

Aikuisten tieteellisen järkeilyn edellytyksistä

Hautamäki, Jarkko, 1983. Aikuisten tieteellisen järkeilyn edellytyksistä. Aikuiskasvatus 3, 4, 159—161. — Artikkelissa nähdään tieteellinen järkeily ajatteluksi, joka kykenee jäsentämään ajattelun kohteen useiden erilaisten asioiden kantajana. Artikkelissa tarkastellaan menetelmiä, joilla tieteellistä järkeilyä ja sen edellytyksiä on mitattu sekä näiden kokeiden tuloksia. Ajattelun opettaminen nähdään aikuiskasvatuksessa välttämättömäksi.

1. Tieteellisen järkeilyn edellytyksistä

Tieteellisen järkeilyn täsmentämiseksi sovelletaan American Association for the Advancement of Science -järjestön kuvausta tieteilijöiden toiminnasta (Unesco 1980). Järjestö on koonnut, kysytyään lukuisilta tieteenharjoittajilta mitä he todella tekevät, listan tieteellisen prosessin piirteitä:

- observointi
- luokittelu
- numeeristen suhteiden käsittely
- mittaaminen
- avaruudellisten ja aikasuhteiden käsittely
- kommunikointi
- ennusteiden tekeminen
- päättely
- operationaalisten määritelmien käyttäminen
- hypoteesien laatiminen
- tulosten tulkitseminen
- muuttujien tunnistaminen ja kontrollointi
- kokeiden laatiminen ja suorittaminen

Tällaisista tekemisistä koostuu tietoa käsittelevän ammatti-ihmisen toiminta ja niiden kokonaisuutta voidaan kutsua tieteelliseksi toiminnaksi ja sen psyykkisen säätelyn erityisluonnetta tieteelliseksi järkeilyksi.

Tieteellisellä järkeilyllä tarkoitetaan sellaista ajattelua, joka kykenee jäsentämään ajattelun kohteen useiden erilaisten asioiden kantajana. Nämä asiat ("muuttujat") arvoineen määrittävät kohteen ja samalla luovat edellytykset suhteuttaa kohde toisiin mahdollisiin ajattelun

kohteisiin. Tieteelliseen järkeilyyn kuuluu myös taito eritellä kohde-esinettä tai -asiaa jonkun toisen esineen tai asian kohteena ja selvittää vaikuttaako toinen ensimmäiseen. Siis kausaalisen vaikutuksen yhteyksien tai sellaisen vaikutuksen puuttumisen toteaminen on osa tieteellistä järkeilyä.

Moderni tuotantoteknologia on vaatimassa työntekijöiltä yhä enemmän sellaisia ominaisuuksia, joita AAASn listassa käsiteltiin. Olen yleisesti tarkastellut tätä eräässä artikkelissa (Hautamäki 1975). Tavoitteena oli esittää eräs malli, jonka avulla löydettäisiin sellainen yksikköprosessi, joka voidaan löytää tuotannossa, mutta joka samalla on jo psykologinenkin. Tieteellisten prosessien luokittelun listasta yhteyksiä voidaan todeta mm. kontrollisuoritukseen tuotannossa, valmisteluihin ja myös suorituksen tarkistamiseen.

Tieteellisen järkeilyn edellytyksillä tarkoitetaan sellaisia ihmisissä olevia, koulutuksen ja muun kehityksen tuottamia ominaisuuksia, joiden avulla hän tietyissä tilanteissa saattaa kyetä ratkaisemaan erilaisia ongelmia ja tehtäviä. Edellytyksiä ne ovat itse tieteellisen järkeilyn todellisen käyttämisen kannalta, ja niitä tutkitaan usein irrallaan työnteosta ja työn ongelmien ratkaisuista. Tietyn prosessin — esimerkiksi muuttujien tunnistamisen ja kontrolloinnin — esiintymisen toteaminen psykologisessa kokeessa ei tietenkään ole riittävä ehto tuon järkeilyn osaprosessin taitavalle käyttämiselle todellisessa tilanteessa.

