

# Simulaattori- opetuksen pedagoginen malli

---

Hannu Salakari

KL

Tampereen ammattiopisto

[hannu.salakari@tao.tampere.fi](mailto:hannu.salakari@tao.tampere.fi)

## Johdanto

**S**imulaattoriopetuksen pedagogisella mallilla tarkoitetaan tässä yleisesti sitä tapaa, millä tavoin simulaattorilla opetetaan ja millä tavoin sillä opitaan. Opetus nähdään oppimisen ohjaamisena.

Simuloinnin käyttöön perustuvan opetuksen perusajatus on seuraava:

Kun joudutaan ensimmäistä kertaa käytännön tilanteeseen, jossa on päätettävä nopeasti miten toimia, oikeanlaisen toimintatavan valinta on usein vaikeaa. Ensimmäisellä kerralla toimitaan usein virheellisesti. Sen sijaan jos tilannetta on harjoiteltu esimerkiksi simuloimalla tilanne ja harjoittelemalla toimintaa etukäteen, aidossa tilanteessa todennäköisesti toimitaan oikein.

Tekniikan kehittymisen mukanaan tuomat simuloinnin opetuskäytön kas-

vavat mahdollisuudet ovat luomassa uudenlaisia, kiehtovia näkymiä koulutuksen tulevaisuuden visiointiin. Tietokoneiden tehokkuuden lisääntyminen ja grafiikan kehittyminen on tehnyt mahdolliseksi reaali maailman ilmiöiden jäljittelemisen paljon aidommin kuin aiemmin. Simulaatioiden käyttöön perustuvia sovelluksia käytetäänkin yhä enemmän erilaisissa käytännön taitojen oppimiseen tähtäävisä koulutuksissa kuten autonkuljettajien tai metsäkoneenkuljettajien ajotaitojen, poliisien ase käsittelyn, kirurgien leikkaustaitojen tai erilaisten teknisten laitteiden tai järjestelmien käyttämisen oppimisen apuna. Simulaattoreiden ja erilaisten virtuaaliympäristöjen käytön mahdollisuudet ovat kuitenkin paljon laajemmat kuin niiden käyttö nykyisin.

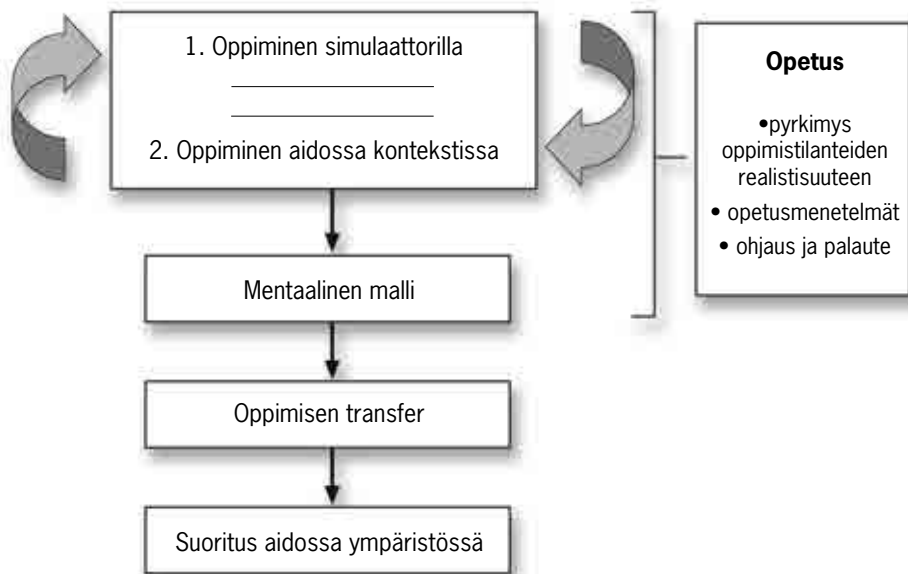
Simulaattoreilla ja erilaisissa virtuaaliympäristöissä tapahtuvalla koulutuksella voidaan ennen kaikkea laskea koulutuksen kustannuksia. Aitoja laitteita ei useinkaan ole käytettävissä kuin hyvin rajoitetusti, jolloin simulaatioiden käytöllä voidaan nostaa opetuksen laatua kun käytettävissä on ympäristö, joka muistuttaa aitoa. Simulointiin perustuvissa ympäristössä tapahtuva koulutus on myös turvallista. Lisäksi opetus voidaan järjestää usein myös tehokkaammin kun kulke- misaikaa tai odotusaikaa säästyy verrattuna toimintaan aidossa ympäristössä. Kun koulutettu käyttää aitoa laitetta tai järjestelmää simulointiin perustuvan koulutuksen jälkeen, hän käyttää sitä tehokkaammin ja paremmin (Flexman & Stark 1987, 1015 - 1028; Flight Simulation 1997, 234 - 236).

Simulaattorin käyttöön perustuvan opetuksen menestyksellä toteuttami-

nen riippuu useasta asiasta. Simulaattoreita käytetään monilla eri aloilla ja siksi myös tapa jolla opitaan vaihtelee aloittain. On tunnettava se millä tavoin kyseessä olevalla alalla opitaan, jotta se voidaan ottaa huomioon kun oppimisolosuhteita suunnitellaan. On tunnettava työn osaamisvaatimukset ja oppimistavoitteet, jotta opetus voidaan järjestää parhaiten oppimista edistävällä tavalla. Kun simulaattorin käyttämistä opetuksessa suunnitellaan tulee tuntee simulaattorin ominaisuudet oppimisen kannalta, mutta myös simulaattorin käyttöön perustuvan opetuksen erityispiirteet. Simulaattoriopetuksen pedagogiset mallit tulee rakentaa alakohtaisesti lähtien oppimistavoitteista ja ottaen huomioon kunkin alan oppimisen ja oppimisen ohjaamisen erityispiirteet ja tarpeet.

