

# **Kyyhky ja opetuskone: ihmillisen ja ei- ihimillisen yhteenlittymiä B.F. Skinnerin behaviorismissa**

**Antti Saari & Esko Harni**

*Artikkelissa käsitellään Burrhus Skinnerin behavioristista oppimisteoriaa sekä sen opetusteknologisia sovelluksia uusmaterialistisen tieteenfilosofian ja tieteentutkimuksen valossa. Uusmaterialismin merkitys kasvatustieteen filosofialle sekä alan historialliselle itseymmärrykselle ilmenee toimijuuden problematisoinnissa. Analyysi osoittaa, miten oppimista koskevassa tieteellisessä tiedossa sekä eläimillä että teknologialla on keskeinen, joskin vain osittain tiedostettu toimijuus tiedonmuodotuksessa sekä käytännön sovelluksissa.*

## **Johdanto**

Käsitlemme tässä artikkelissa kasvatustieteiden tieteenfilosofiaa ja erityisesti siinä esiintyviä dikotomioita ihmillisen ja ei-ihimillisen välillä uusmaterialistisen filosofian ja tieteentutkimuksen perinteen valossa. Tapausesimerkinä käytämme behaviorismin isäksi kutsutun Burrhus F. Skinnerin operantin ehdollistumisen periaatteeseen perustuvia behavioristisia tutkimuksia. Tavoitteenamme on tuoda esiin 1) mekaanisten ja 2) ei-ihimillisten elävien olentojen toimijuuden muotoja ja merkitystä kasvatustieteellisen tutkimuksen ja kasvatustieteellisen tiedon muodostuksen kehittymiselle. Näiden huomioiden kautta pyrimme kontribuoimaan teoreettiseen keskusteluun ei-ihimillisen toimijuuden muotojen keskeisyyttä painottavan näkökulman tieteenfilosofiasta ja sen yhteiskunnallis-historiallista luonteesta. Ei-ihimillisen rooli kasvatustieteen tiedonmuodostusta koskevassa keskustelussa on edelleen marginaalinen.

Tuomme esille uusmaterialismin keskeisiä näkökulmia kasvatustieteen tieteenfilosofian kannalta behaviorismiin ja opetusteknologiaan liittyvän tapausesimerkin kautta. Tarkastelemme ensin Burrhus Skinnerin kokeellisia tutkimuksia, joissa hyödynnettiin eläimiä, mutta joiden perusteella tehtiin johtopäätöksiä myös ihmillisen oppimisen luonteesta. Tämän jälkeen tarkastelemme behavioristisen oppimiskäsityksen pohjalta kehittyneitä varhaista opetusteknologiaa ja opetuskoneita. Kiinnitämme artikkelissa huomiota erityisesti niihin tapoihin, joilla tutkimusasetelmissa rakennetaan siltoja ja kuiluja ihmillisen ja ei-ihimillisen välille.

Tarkastelemme artikkelissa oppimispsykologian ja opetusteknologian varhaisvaiheita kasvatuksen nykyisyyden historiana (Popkewitz, Franklin & Pereyra 2001), jonka pyrkimyksenä on problematisoida nykypäivän kasvatustutkimuksen totuuksia. Kasvatustieteen tieteenfilosofia on näet harvoin korostanut ei-ihimillisen alueen merkitystä tieteellisen tiedon muodostuksessa. Historiallisten esimerkkien valossa voidaan kuitenkin osoittaa, että ihmillistä kasvua ja oppimista koskeva tieto on rakentunut yhteenliittymisenä koneisiin ja eläimiin, siis laajasti ilmaistuna ei-ihimilliseen. Samanaikaisesti se on kuitenkin pyrkinyt puhdistamaan itsensä ei-ihimillisistä elementeistä.

