selittämiseen. Opiskelijan malli (student model) on probabilistinen. Malliin kerätään tietoa opiskelijan toimista ohjelmassa. Tuutori (Coach) käyttää opiskelijan mallista saatavia arvioita löytääkseen puutteita opiskelijan tiedoissa ja valitsee selitystehtävät puutteita paikkaaviksi.

Kun opiskelija alkaa tutkia esimerkkitehtävää, on esimerkki peitetty läpinäkymättömillä laatikoilla (kuva 1). Kukin laatikko peittää yhden pienen osakokonaisuuden. Jotta opiskelija saisi laatikon alla olevan tekstin esille, hänen pitää kuljettaa hiiri alueen yli. Tämän on ajateltu lisäävän opiskelijan keskittymistä ja vähentävän harhailua tekstissä. Toinen syy peittämiselle ja paljastamiselle on se, että ohjelma saa tietoa opiskelijan käyttäytymisestä, mitä osioita hän on katsonut ja kuinka kauan aikaa hän on kuhunkin osioon käyttänyt. Tämä tieto talletetaan opiskelijan malliin. Kuvassa 2 näkyy sivu kokonaan paljastettuna.

EXAMPLE 1: Boy rescued by a helicopter	SOLUTION
<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div> <div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div> <div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div> <div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>	We choose Jake as the body to which to apply Newton's 2nd law. Self-Explain
FIND: The tension T exerted on Jake by the rope.	<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>
	<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>
FREE BODY DIAGRAM.	<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>
<div style="background-color: #cccccc; height: 30px; width: 100%;"></div>	<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>
<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>	<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>
<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>	<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>
<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>	<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>
<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>	<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>
<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>	<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>
<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>	<div style="background-color: #cccccc; height: 20px; width: 100%;"></div>

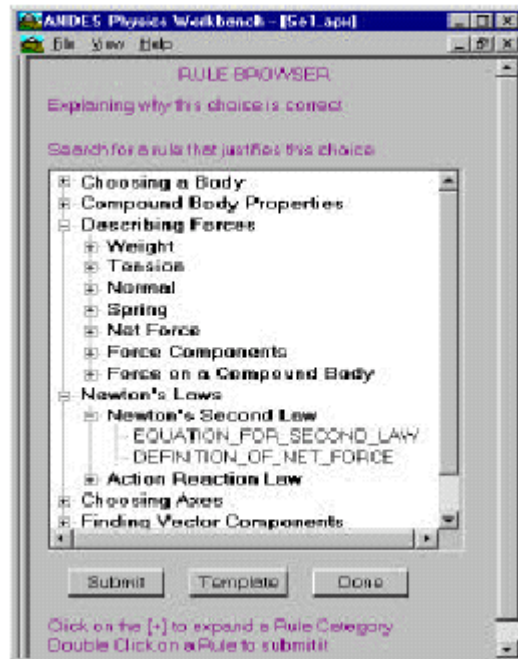
Kuva 1. Esimerkki peitettynä. [CoV01]

EXAMPLE 1: Boy rescued by a helicopter	SOLUTION
<p>Jake, an 80Kg undergrad, is rescued from a burning building by a helicopter. He hangs at the end of a rope dangling beneath the helicopter. If the helicopter accelerates straight downward with respect to the ground, with an acceleration $a = 2\text{m/s}^2$. FIND: The tension T exerted on Jake by the rope.</p>	<p>We choose Jake as the body to which to apply Newton's 2nd law. The helicopter's rope exerts a tension force T on Jake. The tension force T is directed upwards. The other force acting on Jake is his weight W. The weight W is directed downwards. To apply Newton's 2nd law to Jake, we choose a coordinate system with the Y axis directed downward. The Y component of Jake's weight W is $W_y = W$. The Y component of the tension T on Jake is $T_y = -T$. The net force acting on Jake along the Y axis is: $\text{Net-force}_y = W_y + T_y$. Therefore, substituting $W_y = W$, and $T_y = -T$ into the net force equation, we obtain $\text{Net-force}_y = W - T$. If we apply Newton's 2nd Law to Jake, along the Y axis, we obtain: $\text{Net-force}_y = m \cdot a_y$. The Y component of Jake's acceleration a is $a_y = a$.</p>
 <p>FREE BODY DIAGRAM:</p>	

Kuva 2. Esimerkki paljastettuna. [CoV01]