Oppimisen tuloksena oppijalle syntyy mentaalinen malli opitusta. Kun opittua sovelletaan aidossa ympäristössä, se tehdään aiemmin muodostuneeseen mentaaliseen malliin perustuen. Oppimisen siirtovaikutus eli transfer kuvaa sitä miten aiemmin opittu siirtyy osaamiseksi aidossa olosuhteissa. Oppimisvaiheessa olosuhteet tulee järjestää niin, että oppimisen transfer on mahdollisimman suurta. Jos simulaattorilla ei voida oppia kaikkia tarvittavia taitoja, oppimistilanteisiin tulee ottaa aidon ympäristön piirteitä siten, että oppijan mentaaliseen mallista tulee sellainen, että oppija suoriutuu opittua aidossa toimintaympäristössä soveltaessaan mahdollisimman hyvin. On pyrittävä simulaattoriopetuksen realismiin (Salakari 2005).

Simulaattoriopetuksen pedagogisen mallin rakenne esitetään kuviossa 1 ja mallin sisältö taulukossa 1.



Kuvio 1. Simulaattoriopetuksen pedagogisen mallin rakenne.

## Opetus simulaattorin avulla

Simulaattorin käyttöön perustuvan koulutuksen suunnittelu lähtee liikkeelle koulutustarpeiden analysoinnista. Monessa tapauksessa, esimerkiksi ammatillisen koulutuksen ollessa kyseessä, koulutustarpeet on analysoitu jo aiemmin. Kun koulutustarpeet on analysoitu, laaditaan oppimistavoitteet. Suunniteltaessa ja toteutettaessa opetusta tulee lähteä opetuksen tavoitteista: Millä tavoin oppimistavoitteet voidaan parhaiten saavuttaa? Kun on kyse opetuksesta, jossa käytetään simulaattoria kysymys on myös siitä miten saada simulaattorin käyttö opetuksessa palvelemaan oppimistavoitteita optimaalisesti. Millä tavalla opetus tulee järjestää riippuu kyseisen alan työtehtävien luonteesta.

Opetuksessa tulee pyrkiä oppimistilanteiden realistisuuteen. Tämä voi ta-

pahtua sekä 1) lisäämällä simulaattoriopetuksen realistisuutta että 2) järjestämällä muulla tavoin se osa opetuksesta, jota simulaattorilla ei voida aidosti toteuttaa. Jotta tähän päästäisiin tulee tuntee simulaattorin ominaisuudet oppimisen kannalta eli se, mitä sen avulla voidaan oppia ja mitä ei. Oppimistilanteiden realistisuudella voidaan edistää realistisen mentaalisen mallin muodostumista oppijalle.

Kun koulutusta suunnitellaan tulee ottaa huomioon se millä tavalla simulaattorin käyttö koulutukseen sijoittuu:

- a) missä oppimistehtävissä simulaattoria käytetään,
- b) kuinka paljon sitä käytetään ja
- c) miten simulaattorin käyttö ajallisesti sijoittuu koulutusohjelman eri osiin.

Jos simulaattorin osuutta koulutuksen toteutuksessa halutaan lisätä, se

voidaan tehdä esimerkiksi järjestämälä oppimistilanteet toiminnallisesti ja sosiaalisesti saman kaltaisiksi kuin aidoissa tilanteissa.

Event-Based Approach to Training eli EBAT-opetusmenetelmää (Fowlkes, Dwyer, Oser & Salas 1998) on käytetty simulaattoriopetuksessa useilla aloilla. Sen periaatteiden pohjalta on mahdollista suunnitella eri aloille soveltuvia toteutuksia. Menetelmän periaatteisiin kuuluu, että laaditaan mahdollisimman paljon aitoja tilanteita muistuttavia tapahtumien kulkua kuvaavia

skenaarioita eli käsikirjoituksia. Todellisia tapahtumia jäljittelevät skenaariot lisäävät opetuksen realistisuutta, parantavat oppimistuloksia ja oppimisen transferia. Skenaarioita käytettäessä lähdetään liikkeelle tyypillisistä tilanteista, joissa opitaan perustaidot. Taitojen karttuessa voidaan ottaa käyttöön esimerkiksi erikoistilanteita kuvaavia skenaarioita.

Opittavien työtehtävien luonne ja oppijoiden aikaisempi osaaminen määrittävät varsin pitkälle sen millä tavoin opetus tulisi järjestää. Osa oppimista-

Taulukko 1. Simulaattoriopetuksen pedagogisen mallin sisältö.