## **Mitä on uusmaterialismi?**

Uusmaterialismi on kolmen viime vuosikymmenen aikana kehittynyt monitieteinen, heterogeeninen ja metodologinen tutkimussuuntaus, jossa korostetaan materiaalisuuksien, kuten esineiden, luonnonilmiöiden tai vaikkapa teknologian merkitystä inhimillistä elämää ja vuorovaikutusta rakentavina toimijoina. Uusmaterialismi (engl. “new materialism”, “neo-materialism”) -termiä alkoivat käyttää ensimmäisinä 1990-luvun alkupuolella filosofit Manuel DeLanda ja Rosi Braidotti, jotka pyrkivät muotoilemaan kulttuuriteoriaa, joka kykenisi ylittämään modernit kahtiajaot esimerkiksi kulttuurin ja luonnon, inhimillisen ja ei-inhimillisen, teknologisen ja inhimillisen tai vaikkapa mielen ja ruumiin välillä. (Dolphijn & van der Tuin 2012, 94.) DeLanda ja Braidotti eivät tietenkään ponnistaneet ajatuksiin tyhjästä. Ennen heitä, ja ennen uusmaterialismin käsitteen varsinaista käyttöönottoa, vastaavanlaisia huomioita oli tehty ranskalaisessa toimijaverkostoteoriassa (Actor-Network Theory, ANT) Bruno Latourin, John Lawn ja Michel Callonin toimesta (ks. esim. Latour 1988) sekä esimerkiksi feministisessä ja posthumanistisessa tutkimuksessa (ks. esim. Hara-way 1991).

Uusmaterialismin kohdalla ei voidakaan puhua yhtenäisestä tutkimussuuntauksesta tai metodista. Kyseessä on pikemminkin laaja kattokäsite, jonka alla on tehty tutkimusta eri painoituksin. Filosofian kentällä on kirjoitettu objekti-orientoituneesta-ontologiasta (O-O-O) ja spekulatiivisesta realismista, joiden keskeinen ajatus on ollut kääntää valistusfilosofi Immanuel Kantin artikuloima “kopernikaaninen vallankumous” pääläelleen: korostaa objektin ensisijaisuutta subjektiin nähden ja kumota korrelationistinen ajatus ajattelun (laajasti ymmärrettyinä) ja maailman välisestä vahvasta riippuvuussuhteesta (ks. esim. Meillas-soux 2006). Sosiologiassa ja laajemmin sosiaalitieteiden kentällä on puolestaan korostettu materiaalien objektien merkitysten yhteisön – sitä mitä on perinteisesti kutsuttu “sosiaali-seksi” – yhteenkokoavana ja välittävänä tekijänä (ks. esim. Lehtonen 2008). Kasvatustieteissä ja -historiallisessa tutkimuksessa sekä erityisesti kouluetnografioissa on tarkasteltu muun muassa sitä, miten objektien ja tilojen materiaalisuus muodostaa ehtoja koulutuksen erilaisille toimijuuksille – miten esimerkiksi koululuokkien välineet tai pihojen aidat ovat rajanneet sosiaalisen toiminnan muotoja (Jewitt & Jones 2005; Paju 2011; Rockwell 2005). Sen sijaan eläimiä koskevien tutkimustulosten ja niitä koskevien tulkintojen rooli kasvatustieteessä on jäänyt vähälle huomiolle.

Materian korostamisessa ei sinänsä ole mitään uutta. Jo esisokraattinen filosofi Demokritos oli sitä mieltä, että maailma on rakennettu atomeista, pienistä osista, joita ei enää voitu hajottaa osiin (*atomos* = jakamaton). Materialismi tieteenä on peräisin 1600-luvun lopulta alkaneesta luonnontieteellisestä kehityksestä, esimerkiksi Pierre Gassendin filosofiasta ja Newtonin fysiikasta. Tämän jälkeen yhteiskunnan ja inhimillisen toimijuuden materiaalista luonnetta ovat eri lähtökohdista painottaneet filosofit kuten Baruch Spinoza, Thomas Hobbes, Karl Marx, Henri Bergson ja esimerkiksi Alfred North Whitehead.