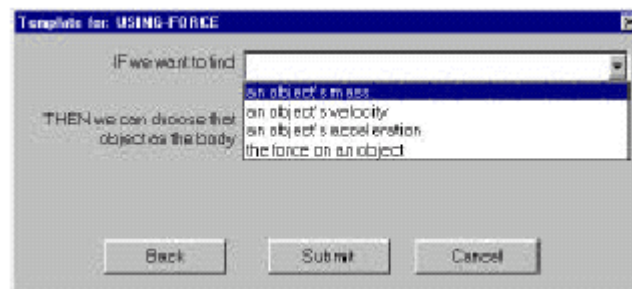
Opiskelijalla on mahdollisuus selittää ratkaisun askelia. Paljastetun rivin kohdalle tulee painike Self-Explain (selitä itse). Selityksiä on kahden tyyppisiä. Opiskelija voi selittää mitä fysiikan lakia tähän askeleeseen tai ratkaisuun käytetään. Hän voi myös selittää, miksi valittu askel on hyödyllinen ja tarpeellinen tehtävän ratkaisun kannalta. Kun opiskelija on painanut Self-Explain -nappia, hänen täytyy ensin valita haluaako hän tehdä fysiikan lakia vai lain roolia ratkaisussa koskevan selityksen. Kummankin valinnan seurauksena aukeaa uusi ikkuna, joko lakiselain (rule browser) tai suunnitelmaselain (plain browser).

Lakiselaimessa (kuva 3) näkyy luettelo kaikista tietokannassa olevista fysiikan laeista. Lista on hierarkkisesti organisoitu.. Opiskelija etsii tästä listasta kyseistä osaa selittävän lain ja valitsee sen näpäyttämällä lakia. Opiskelija lähettää vastauksensa ohjelmalle Submit-nappia painamalla, ja ohjelma antaa palautteen muuttamalla valitun tekstin joko vihreäksi tai punaiseksi. Muuta tukea tai vinkkiä oikeasta ratkaisusta ohjelma ei anna. Tarkoituksena on että opiskelija itse jatkaisi etsimistä ja ajattelua. Opiskelijan malliin talletetaan tieto opiskelijan suorituksista.



Kuva 3. Lakiselain. [CoV99]

Lakiselaimesta voi valita painikkeen Template (malli). Aukeaa uusi ikkuna, jossa kyseistä lakia tarkennetaan. Käyttäjä voi valita listasta lausetta täydentävän tekstin. Kun käyttäjä painaa Submit-nappia, ohjelma tarkistaa vastauksen. Tarkoitus on täsmentää ja selventää käyttäjän mielessä olevaa mallia laista.



Kuva 4. Lakimalli. [CoV99]

Suunnitelmaselain on samanlainen oikean valinnan tekoon perustuva ikkuna kuin lakiselainkin. Suunnitelmaselaimelle ei ole tarkentavaa lisäikkunaa. Tarkoituksena on parantaa opiskelijan ratkaisumalleja.

Kun opiskelija yrittää sulkea esimerkin, ohjelma tarkistaa, onko opiskelija selittänyt kaikki ne kohdat, jotka opiskelijan mallin mukaan olisivat opiskelijalle tärkeitä. Jos jokin ohjelman mielestä oleellinen selitys puuttuu, ohjelma huomauttaa asiasta ja muuttaa puutteellisesti käsitellyt osiot vaaleanpunaisiksi. Ohjelma laittaa jokaiselle vaaleanpunaiselle osiolle tarkemman toimintaohjeen: selitä lakiselaimella, selitä suunnitelmaselaimella, lue tarkemmin. Nämä lisämerkinnät muuttuvat dynaamisesti sen mukaan mitä

opiskelija uusintakierroksella tekee. Opiskelijalla on halutessaan mahdollisuus olla välittämättä ohjelman neuvoista ja sulkea esimerkki.