TEEMAT		
OPPIMINEN JA OPETUS		
	OPPIMINEN	OPETUS
<b>OPPIMISEN ORIENTAATIO</b>	Kokemusperäinen Konstruktivistinen	Tekemällä oppiminen Ongelmanratkaisu
<b>MALLIT</b>	Mentaalisten mallien realistisuus	Simulaation lisäksi aidon kontekstin piirteiden tuominen opetukseen EBAT
<b>OPPIMIS-TAVOITTEET</b>	Automatisoituminen Metakognitiiviset taidot Erityyppisen transferin edistäminen Osaaminen aidossa ympäristössä	Skenaariot Opetuksen realistisuus Motivoivat tehtävät Tehtävien sopiva vaikeusaste
<b>OPITTAVAT TAIDOT</b>	Motoriset taidot  Menetelmätaidot  Päätöksentekotaidot	Riittävä harjoituksen määrä simulaattorilla ja aidossa ympäristössä  Harjoittelu simulaattorilla  Aidot skenaariot ja aidot/aidonkaltaiset ongelmatilanteet
<b>OPPIMIS-PROSESSIT</b>	Multimodaliteetti  Ongelmanratkaisu  Oppiminen aiemmin koettuihin tapauksiin perustuen	Aitojen tai aidonkaltaisten kokemusten saaminen  Ohjauksen merkitys
<b>OPPIJAN TOIMINTA</b>	Interaktiivisuus Itse tekeminen Konstruktiiivisuus	Simulaattorin antama palaute Opettajan palaute

voitteista on sellaisia, jotka tulevat ulkoa esimerkiksi asiakkaan vaatimusten seurauksena. Kyseessä voi olla esimerkiksi koneen tai laitteen mittaus-tarkkuuteen tai tuotteen laatuun liittyvä ominaisuus. Kun on kyse tarkkaan määrätystä tavoitteesta tai tuotteen ominaisuudesta, konstruktivistinen ajattelu soveltuu huonosti oppimisen ohjaamisen taustafilosofiaksi, kun jokin asia on tehtävä tarkalleen siten kun asiakas sen vaatii.

Koulutuksen alkuvaiheessa behavioristinen lähestymistapa tietyissä asioissa voi olla välttämätön opittaessa työn vaatimuksia tai työhön liittyviä periaatteita. Tällaisessa tilanteessa opettajan rooli korostuu ohjeita annettaessa ja toisaalta palautetta annettaessa. Ohjeistuksen on oltava yksiselitteinen ja selkeä. Opettaja voi myös esimerkiksi demonstroida suorituksen, jolloin oppijalle syntyy suorituksesta oikeanlainen mentaalinen malli. Konstruktivistinen lähestymistapa soveltuu kuvatuun kaltaisissa työtehtävissä sitten kun oppija on oppinut työhön liittyvät vaatimukset ja periaatteet. Sen jälkeen hän voi soveltaa opittua (Campbell et al. 2003; Sanders 2002).

Koska simulaattoriharjoitus tapahtuu erillään kontekstista, jossa opittuja taitoja sovelletaan, kouluttajan rooli oppimisen ohjaajana korostuu. Vaikka simulaattori on interaktiivinen oppimisympäristö, joka antaa palautetta oppijalle, se ei anna palautetta lähekkään kaikesta opittaviin taitoihin liittyvästä, esimerkiksi työskentelyn periaatteista tai tärkeysjärjestyksestä. Gatto (1993) jakaa oppimistavoitteet operationaalisiin ja käsitteellisiin. Operationaaliset tavoitteet ovat useimmiten tiedostettuja, ne ovat kä-

tännön tavoitteita, jotka on selkeästi kirjattu koulutuksen tavoitteisiin. Sen sijaan käsitteelliset tavoitteet ovat usein hiljaista tietoa. Ne sisältävät toimintamalleja tai periaatteita, joiden avulla päästään operationaalisiin tavoitteisiin. Osa näistä periaatteista voi olla tietoa, jota kouluttajakaan ei osaa sanallisesti ilmaista. Ilman kouluttajaa oppijan näiden periaatteiden oppiminen on kuitenkin mahdotonta. Tyypillinen oppijan kysymys tällaisessa tilanteessa: ”Miksi asia on tuolla tavalla tai miksi asia on tehtävä noin”? Tähän kouluttaja ja oppija voivat hakea vastausta yhdessä.

Simulaatiomallit myös usein yksinkertaistavat asioita, jolloin oppija saattaa saada virheellisen vaikutelman taidon täydellisestä hallitsemisesta. Harjoitusta seuraava kouluttajan ja oppijan välinen palautekeskustelu on tärkeää myös siksi. Siinä käydään läpi harjoituksen kulkua ja arvioidaan onnistumista. Kouluttajan rooli on merkittävä kytkettäessä simulaattorilla opittua aitoon ympäristöön kun esimerkiksi

- 1) analysoidaan eroja ja yhtäläisyyksiä simulaattorin ja aitojen olosuhteiden välillä,
- 2) analysoidaan tapahtumien sääntöjä, syitä ja seurauksia tai
- 3) eroteltaessa olennaisia asioita vähemmän olennaisista tai pääteltäessä asioiden tärkeysjärjystä.

Kun taito on opittu osittain tai kokonaan simulaattorin käyttöön perustuen on tärkeää, että sitä harjoitellaan riittävästi, jotta se muodostuu automaattiseksi. Harjoittelussa voidaan aidon toimintaympäristön lisäksi käyttää apuna simulaattoria.

Oppijan motivaation ylläpitäminen on haaste simulaattorikoulutuksessa. Motivaation säilymiseen simulaatioon perustuvassa opetuksessa ja peleissä ovat kiinnittäneet huomiota Jacobs ja Dempsey (1993). Heidän mukaansa oppimistehtävät vaikuttavat merkittävästi motivaatioon. Niiden tulee olla mielekkäitä ja sopivan haastavia. Ruohotien (1998, 46 - 47) mukaan suoritus paranee motivaation lisääntyessä. Sisäisillä palkkioilla oletetaan olevan lähisempi yhteys suoritukseen ja tyytyväisyyteen kuin ulkoisilla palkkioilla. Työt ja tehtävät tulisi voida muotoilla haasteellisiksi niin, että niiden suorittaminen voisi johtaa sisäisiin palkkioihin, esimerkiksi onnistumisen, edistymisen ja vastuun kokemuksiin (Ruohotie 1998, 46).