Artikkelin tarkoituksena on kertoa eräiden empiiristen mittausten suorittamisesta ja tuloksista. Mittaukset kohdistuivat tieteellisen järkeilyn tai ainakin sen osan, loogisen päättelyn, edellytyksiin.

2. Tieteellisen järkeilyn edellytysten mittaamisesta

Kirjallisuudessa on esitetty useita mahdollisuuksia tieteellisen järkeilyn ja loogisen päättelyn tutkimiseen. Omana tavoitteenani on ollut sellainen ratkaisu, jota voidaan soveltaa perusteesta yliopistoon asti. Saman teoreettisen mallin tulisi kattaa varsin pitkä aikaväli. Samalla teoreettisen mallin avulla voitaisiin hahmotella myös mahdollisuuksia parantaa puuttuvia ominaisuuksia — kehitellä tieteellisen järkeilyn opetettavuuden ehtoja (käsitteestä Hautamäki 1978). Näistä ja eräistä muista syistä tutkimuksessa on sovellettu Piaget'n teoriaa ajattelun kehityksestä. Hänen teoriassaan ajattelun kehitys vaiheistetaan 3 pääluokkaan — sensorimotorisen älykkyyden vaihe, representatiivisen älykkyyden vaihe (jakautuu esiopeeraationaaliseen ja konkreettiseen vaiheeseen) ja formaalisen operationaalisen ajattelun vaihe, joka esiintyisi n. 11 vuodesta ylöspäin.

Formaalisen ajattelun vaihe on se vaihe, josta varsinaisesti voidaan puhua tieteellisenä ajatteluna tai sen edellytyksenä tai ainakin kuvauksena joistakin edellytyksistä.

On ajateltu yleisesti, että kaikki ihmiset saavuttaisivat formaalien operaatioiden vaiheen. Ei liene tarpeen yksityiskohtaisesti selvittää formaalin ajattelun määrittelyä (ks. Shayer, Adey 1981), mutta sensijaan tärkeätä on todeta joitakin sen piirteitä:

- useiden vaikuttavien muuttujien kyseessä-ollon kykenee vaihtelevaan yhtä pitäen muita vakioina
- kykenee esittämään ja toteuttamaan koasetelman, jolla voidaan kysytyn muuttujan vaikutus selvittää
- kykenee siirtämään yhdessä tilanteessa kehitettyjä aatteita toiseen tilanteeseen ja muuttamaan muutettavat
- kykenee käyttämään hyväkseen malleja
- ymmärtää, että tapahtuman selityksessä voidaan käyttää hyväkseen "tieteellisiä" käsitteitä, joiden tarkoittamat asiat eivät ole suoraan havaittavissa (voima, energia, tarve jne).

Piaget ja Inhelder (Inhelder, Piaget 1958) ovat kokeilleet ja käyttäneet useita kymmeniä erilaisia tehtäviä ajattelun vaiheiden tutkimisessa. Heidän raporteistaan on siten saatavissa monia teorian käsitteiden avulla eriteltyjä tehtäviä, joilla on näin valmiina silta yleisempään teoriaan tai malliin. Näiden tehtävien avulla voidaan siten arvioida tuon yleisen mallin mukaisen käsitteellisen konstruktion esiintymistä erilaisissa ihmisissä.

Seuraavassa selvitettävässä tutkimuksessa on käytetty Piaget'n ja Inhelder'in esittelemää heiluritehtävää (Hautamäki 1981). Koehenkilöille selvitetään erilaiset seikat, joista heiluri muodostuu: varsi voi olla eripituinen, paino voi olla eripainoinen, sysäys voi olla erivahvuinen ja heiluri voi tietyssä aikayksikössä heilua eritahtiin. Tehtävässä kysellään mikä vaikuttaa heilahdusten määrään. Heille esitetään neljä koeasetelmaa, joissa vaihdellaan varren, painon ja sysäyksen arvoja. Koehenkilöiden on selvitettävä lisäksi miten he selvittäisivät tietyn, nimetyn seikan vaikutuksen. Lopuksi heiltä kysellään yksityiskohtaisesti miten varren pituus vaikuttaa, miten vaikuttaa paino ja miten sysäys vaikuttaa. Lisäksi heidän on selvitettävä miten he vaikutuksen päättävät näkemistään neljästä kokeesta.