Ohjelman alkuperäisessä versiossa esimerkki-ikkunan sulkeminen toimi hieman toisin. Kun opiskelija halusi sulkea esimerkki-ikkunan vaikka ohjelman mielestä hänen olisi pitänyt vielä selittää osia, ohjelma tarjosi kolmea vaihtoehtoa: ikkunan sulkeminen, palaaminen esimerkkiin ja palaaminen esimerkkiin neuvon kera. Neuvon valinta korosti yhden niistä osioista, joihin opiskelijan pitäisi selittää lisää. Tarkoitus oli että opiskelija tämän selityksen tehtyään itse aktiivisesti miettisi, pitäisikö hänen selittää vielä jotain muuta. Opiskelijat puolestaan katsoivat tehneensä vaaditun tehtävän ja yrittivät sulkea ikkunan. Koska ohjelman mielestä ikkunassa oli vielä jotain selittämistä, kierros alkoi alusta. Ohjelman tekijät olettivat että opiskelijat olisivat itse enemmän tietoisia omien tietojensa puutteista ja toimisivat sen mukaan. Näin ei käynyt, joten ohjelmaa muutettiin ohjaavampaan suuntaan.

Käyttäjäkokeissa havaittiin, että jos käyttäjä ei löytänyt hakemaansa lakia siitä ryhmästä, josta hän ensin sitä etsi, hän lopetti etsimisen kokonaan. Satunnaista näpäyttelyä ja kokeilemalla etsimistä ei esiintynyt. Listassa olevien ryhmien nimeäminen osoittautui tärkeäksi, nimen pitää olla mahdollisimman kuvaava ja helposti tunnistettava. Jotkut lait päätettiin laittaa useamman otsikon alle.

Kokeissa havaittiin että jos opiskelijalla oli täysi vapaus valita, mitä tehdä seuraavaksi, vain pieni osa käyttäjistä teki lakia tarkentavan malli-ikkunan tehtäviä. Ohjelmaa muutettiin niin, että lakiselaimesta ei päässyt pois muuten kuin lakimallin kautta. Havaittiin, että kun opiskelijat pakotettiin lakimalli-ikkunaan, suurin osa heistä teki tehtävän, vaikka ikkunasta pystyi poistumaan tehtävää tekemättäkin.

Kun tutkittiin ohjelmalla saavutettavia oppimistuloksia, todettiin, että vaikka SE Coachia käyttänyt ryhmä sai parempia tuloksia kuin verrokkiryhmä, ei ero ollut tilastollisesti merkittävä. Tekijät pohtivat mahdollisia syitä ja löysivät kolme selitystä. Ensimmäinen on, että ei voida tietää, kuinka paljon verrokkiryhmän jäsenet käyttivät selittämistä apukeinona, vaikka siihen ei tarjottu teknistä tukea. Toinen selitys on, että selittäminen valintalistaa käyttäen ei vastaa itsetuotettua selitystä. Kolmas selitys on testijärjestelyjen puutteellisuus. Jos järjestelmää olisi käytetty kauemmin, erot olisivat saattaneet kasvaa. On myös mahdollista että koe ei onnistunut mittaamaan osaamista oikealla tavalla.

SE Coachin lähtöajatus oli hyvä, rohkaista opiskelijoita selittämään teoriaa ja ratkaisun etenemistä itselleen. Toteutuksessa tästä kognitiivisen oppimisen menetelmästä oli jätetty oleellinen pois: oma aktiivinen työskentely. Opiskelijat tekivät behavioristisia monivalintatehtäviä ja saivat tehtävästä heti palautteen. Valinnan teko on alemman tason tiedonkäsittelyä, ei uuden tiedon aktiivista rakentamista. Tekijät joutuivat tekemään valinnan antaako opiskelijalle mahdollisuus kirjoittaa omia selitystekstejä, vai antaako opiskelijalle palautetta tehtävästä. Ihanteellisessa ohjelmassa molemmat vaihtoehdot toteutuisivat yhtä aikaa, mutta se ei

ole teknisesti mahdollista ainakaan vielä. SE Coach osoittaa monella tavalla miten vaikeaa on löytää ja toteuttaa hyvät suunnitteluratkaisut opetusohjelmaan.