### **Oppiminen simulaattorin avulla ja aidossa kontekstissa**

**S**imulaattorin käyttöön perustuvan opetuksen tavoitteena on se, että tehtävät osataan aidossa toimintaympäristössä. Oppimistilanteet simulaattorilla voidaan saada aitoa muistuttavaksi, mutta ei kaikilta osin. Siksi osa opetuksesta on järjestettävä siten, että oppija oppii myös ne asiat, joita ei simulaattorin avulla voida oppia.

#### **Oppiminen simulaattorin avulla**

Kun simulaattorin käyttöön perustuvaa opetusta suunnitellaan, on tärkeää ymmärtää se, millä tavoin kyseessä olevalla koulutusosalalla opitaan. Esimerkiksi ajoneuvoilla ja ajoneuvosimulaattoreilla opitaan suurelta osin motorisia taitoja. Oppimisessa on behavioristisia piirteitä: jos tehdään

ajovirhe, esimerkiksi vääränlainen ohjausliike, simulaattori rankaisee esimerkiksi ajolinjalta harhautumisena, josta seuraa epämiellyttävä kokemus kun auto suistuu tieltä. Oppiminen tapahtuu ”kantapään kautta”. Kokemuseräiseen oppimiseen olennaisesti kuuluvan reflektoinnin (Kolb 1984) osuus tällaisessa oppimisessa ei ole suuri. Toisen luontoista oppimista kuvaa Gaba (1991) anestesiologian alalla: oppimisessa korostettiin erityisesti metakognitiivisten taitojen kehittymistä dynaamisissa päätöksentekotilanteissa.

Simulointiin perustuva oppiminen on kokemuseräistä tekemällä oppimista (Kommers 2003b; Spector, Christensen, Sioutine & McCormack 2001; Youngblut 1997). Kouluttaja ei välttämättä ole koko ajan paikalla, vaan oppija oppii suuren osan aikaa itsenäisesti. Oppijan taito hallita omaa oppimistaan korostuu kun opettaja on fasilitaattorin roolissa. Oppijoiden kyky hallita omaa oppimistaan, heidän metakognitiivisten taitojensa kehittäminen on yksi koulutuksen tavoitteista myös simulaattorin käyttöön perustuvassa koulutuksessa. Metakognitiiviset taidot edistävät oppimisen adaptiivista transferia (Ivancic & Hesketh 2000), jolloin oppija voi paremmin soveltaa simulaattorilla opittuja taitoja ja periaatteita aidossa olosuhteissa, jotka poikkeavat olosuhteista simulaattorilla. Myös Ruohotie ja Honka (2003, 74 - 77) Ruohotiehen (2002a ja 2002b) perustuen korostavat itsesäätelyvalmiuksien kehittämisen merkitystä yleensä ammatillisessa koulutuksessa. Oppimaan oppiminen on keskeinen taito nopeasti muuttuvassa työelämässä. Opettajan tehtävänä on kontekstualisoida oppimisstrategiat siten, että oppijat ymmärtävät mitkä strategiat

kulloinkin ovat mahdollisia, miten niitä tulisi soveltaa erilaisissa tilanteissa ja milloin ja miksi niistä on apua. Näitä voidaan käyttää myös kun vertaillaan simulaattoria ja aitoa ympäristöä.

Motorisia taitoja opittaessa vain riittävä harjoituksen määrä takaa oppimisen. Realistisella, tarkalla simulaattorilla voidaan oppia tehokkaasti myös motorisia taitoja, mutta osa näistä on opittavissa vain aidossa ympäristössä. Menetelmätaitoja voidaan oppia myös yksinkertaisemmilla, alemman tarkkuustason simulaattoreilla. Päätöksentekotaitojen oppimista edistävät aidonkaltaiset ongelmatilanteet, joita voidaan luoda skenaarioilla (Connolly, Lester & Blackwell 1989; Flight Simulation 1997, 248; Roscoe, Jensen & Gavron 1980, 175 - 181).

Oppiminen aiemmin koetuista tapauksista kuvaa oppimista simulaattorilla suhteessa aitoihin olosuhteisiin. Oppija joutuu soveltamaan simulaattorilla oppimaansa, muistamaan aiemmin koettuja vastaavan kaltaisia tilanteita, hakemaan analogioita ja yleistyksiä sekä rekonstruoimaan. Reimanin ja Bellerin (1993) Rossiin (1989) ja Mostowiin (1989) perustuen kuvaama oppiminen aiemmin koettuihin tapauksiin perustuen edellyttää erilaisen transferin toteutumista, analogisen ja adaptiivisen, vertikaalisen ja lateraalisen. EBAT-menetelmässä pyritään jäljittelemällä aitoja olosuhteita mahdollisimman tarkasti tavoitteeseen, jossa erityisesti analoginen ja lateraalinen transfer aitoihin olosuhteisiin olisi mahdollista.

Multimodaliteetti, mahdollisuus oppia siten, että oppija on kokonais-

valtaisesti tilanteessa käyttäen kaikkia aistejaan sekä motorisia, havainnollis-käsitteellisiä sekä intellektuaalisia taitojaan työtehtävässä tai ongelmanratkaisutilanteessa on yksi simulaattoriopetuksen eduista. Kun oppija on kokonaisvaltaisesti tilanteessa, oppimista tapahtuu kaikilla tasoilla (Kommers 2003a).