Mikä uusmaterialismissa sitten on erityistä ja mikä tekee siitä uutta? Ensinnäkin uusmaterialistisessa perinteessä korostetaan – perinteisiä materialismin muotoja eksplisiittisemmin ja voimakkaammin – useita eri materiaalisuuksia ja niiden kytkentöjä toisiinsa. Uusmaterialistisen näkökulman mukaan esimerkiksi yhteiskuntaa tai yhteisöjä ei ohjaa mikään materiaallinen perusta tai mikään kaikille yhteinen materia, vaan monenlaiset materiaalisuudet yhdessä olemisen heterogeenisinä välittäjinä (Valkonen, Lehtonen & Pyyhtinen 2013, 218). Tätä suhdetta perinteiseen materialismiin voidaan kuvata kahden keskeisen eroavaisuuden kautta. Toisin kuin ontologisessa materialismissa, uusmaterialismissa materia ei

määrity negatiivisesti suhteessa kieleen. Aine tai materia eivät nimittäin tarjoa “vastusta”, vaan ovat usein helpommin muokattavissa kuin vaikkapa mielikuvat ja ajattelutavat. Historiallisesta materialismista poiketen taas uusmaterialismissa materiaa ei nähdä jonain, mikä ylittää inhimillisen. Onkin vaikeaa, ellei mahdotonta, esittää mihin rajankäynti inhimillisen ja ei-inhimillisen välillä perustuu, ovathan esimerkiksi korva, iho tai molekyylit perustavalla tavalla materiaa. (Lehtonen 2008, 22–28.)

Toisekseen, uusmaterialismissa aineellisia tekijöitä, kuten tieteellisiä artefakteja tai vaikkapa älytaulua ei ajatella ihmistoiminnan passiivisiksi muokkauskohteiksi tai välineiksi, vaan aktiivisiksi toimijoiksi, jotka muokkaavat ja välittävät inhimillisiä suhteita (ks. materiaalisuuksien aktiivisesta roolista esim. Bennett 2010; Pyyhtinen, Valkonen & Lehtonen 2013). Voidaan ajatella esimerkiksi kuinka älytaulu korvaa luokkahuoneessa liitutaulun ja nähdä kuinka se muokkaa luokkahuonedynamiikkaa sekä osallistuu aktiivisesti ihmisten välisen vuorovaikutuksen luomiseen. Älytaulu ei tässä mielessä toimi ainoastaan opetuksen apuvälineenä, inhimillisiä suhteita “voitelevana” aineena, vaan osaltaan aktiivisesti määrittelee uudelleen luokkahuoneen sosiaalista kanssakäymistä. Älytaulusta tulee toisin sanoen toimija (“actor”) (Latour 2005, 46). Kyse ei kuitenkaan ole siitä, että materiaalisuuksissa, kuten älytaulussa, olisi välttämättä mitään sinänsä kiinnostavaa esineomaisuutta, vaan siitä, kuinka ne toimivat inhimillisiä suhteita välittävinä ja kokoavina tekijöinä.

Sen lisäksi, että esimerkiksi teknologia voi saada toimijuuden, on uusmaterialistisen tutkimusperinteen piirissä myös tarkasteltu toimijuuden jakautumista inhimillisen ja eläimellisen kesken (ks. esim. Daston & Mitman toim., 2005). Metodologisena lähtökohtana on, ettei inhimillisen ja eläimellisen välille oleteta tiukkaa jakoa, vaan jatkumo, jonka puitteissa rakentuu paikallisia erontekoja (Massumi 2014). Huomiota on kiinnitetty myös siihen, miten inhimillisen ja ei-inhimillisen välille rakennetaan yhteyksiä (“välittäminen”) sekä toisaalta pyritään rakentamaan eroja (“puhdistaminen”), joilla inhimillinen ja ei-inhimillinen – kuten esimerkiksi eläimet ja teknologia – pidetään näennäisesti toisistaan riippumattomina (Latour 1993).

## **Tapaus: Behaviorismi ja Skinner**

Tarkastelemme seuraavassa edellä mainittujen uusmaterialistiseen tutkimusperinteeseen kytkeytyvien periaatteiden ja huomioiden valossa varhaista behavioristista oppimistutkimusta sekä sen yhteyksiä opetusteknologiaan. Käytämme tapausesimerkinä behaviorismin tunnetuimman edustajan Burrhus Skinnerin (1904–1990) tuotantoa sekä eläinkokeisiin perustuvan oppimisteorian että opetusteknologian kehittelyn osilta. [1]