4 Yhteenveto

Behaviorististen opetusohjelmien suunnittelu on selkeää. Tavoitteet ovat tarkasti määriteltävissä. Keinot tavoitteiden saavuttamiseksi ovat melko tiukka käyttäjän ohjaaminen ja toistoja suosiva harjoittelu. Lopuksi suoritettavalla testillä kontrolloidaan oppimisen tulos. Kognitiivisten opetusohjelmien suunnittelu on haasteellisempaa. Suunnittelussa joudutaan tarkasti miettimään miten pystytään yhtä aikaa tukemaan käyttäjän aktiivista tiedonmuodostamista, antamaan tarvittava ohjaus ja varmistamaan että käyttäjä oppii vaaditun asian. Tavoitteet tuntuvat jossain määrin ristiriitaisilta. Luisuminen behavioristiseen toimintamalliin on helppoa. Konstruktivistien opetusohjelmien suunnittelu lähtee siitä että opiskelija on itse vastuussa oppimisestaan. Koska ohjelmassa ei ole tarvetta kontrolloida käyttäjän toimia ja oppimista, ohjelmassa voidaan vapaasti käyttää sellaisia elementtejä, joiden perusteella ei pystytä tekemään arviointia käyttäjän oppimistuloksesta. Ongelmaksi saattaa muodostua se, että käyttäjä on liian omillaan, eikä saa kaipaamaansa tukea.

Lähteet

- CLV97 Conati, C., Larkin, J., VanLehn, K., A computer framework to support self-explanation. Proceedings of AIED 97 World Conference on Artificial Intelligence in Education.
<http://www.pitt.edu/~vanlehn/distrib/Papers/AIED97.pdf>
- CoV99 Conati, C., VanLehn, K., Teaching meta-cognitive skills: Implementation and evaluation of a tutoring system to guide self-explanation while learning from examples. Proceedings of AIED '99, 9th World Conference of Artificial Intelligence and Education, Le Man, France.
<http://www.pitt.edu/~vanlehn/distrib/Papers/aied99.pdf>
- CoV01 Conati, C., VanLehn, K., Providing adaptive support to the understanding of instructional material. IUI, January 14-17, 2001, Sante Fe, New Mexico.
<http://www.pitt.edu/~vanlehn/iui2001.pdf>
- Hak01 Hakkarainen, K. et al., Oppimisympäristöjen kognitiivinen tutkimus. Teoksessa *Moderni kognitiotiede*, toim. Saariluoma, P. et al., Gaudeamus, Helsinki, 2001, 152-172.
- Kru00a Kruse, K., Web Rules. Learning Circuits, 2000.
http://www.learningcircuits.org/feb2000/feb2000_webrules.html
- Kru00b Kruse, K., Five Web-Based Training Perils -- and How to Avoid Them. Learning Circuits, 2000.
<http://www.learningcircuits.org/mar2000/kruse.html>
- Lan01 Lane, C., Learning styles. DLRN's technology resource guide, luku 5. Distance Learning Resource Network.
<http://www.dlrn.org/library/dl/guide5.html>
- Lea01 Leamson, R., N., Does technology present a new way of learning? Educational Technology & Society 4(1) 2001.
http://ifets.ieee.org/periodical/vol_1_2001/leamson.htm
- Lea00 Learning styles and the online environment. Illinois online network resources, 2000.
<http://illinois.online.uillinois.edu/IONresources/instructionaldesign/learningstyles.html>

- MaP00 Manninen, J., Pesonen S., Aikuisdidaktiset lähestymistavat - Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen suunnittelun taustaa. Teoksessa Matikainen, J., Manninen, J., Aikuiskoulutus verkossa, Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus, 2000, 63-79.
- Mer98 Mergel, B., Instructional design & learning theory. 1998.
<http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/brenda.htm>
- MST00 Meisalo, V., Sutinen, E., Tarhio, J., Modernit oppimisympäristöt. Tietosanoma, Helsinki, 2000.
- Rap97 Rappin, N., et al., Balancing Usability and Learning in an Interface.
<http://www.cc.gatech.edu/gvu/edtech/DEVICE/chi97/chi97.html>
- Sta99 Stahl, S. A., Different strokes for different folks? A critique of learning styles. American educator, 1999.
http://www.aft.org/publications/american_educator/fall99/DiffStrokes.pdf
- VaJ93 VanLehn, K., Jones, R. M., What mediates the self-explanation effect? Knowledge gaps, schemas or analogies? Proceedings of the Fifteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1993.
<http://www.pitt.edu/~vanlehn/distrib/Papers/CSC93.pdf>

Lisätietoa

Testi oman oppimistyylin selvittämiseksi (linkki ION-sivulta)

http://www.metamath.com//multiple/multiple_choice_questions.cgi

Andes-tutkimuksen kotisivu: Andes - An intelligent tutoring system for physics

<http://www.pitt.edu/~vanlehn/andes.html>