Pyritäänkö mahdollisimman suureen realistisuuteen on keskeinen kysymys kun simulaattoriopetusta suunnitellaan. Se vaikuttaa perustavanlaatuisesti siihen miten simulaattoriopetus järjestetään. Kuinka suuri osa opetuksesta voidaan hoitaa simulaattorilla riippuu simulaattorin realismisuudesta. Kehittyneillä simulaattoreilla voidaan kouluttaa monipuolisemmin ja hoitaa suurempi osuus oppimistavoitteiden saavuttamisesta kuin vähemmän todellisuutta jäljittelevillä. Jos simulaattorin osuus opetuksen kokonaisuudessa on pieni ja simulaattorilla opitaan vain osatehtäviä, simulaattorin realismisuudella ei ole suurta merkitystä. Jos taas simulaattorin osuutta opetuksesta halutaan kasvattaa tulee pyrkiä simulaattoriopetuksen suurempaan realismisuuteen.

Yksi simulaattoriopetuksen eduista on se, että tehtävien vaikeusastetta voidaan säädellä oppijan osaamistason mukaan. Kun opetusta suunnitellaan tulee ottaa huomioon työmuistin kapasiteetti, neljä yksikköä tai muutamia enemmän (Saariluoma 1992, 120 - 128). Harjoitusten suunnittelussa tulee lähteä liikkeelle yksinkertaisista perusharjoituksista ja vasta myöhemmin osan toiminnoista automatisoiduttua harjoittelun seurauksena lisätä harjoitusten vaikeusastetta. Näin voidaan välttää kognitiivinen ylikuorma ja te-

hostaa oppimista (Jonassen, Hernandez-Serrano & Choi 2000, 103 - 127; Shute, Regian & Gawlick-Grendell 1993, 143 - 144).

### Oppiminen aidossa kontekstissa

Aidon kontekstin merkitys simulaattoriopetuksen pedagogisessa mallissa on tuoda opetukseen niitä tekijöitä, joita simulaattori ei jäljittele ja jotka on siksi opittava muulla tavoin. Tämä on mahdollista järjestää vasta silloin kun tunnetaan simulaattoriympäristön vahvuuksien lisäksi myös sen rajoitteet oppimisen apuvälineenä. Aidolla kontekstilla tarkoitetaan tässä sitä kontekstia, jossa käytännön työtä tehdään. Simulaattoriympäristö poikkeaa aina aidosta ympäristöstä siitäkin huolimatta, että skenaarioiden avulla oppimislanteista luodaan mahdollisimman paljon aitoa muistuttavia. Tämän lisäksi simulaattoreiden realismisuus vaihtelee suuresti. Koska simulaattorilla ei kyetä jäljittelemään aitoa ympäristöä täydellisesti, on tärkeää, että koulutus suunnitellaan sillä tavoin, että ne oppimisen kannalta keskeiset asiat, joita ei voida simulaattorin avulla oppia tuodaan mukaan koulutukseen. Osan koulutuksesta tulee tapahtua aidossa kontekstissa tai muulla tavoin siten, että oppimistavoitteet saavutetaan.

Järvisen, Koiviston ja Poikelan (2000, 67) mukaan oppimisen kontekstuaalisuudella tarkoitetaan oppijan omaa toimintaa ja kokemusta, ja toisaalta kokemusta muokkaavaa toimintaympäristöä, tilanteita ja taustoja. Konteksti sisältää toiminta tilanteessa vaikuttavat tekijät, ympäristön antamat merkitykset ja ajalliset ulottuvuudet, jotka luovat taustaa ja ennakoivat tulevaa. Kokemus on pikemminkin

teorian ja käytännön yhteensovittamisen tulosta kuin vain käytännöllistä tekemistä ja päättelyä.

Wengerin (1999) mukaan oppiminen tapahtuu toimintayhteisöissä. Sosiaalinen kanssakäyminen on se perusprosessi, minkä yhteydessä oppiminen tapahtuu. Wenger näkee oppimisen sosiaalisen osallistumisen prosessina. Oppimisen osatekijöitä ovat yhteisöllisyys, sosiaaliset käytännöt sekä yhteisten merkitysten ja identiteetin muodostuminen. Oppimisen kannalta merkittävää on molemminpuolinen vuorovaikutus (mutual engagement), yhteinen tavoitteellisuus (joint enterprise) sekä yhteiset toimintatavat tai toimintakulttuuri (shared repertoire).

Simulaattorilla opittaessa Wengerin mainitsemat, oppimisen kannalta tärkeät tekijät poikkeavat aidosta olosuhteista. Eroja voi olla kolmessa suhteessa: 1) molemminpuolinen vuorovaikutus saattaa poiketa aidosta tilanteesta kun on kyse koulutuksesta samoin kuin 2) yhteinen tavoitteellisuus – on kyse harjoituksesta, eikä mukana myöskään ole välttämättä kaikkia samoja toimijoita kuin aidossa tilanteessa, ja 3) yhteiset toimintatavat tai toimintakulttuuri – koulutusorganisaation toimintakulttuuri saattaa olla erilainen kuin aidon ympäristön.

Millainen ympäristö simulaattori on sosiaalisesti verrattuna aitoon ympäristöön? Sekä Wenger (1995) että Nonaka ja Takeuchi (1995) korostavat sosiaalisen ympäristön merkitystä oppimisessa. Simulaattoriopetuksen fyysinen ja sosiaalinen ympäristö poikkeavat aidosta. Työn tekeminen aidossa olosuhteissa sekä siihen liittyvä sosiaalinen interaktio, hiljaisen tiedon



ulkoistamisen prosessi sekä sosialisatioprosessi toimivat eri tavoin simulaattorilla ja aidossa ympäristössä. Simulaattoreiden realistisuudella ja mahdollisimman hyvin aitoja tilanteita jäljittelevillä skenaarioilla voidaan lähestyä aidon ympäristön tilanteita.