Skinneriläinen behaviorismi tunnetaan erityisesti ehdollisen eli operantin oppimisen (*operant conditioning*) periaatteesta, jota tutkittiin niin sanotun Skinnerin häkin muodossa. Häkkiä sovellettiin lähinnä eläinten – hiirien, kyyhkyjen, kissojen ja simpanssien – tutkimuksessa, mutta sen pohjalta on kehitetty myös useita pedagogisia sovelluksia. Skinner oli myös itse ahkera operantin ehdollistumisen periaatteiden soveltaja. Skinnerin erikoisimmista sovelluksista mainittakoon toisen maailmansodan aikana suunniteltu ohjusten maaliöhjousjärjestelmä, joka perustuisi koulutettujen kyyhkyjen toimintaan, sekä kaupalliseen tuotantoon suunniteltu suljettu vauvansänky (“Air Crib”), jossa lapselle annettavia ärsykeitä (lämpötila, äänet, lelut) voitiin hallita yksityiskohtaisesti. (Skinner 1961, 420–426.13.)

Koska Skinnerin tuotannossa on esillä paljon sekä inhimillisen ja teknisen että inhimillisen ja eläimellisen yhdistäviä elementtejä, sopii se oivallisesti yllä mainittujen periaatteiden tarkasteluun. Uusmaterialistisen tutkimusperinteen periaatteiden pohjalta tuomme esille

millä tavoin inhimillisen ja ei-inhimillisen välille rakennetaan puhdistamisen, välittämisen ja ulossulkemisen prosesseja oppimista koskevan tiedon tuotannossa. Lisäksi tarkastelemme materiaallisen toimijuuden merkitystä Skinnerin kokeellisissa tutkimusasetelmissä sekä behaviorististen periaatteiden soveltamisessa opetusteknologiassa.

## **Kyyhky**

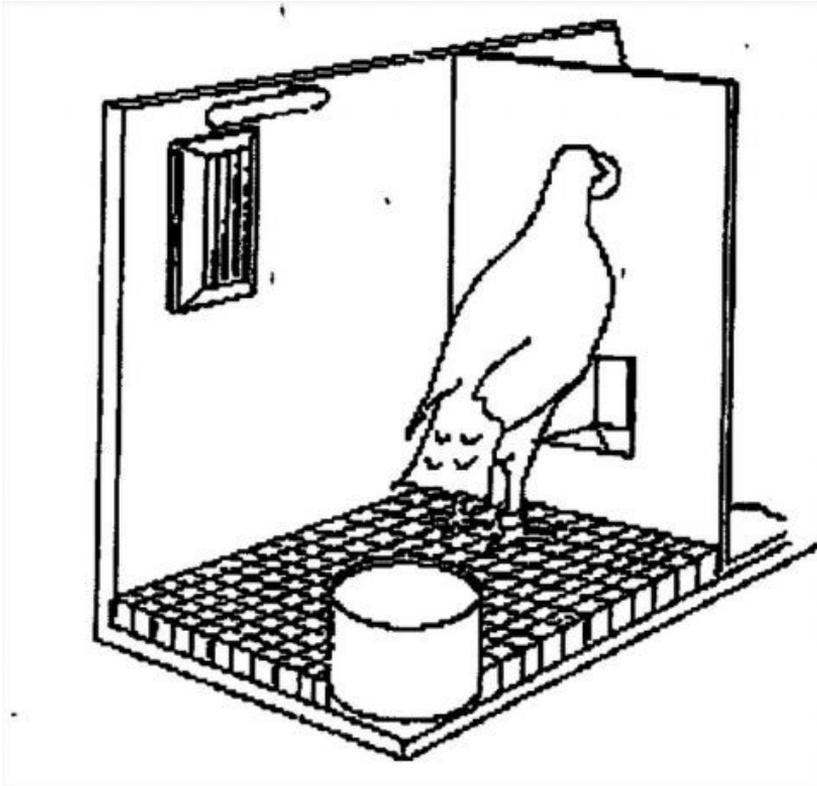
Eläimillä on ollut keskeinen sija modernin tieteen ja filosofian tavassa pyrkiä ajattelemaan ja tutkimaan elämän ja ihmisyyden luonnetta. Eläimen hahmo on muodostanut ihmisyydelle “toiseuden”, sen mikä ihmisessä on sisällä, mutta josta joko pyritään eroon eräänlaisena atavistisena jäänteenä, tai jonka kautta voidaan ajatella ihmisen “saastumatonta”, puhdasta ja viatonta olemusta (ks. Agamben 2004). Toisaalta eläimet ovat toimineet tieteen kuvastossa mahdollisuutena tutkia ihmisen käyttäytymistä lajiolentona yksinkertaisemmassa, perustaviin etologisiin piirteisiinsä redusoidussa muodossa (White 2005). Erityisesti eläimiä koskeva laboratoriotutkimus on tarjonnut tieteentutkimukselle ja -filosofialle hedelmällisiä mahdollisuuksia analysoida ihmisen, teknologian ja eläimen välisiä puhdistamisen sekä välittämisen prosesseja (Ks. esim. Smith 2009). Esimerkiksi Konrad Lorenz (1903–1989) on eläinkuntaa koskevissa etologisissa tutkimuksissaan tarjonnut virikkeitä myös inhimillisten toimintojen ymmärtämiselle (ks. esim. Lorenz 1989). Samoin norjalaisen Thorleif Schjelderup-Ebben (1894–1976) kanojen nokkimisjärjestystä koskevia tutkimuksia on Suomessakin käytetty valaisemaan esimerkiksi koululaisten sosiaalisten hierarkioiden muodostumista (ks. Koskenniemi 1944, 112–115, 205).