3. Koehenkilöt

Tutkimuksessa on aineistoa koottu joukkokokeena esitetyllä heiluritehtävällä sekä lukio- luokkaisilta että yliopisto-opiskelijoilta. Lukio- luokkalaiset ovat olleet II-luokkalaisia ja noin yhtä vuotta nuorempia kuin ensimmäisen vuoden korkeakouluopiskelijat. Korkeakouluopiskelijat ovat olleet Joensuun korkeakoulun kasvatustieteen ja psykologian opiskelijoita sekä kesälukukauden kasvatustieteen perusteiden opiskelijoita.

Koehenkilöiden lukumäärät ovat seuraavat:

- lukiolaisia 51
- korkeakouluopiskelijoita 89.

4. Tulokset

Taulukossa esitetään lukiolaisten ja korkeakouluopiskelijoiden osalta erikseen kummankin ryhmän jakautuminen ajatteluvaiheisiin. Ajatteluvaiheista käytetään lyhenteitä: 2B myöhäiset konkreetit operaatiot, 2B/3A siirtymävaihe, 3A aikaiset muodolliset operaatiot, 3B myöhäiset muodolliset operaatiot.

Taulukko Lukiolaisten ja korkeakouluopiskelijoiden ajatteluvaihejakautumat heiluritehtävän avulla arvioituna

Ryhmä	Ajatteluvaihe					N
	alle 2B	2B	2B/3A	3A	3B	
Lukiolaiset	0	12%	41%	22%	26%	51
Korkeakoulu	3%	9%	24%	33%	32%	89

Yli koko tämän aineiston analysoitaessa ei miesten ja naisten välillä ole eroa vaiheiden esiintymisessä (khi neliö 5.45, df = 4). Tulosten mukaan näyttää siltä, että korkeakouluopiskelijoiden joukossa n. 1/3 on kypsineiden,

myöhäisten formaalien (muodollisten) operaatioiden vaiheessa, n. $\frac{1}{3}$ ei vielä ole saavuttanut muodollisten operaatioiden vaihetta. Lukio-laisten osalta suurin yksittäinen ryhmä on siirtymävaiheessa olevat oppilaat, mutta heistäkin jo 48% on vähintään aikaisen muodollisen ajattelun vaiheessa.

Lukiolaisten osalta voidaan vertailuksi esittää 16-vuotiaitten jakautuma samalla heiluri-tehtävällä arvioituna: alle 2B 0%, 2B 36.4%, 2B/3A 21.2%, 3A 21.2% ja 3B 21.2%. Selvin ero on vaiheessa 2B/3A olevien määrässä. Muutoin on syytä tässä vain todeta, että peruskoulun viimeisellä luokalla olevien 3B-tasolla olevien oppilaiden määrä ei juuri kasva lukiossa, vaikka lukio ei ole koko ikäluokan koulu.

5. Tarkastelua

Saadut korkeakouluopiskelijoiden jakautumat eivät ole kansainvälisessä kirjallisuudessa aivan ennakoimattomat. Schwebel on tutkimuksessaan vuodelta 1975 todennut tutkittuun 60 ensimmäisen vuoden opiskelijaa, että 17% heistä oli konkreettien operaatioiden vaiheessa, 63% oli aikaisten muodollisten operaatioiden vaiheessa ja 20% myöhäisten muodollisten operaatioiden vaiheessa. Schwebelin käyttämät Piaget-Inhelder tehtävät olivat taipuvat tangot, tasapainovaaka ja kalteva taso. Hänen tutkimuksessaan oli selvä ero miesten ja naisten suoritusten välillä.

Hardy-Brownin tutkimuksessa 30 opiskelijaa tutkittiin kynä- ja paperitestiksi muotoilulla tehtäväsarjalla, jossa oli mukana osioita kemiallisista yhdistelmistä, taipuvista tangoista, proportionaalisuudesta. Jakautuma oli täsmälleen $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{3}$ ja $\frac{1}{3}$, siis konkreettiset operaatiot, 3A ja 3B. Hän selvitteli myös ajatteluvaiheen yhteyksiä runojen erittelytaitoon ja toteasi, että niillä oli tilastollisesti merkittävä yhteys.