Koska simulaattoriympäristö poikkeaa aina aidosta kontekstista on tärkeää yhdistää simulaattoriopetukseen niitä aidon kontekstin piirteitä, joita simulaattori ei kykene jäljittelemään. Simulaattoria ja aitoa ympäristöä voidaan yhdistellä esimerkiksi siten, että simulaattorilla opitaan perustaitoja, joita sitten harjoitellaan aidossa ympäristössä. Tämän jälkeen voidaan palata simulaattorille oppimaan uutta asiaa. Simulaattorilla harjoittelu ja harjoittelu aidossa ympäristössä voivat vuorotella, jotta oppijalle syntyy realistinen kuva siitä miten simulaattorilla opittu toimii aidoissa olosuhteissa. Sosiaalinen oppimisympäristö on jäljiteltävissä vain tiettyyn rajaan asti.

### Mentaalinen malli

Työn tekemistä säätelevät miellesämme työstä olevat kuvat eli mentaalinen malli. Johnson-Lairdin (1989) kuvaamat eksperttien mentaaliset mallit ovat kvantitatiivisia: ne vaativat tietoa todennäköisyyksistä ja jakaumista. Kehittyneen mentaalisen mallin muodostuminen vaatii paljon harjoitusta, myös erilaisia tapauksia. Oppija oppii perustuen niihin aiemmin kokeemaansa, niihin käytännön tilanteisiin, joita hän on aiemmin kokenut. Niistä opittua oppija soveltaa uusissa tilanteissa. Siksi kattavan mentaalisen mallin kehittyminen vaatii paljon harjoitusta erilaisissa tilanteissa ja olosuhteissa. Paljon kokemusta ja erilaisia ta-

pauksia vaatii myös eksperteille omi- naisen kyvyn kehittyminen ennakoida tulevia tilanteita. Tällaisesta esimerkkinä on Starkin (1999) kuvaama koke- neiden lentäjien kyky ”olla edellä len- tokonetta”, ennakoida lentokoneen käyttäytymistä ilmassa.

Solodilovan, Linternin ja Johnstonin (2003) kuvailema ”mentaalinen elokuva” kuvaa dynaamisena, ajanku- lun ja vaihtoehtoiset asiointilat, tapah- tumien riippuvuuden toisistaan sekä toimintavaihtoehdot huomioonotta- vana mallina paremmin työhön liitty- vää todellisuutta kuin näkemys men- taalisesta mallista staattisena mallina. Tällainen malli on hyödyksi tilanteis- sa, joissa joudutaan jatkuvasti punnit- semaan eri vaihtoehtoja ja tekemään nopeasti päätöksiä tilanteissa, joissa on käsiteltävä paljon informaatiota ly- hyessä ajassa. Mentaalinen harjoittelu ennen suoritusta käymällä läpi tapah- tumien tuleva kulku vaihe vaiheelta eri vaihtoehtoinen ja riskitekijöineen aut- taa parantamaan suoritusta.

Toimintojen perusteellinen oppimi- nen tapahtuu vain riittävän harjoitte- lun seurauksena. On tärkeää, että op- pimisen tuloksena muodostuva men- taalinen malli on realistinen. Jos jokin taito on opittu väärin simulaattorilla opittaessa esimerkiksi sen vuoksi, että simulaattori kuvaa tilanteen helpom- pana kuin se on todellisuudessa, väärin opittua toimintamallia on vaikeaa muuttaa. Erityistä huomiota tuleekin kiinnittää oppijoiden mentaalisen mal- lin realismiin. Mentaalisen mallin realismia kouluttaja voi arvioida opetuksen aikana. Viimeistään men- taalisen mallin realismi on todetta- vissa kun opittua sovelletaan aidoissa olosuhteissa.

## Oppimisen transfer

Vasta suoritus aidossa ympäristössä osoittaa oppimisen siirtovaikutuksen eli transferin onnistumisen. Transferin onnistumiselle voidaan aktiivisesti luoda edellytyksiä simulaattorilla opittaessa esimerkiksi etsimällä selityksiä ja perusteluja sille miten toimitaan ja kytkemällä opittua tietoisesti vastaavaan aidossa olosuhteissa. Toteuttamalla monenlaisia tehtäviä erilaisilla simulaatioilla voidaan lisätä ärsykevariaatiota, mikä lisää transferin laaja-alaisuutta (Rauste-von Wright & von Wright 1994, 47-48). Mielekkäiden oppimistehtävien ja kouluttajan rooli transferin edistäjänä voi olla merkittävä.

Aiemmin opitun soveltaminen samankaltaisissa tilanteissa (analoginen transfer) tai erilaisissa tilanteissa (adaptiivinen transfer) (Ivancic & Hesketh 2000) sekä alemman tasoisen osaamisen hyödyntäminen uusissa olosuhteissa (vertikaalinen transfer) tai opitun hyödyntäminen toisessa tilanteessa (lateraalinen transfer) (Shute, Regian & Gawlett-Grendell 1993, 134), takaavat omalta osaltaan tehokkaan oppimisen. Metakognitiiviset taidot edistävät transferia. Oppimisolosuhteita järjestettäessä tulee pyrkiä tietoisesti erilaisen transferin edistämiseen.

Muun muassa oppijan motivaation vaihtelu joko lisää tai vähentää oppimista ja sen transferia. Jos simulaattori on realistinen, tarkkaan todellisia olosuhteita jäljittelevä, sillä voidaan jatkaa koulutusta pidempään myös sen vuoksi, että oppijan motivaatio säilyy pidempään.