Burrhus Skinnerin operantin ehdollistumisen teoria nojaa vahvasti eläimillä tehtyihin laboratoriotutkimuksiin. Sen edeltäjinä voidaan pitää Ivan Pavlovin kuuluisia koirakokeita sekä Edward Lee Thorndiken eläinpsykologisia tutkimuksia. Pavlov tuli tunnetuksi tutkimalla koirien syljenerityksen ehdollistumista ruoan tarjontaa ennakoivaan äänimerkkiin (Pavlov 1927). Thornike puolestaan kehitti harjoituksen lakinsa (*law of exercise*) tutkimalla, kuinka koirat, kissat ja kananpojat oppivat yrityksen ja erehdyksen kautta löytämään tiensä ulos suljetusta laatikosta (Thorndike 1898). Molemmissa tutkimuksissa laboratorioolosuhteissa tutkituilla eläimillä oli keskeinen sija. Skinner kuitenkin täydensi kyseisiä tutkimuksia ja niistä tehtyjä oppimista koskevia johtopäätöksiä operantin ehdollistumisen tutkimuksellaan. Skinner määritteli operantin ehdollistumisen liittyvän organismin toimintaan, joka saa aikaan muutoksia ympäristössä. Muuttunut ympäristö puolestaan tuottaa ärsykeitä (“stimuli”) organismille, jolloin muodostuu kontrolloitavissa oleva feedback-järjestelmä. (Skinner 1957, 103–104; Skinner 1961, 59–99.) Operantti ehdollistuminen on usein nähty perustana myös korkeammille oppimisen muodoille (ks. esim. Razran 1971).

Operantin ehdollistumisen kannalta keskeiset periaatteet kehitettiin niin sanotun Skinnerin häkin avulla. Kyseinen laite materialisoi keskeisiä Skinnerin psykologiselle tutkimukselle asettamia kriteereitä. Ensinnäkin kokeellisen tutkimuksen kohteena tuli olla organismi, joka oli sekä “edustava” että helposti hallittava. Tästä organismista puolestaan tuli eristää käyttäytymisen osa, joka oli helposti havaittavissa sekä toistettavissa, ja joka vaikutti ympäristöönsä mitattavissa olevalla tavalla. Organismien ympärille oli puolestaan rakennettava kokeellinen tila, joka olisi helposti hallittavissa. (Skinner 1957, 344.)

Nämä kriteerit täyttävä tila on kahteen osaan jaettu valaistu ja ilmastoitu alumiinilaatikko, jonka toiselle puolelle on sijoitettu nälkäinen kyyhky (ks. kuva 1). Eläimen eteen on asetettu muovilevy, joka on puolestaan liitetty laatikon toisessa osastossa olevaan liikettä rekisteröivään sähköiseen sensoriin sekä piirturiin. Laatikossa on lisäksi sensoriin kytketty

mekanismi, joka annostelee kyyhkylle ruoka-annoksia. (Skinner 1957, 344.) Laitteen toimintaperiaate on seuraava: nälkäinen kyyhky nokkii aluksi satunnaisesti muovilevyä, jonka seurauksena häkin automaatti annostelee eläimelle ruokaa. Ennen pitkää kyyhky oppii saamaan ruokaa pelkästään levyä kopauttamalla. Ruoka toimii siis vahvistajana, jonka avulla eläin oppii nokkimaan levyä. (Skinner 1957.)