Viime vuosina on myös eritelty Piaget'n vaihekuvausten merkitystä aikuisväestön tutkimuksessa. Mm. Long, McCrary ja Ackerman (1979) toteavat paitsi yleisen kiinnostavuuden, myös useita tarkennettavia seikkoja. Erityisesti he korostavat tarvetta eritellä Piaget-tyyppisten mallien ja formaalien operaatioiden vaiheen välttämättömyyttä ja yleisyyttä.

Lisää tietoa korkeakouluopiskelijoiden ajatteluvaihejakautumista voi saada mainituista lähteistä.

Tarkastelun perusteella näyttää kuitenkin siltä, että ulkolaisissa tutkimuksissa on saatu vertailukelpoisista tutkimuksista samantapaisia tietoja ajatteluvaihejakautumista. On osa opiskelijoita, jotka eivät ole saavuttaneet muo-

dollisten operaatioiden vaihetta. Tämä osuus on noin $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ opiskelijoista. Myöhäisissä muodollisissa operaatioissa on puolestaan noin $\frac{1}{3}$ kaikista. Näyttää myös siltä, että ajattelun vaiheiden jakautuma ei paljoa muutu opiskelun aikana.

Korkeakouluopiskelijoiden osalta tulisi siis selvittää millaisin keinoin voitaisiin auttaa ajattelun kehittämiseksi. Se on kumminkin osa korkeakoululaitoksen tehtäviä. Heidän osaltaan heiluri-tehtävän mahdollinen muodollisuuskaan ei saane olla vasta-argumentin peruste: kyllä korkeakouluopiskelijoiden oppimiselle ja opetukselle voi asettaa tavoitteeksi muodollistenkin ongelmien ajatuksellisen hallinnan.

Näyttää kiinnostavalta tutkimuksen kohteelta yhdistää tällainen ajattelun edellytysten tutkiminen Martonin esittämään pinta- ja syväprosessointiin. Martonin fenomenologinen opiskelijoiden suorituksen kuvaus on tavallaan turhan monimutkainen, eikä kykene pureutumaan niihin psykologisiin ajattelutapahtumiin, joita erilaisten tentti- ja muunlaisten suoritusten takana on. Psykologisesti tulee pedagoginen vaikutus perustella jonkin prosessikuvausten avulla, ei vain kuvaamalla suoritusta.

Aikuiskasvatuksen kannalta tulokset viittaavat siihen, että ajattelun opettaminen on edelleenkin tarpeellista ja uuden tekniikan vaatimuksia ajatellen ilmeisen välttämätöntä.

Lähteet

- Hardy-Brown, K. 1979. Formal operations and the issue of generalizability: the analysis of poetry by college students. *Human Development*, 22, 127—136.
- Hautamäki, J. 1975. Tieteen merkityksestä tekniikan kehityksen eri vaiheissa. *Psykologia*, 10, 5, 3—16.
- Hautamäki, J. 1978. Koulutettavuus ja opettavuus. Kahden koulutuspsykologian peruskäsitteen tarkastelu. Joensuun korkeakoulu: Kasvatustieteiden osaston julkaisuja no 8.
- Hautamäki, J. 1981. Piagetian stages of thinking among Finnish school children. *Acta psychologica fennica*, VIII, 33—40.
- Inhelder, B. Piaget, J. 1958. The growth of logical thinking from childhood to adolescence. London: Routledge & Kegan Paul.
- Long, H.B., McCrary, K., Ackerman, S. 1979. Adult cognition: Piagetian based research findings. *Adult Education*, 30, 1, 3—18.
- Schwebel, M. 1975. Formal operations in first-year college students. *Journal of Psychology*, 91, 133—141.
- Shayer, M., Adey, P. 1981. Towards a science of science teaching. London: Heinemann.
- UNESCO, 1980. UNESCO handbook for science teachers. London: Heinemann.