## Tulosten tarkastelua

Tässä kuvattu simulaattoriopetuksen pedagoginen malli on väljä kehys, jota voidaan soveltaa eri alojen simulaattorikoulutuksessa. Tässä työssä korostetaan toisaalta simulaattorin avulla oppimisen kontekstuaalisuutta ja toisaalta mentaalisen mallin merkitystä oppimisessa. Edellä mainitut liittyvät yhteen sillä tavoin, että kontekstuaalisuuden huomioonottaminen takaa osaltaan oikeanlaisen mentaalisen mallin muodostumisen.

Tietokonesimulointiin perustuvan opetuksen, sekä simulaattoriopetuksen että immersiiivisiin virtuaaliympäristöihin perustuvan opetuksen merkitys koulutuksessa tulee lisääntymään tulevaisuudessa. Tämän työn tuloksia voidaan hyödyntää opetuksen suunnittelussa. Työn tuloksena syntynyt simulaattoriopetuksen pedagogisen mallin hahmotelma auttaa analysoimaan ja kehittämään opetusta, jossa käytetään simulaattoria tai immersiiivisiä virtuaaliympäristöjä.

Opetukseen, jossa käytetään simulaattoria voidaan tuoda realismia myös muilla tavoilla kuin simulaation realiteetilla. Oppimistilanteiden tekemisellä realistisiksi on tärkeää kokonaisuus, esimerkiksi opetusmenetelmät ja oppimistilanteen sosiaalinen ulottuvuus. Aitoja tilanteita jäljittelevien skenaarioiden lisäksi realismia voidaan tuoda opetukseen tarkkojen skenaarioiden laatimisen lisäksi esimerkiksi viemällä osia opetuksesta aitoon ympäristöön. Merkittävää oppimisen kannalta on

- a) miten simulaattoria käytetään opetuksessa

- b) miten aitoa ympäristöä voidaan käyttää opetuksessa  
 c) miten muulla tavoin oppimista edistetään.

Pelkästään simulaation tarkkuuden sijaan tulee pyrkiä realistisuuteen laajemmassa mielessä, simulaattoriopetuksen realistisuuteen. Oppimisen apuvälineen, simulaattorin realistisuus, sen fyysiset ja tekniset ominaisuudet suhteessa aitoon ympäristöön ovat vain yksi, tosin tärkeä tekijä, joka vaikuttaa siihen miten opitaan.

Uudella käsitteellä simulaattoriopetuksen realistisuus tarkoitetaan tässä sitä miten paljon oppimistilanteet simulaattoriopetuksessa muistuttavat oppimistilanteita aidoissa olosuhteissa: miten realistinen on oppimisen teknisen ja fyysisen ympäristön lisäksi sen sosiaalinen ulottuvuus tai didaktinen ulottuvuus. Oppiminen simulaattorilla parhaimmillaan on aidossa ympäristössä tapahtuvan veroista, ja jopa tehokkaampaa kun tehtävien vaikeusaste voidaan suhteuttaa osaamistasoon.

## Lähteet

Campbell, C., Throne, M., Black, A. & Lickteig W. 2003. Research Observations and Lessons Learned for the Future Combat Systems. U.S Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences. <http://www.ari.army.mil/research/15.1.2004>.

Connolly, J., Blackwell, B. & Lester, L 1989. Simulator-Based approach to training in aeronautical decision making. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 60 (1), 50–2.

Evans, D. L. & Patel, V. L. (toim.) 1991. *Advanced models of cognition for Medical Training and Practice*. New York: Springer-Verlag.

Flexman, R. & Stark, E. 1987. Training simulators. In Salvendy, G. (toim.) *Handbook of Human Factors*, 1012–1038. New York: John Wiley & Sons.

Fowlkes, J., Dwyer, D., Oser, R. & Salas, E. 1998.

*Event-Based Approach to Training (EBAT)*. *The International Journal of Aviation Psychology* 8 (3), 209–221.

Gaba, D. 1991. Dynamic decision making in anaesthesiology: cognitive models and training approaches. Teoksessa D. L. Evans & V. L. Patel (toim.) *Advanced models of cognition for Medical Training and Practice*. New York: Springer-Verlag, 123–147.

Gatto, D. 1993. The Use of interactive computer simulations in training. *Australian Journal of Educational Technology* 9 (2), 144–156. <http://www.ascilite.org.au/ajet9/gatto.html/31.10.2003>.

Ivancic, K. & Hesketh, B. 2000. Learning from errors in driving simulation: Effects on driving skill and self-confidence. *Ergonomics* 43.

Jacobs, J. & Dempsey, J. 1993. *Simulation and Gaming: Fidelity, Feedback, and Motivation*. Teoksessa J. Dempsey & E. Sales (toim.) *Interactive instruction and feedback*. New Jersey: Englewood Cliffs, 197–227.

Jensen, R. S. (toim.) 1999. *Aviation Psychology*. Hants: Ashgate Publishing Company.

Johnson-Laird, P. 1989. Mental models. In M. I. Posner (toim.) *Foundations of Cognitive Science*. Cambridge: The MIT Press, 469–493.

Jonassen, D., Hernandez-Serrano, J. & Choi, I. 2000. Integrating constructivism and learning technologies. Teoksessa J. Spector & T. Anderson (toim.) *Integrated and holistic perspectives on learning, instruction and technology*. Dordrecht: Kluwer, 103–128.

Järvinen, A., Koivisto, T. & Poikela, E. 2000. *Oppiminen työssä ja työyhteisössä*. Porvoo: WSOY.

Kirjonen, J. (toim.) 2003. *Tietotyö ja ammattitaito. Knowledge work and occupational competence*. Proceedings of Northern Light Congress in Jyväskylä 29.–31.1. 2003. Jyväskylän yliopisto ja Jyväskylän koulutuskuntayhtymä.

Kolb, D. 1984. *Experiential Learning. Experience as The Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Kommers, P. 2003a. In-depth experiences in a virtual training environment: the nature and culture of learning. Teoksessa J. Kirjonen (toim.) *Tietotyö ja ammattitaito. Knowledge work and occupational competence*, 117–132. Proceedings of Northern Light Congress in Jyväskylä 29.–31.1.2003. Jyväskylän yliopisto ja Jyväskylän koulutuskuntayhtymä.

Kommers, P. 2003b. Experiential learning through constructivist learning tools. *International Journal of*

Computers and Applications 25, 1.

Mostow, J. 1989. Design by derivational analogy: Issues in the automated replay of design plans. *Artificial Intelligence* 40, 119–184.

Nonaka, I. & Takeuchi, H. 1995. *The Knowledge-Creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York: Oxford University Press.

Posner, M. I. (toim.) 1989. *Foundations of Cognitive Science*. Cambridge: The MIT Press.

Rauste - von Wright, M. & von Wright, J. 1994. *Oppiminen ja koulutus*. Juva: WSOY.

Reimann, P. & Beller, S. 1993. Computer-based support for analogical problem solving and learning. *Teoksessa Simulation-Based Experiential Learning*. Berlin: Springer Verlag, 91–104.

Rolfe, J. & Staples, K. (toim.) 1997. *Flight simulation*. Cambridge Aerospace Series. Cambridge: Cambridge University Press.

Roscoe, S., Jensen, N. & Gavron, V. 1980. Introduction to training systems. *Teoksessa: S. Roscoe (toim.) Aviation Psychology*. Iowa: Iowa State University Press, 173–181.

Roscoe, S. N. (toim.) 1980. *Aviation Psychology*. Iowa: Iowa State University Press.

Ross, B. 1989. Reminders in learning and instruction. *Teoksessa S. Vosniadou & A. Ortony (toim.) Similarity and analogical reasoning*. Cambridge, M.A: Cambridge University Press, 438–469.

Ruohotie, P. 1998. *Motivaatio, tahto ja oppiminen*. Helsinki: Edita.

Ruohotie, P. 2002a. Motivation and self-regulation in learning. *Teoksessa H. Niemi & P. Ruohotie, P. (toim.) Theoretical Understandings for Learning in the Virtual University*. Research Centre for Vocational Education: University of Tampere.

Ruohotie, P. 2002b. Kvalifikaatioiden ja kompetensien kehittäminen koulutuksen tavoitteena. *Teoksessa J. Nieminen (toim.) Verkot ja virtuaalistaminen oppimisen tukena*. Hämeen ammattikorkeakoulu.

Ruohotie, P. & Honka, J. 2003. Ammatillinen huippuosaaminen. Kompetenssitutkimusten avaama näkökulma huippuosaamiseen, sen kehittämiseen ja johtamiseen. *Skills-julkaisu 2/2003*. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.

Salakari, H. 2005. Simulaattoriopetuksen pedagogisen

mallin kehittäminen. *Kasvatustieteen lisensiaatintutkimus*. Tampereen yliopisto, ammattikasvatuksen tutkimus- ja koulutuskeskus. <http://tutkielmat.uta.fi/pdf/lisuri00022.pdf/11.2>. 2005.

Salvendy, G. (toim.) 1987. *Handbook of Human Factors*. New York: John Wiley & Sons.

Sanders, W. 2002. *Collective Staff Training in a Virtual Learning Environment*. US Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences. Research Report 1788. <http://www.ari.army.mil/research/10.1>. 2004.

Shute, V., Regian, W. & Gawlick-Grendell, L. 1993. Modeling Practice, Performance and Learning. *Teoksessa D. M. Towne, T. Jong & H. Spada (toim.) Simulation-Based Experiential Learning*. Berlin: Springer Verlag, 133–148.

Spector, J. & Anderson, T. (toim.) 2000. *Integrated and holistic perspectives on learning, instruction and technology*. Dordrecht: Kluwer.

Solodilova, I., Lintern, G. & Johnston, N. 2003. The modern commercial cockpit as a multi-dimensional, information-action workspace. In *Proceedings of the 12th International Symposium on Aviation Psychology*, April 14–17. Dayton, Ohio, USA.

Spector, M., Christensen, D., Sioutine, A. & McCormack, D. 2001. Models and simulations for learning in complex domains: using casual loop diagrams for assessment and evaluation. *Computers in Human Behavior* 17 (5–6), 517–545.

Stark, E. 1999. Simulation. In R. S. Jensen (toim.) *Aviation Psychology*. Hants: Ashgate Publishing Company.

Towne, D. M., Jong, T. & Spada, H. (toim.) 1993. *Simulation-Based Experiential Learning*. Berlin: Springer Verlag.

VR in the Schools, vol. 3 (1), 1997. Greenville, North Carolina USA. <http://www.coe.edu/vr/3-1young.htm/18.10.2003>.

Vosniadou, S. ja Ortony, A. (toim.) 1989. *Similarity and analogical reasoning*. Cambridge, M.A: Cambridge University Press.

Wenger, E. 1999. *Communities of practice. Learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

Youngblut, C. 1997. Educational Uses of Virtual Reality Technology. Executive Summary. In *VR in the Schools*, vol. 3 (1), 1997. Greenville, North Carolina USA. <http://www.coe.edu/vrits/3-1young.htm/18.10.2003>.