*Kuva 1: Skinnerin häkki. (Staddon 2001, 56.)*

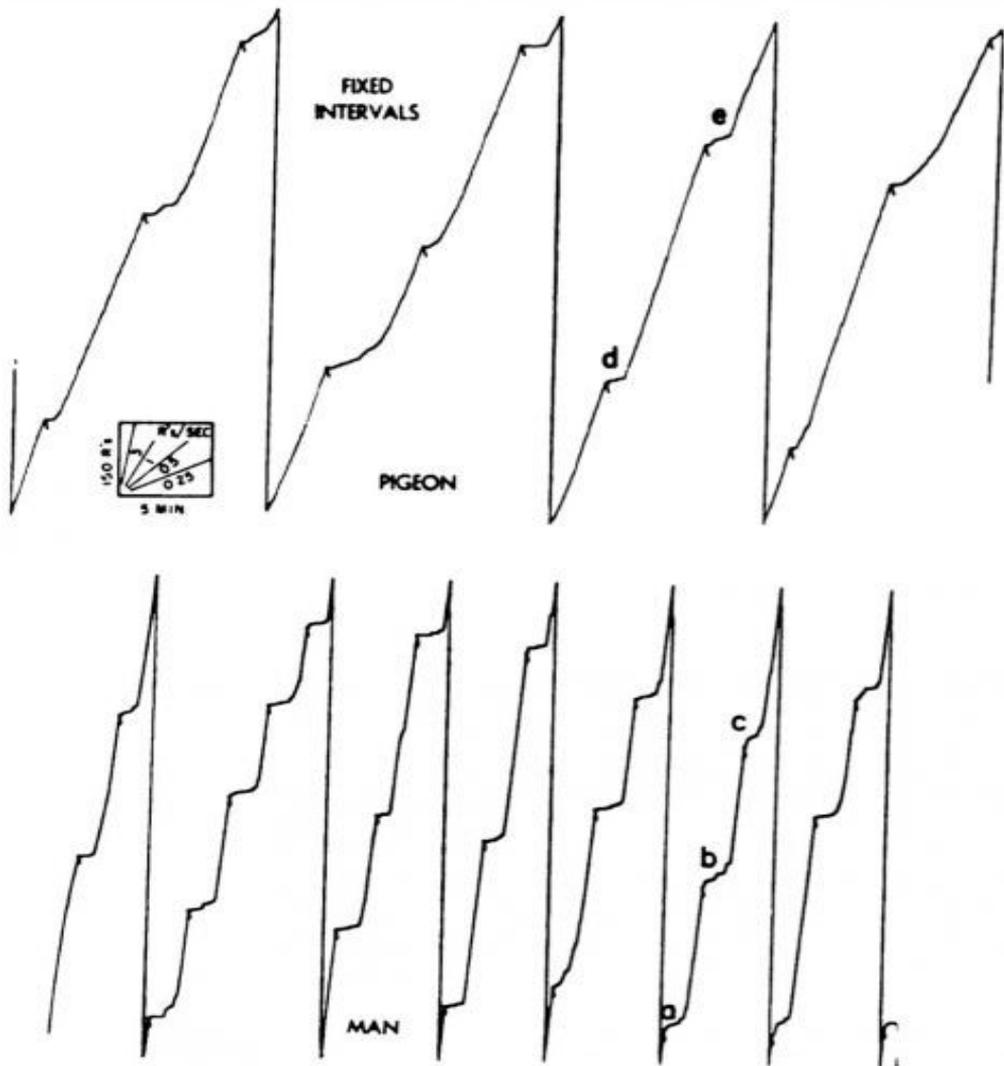
Tämän yksinkertaisen kontrolliasetelman pohjalta voidaan rakentaa myös monimutkaisempia vahvistamisohjelmia (Skinner 1957). Tämä vaatii ainoastaan sen, että käyttäytyminen puretaan yksinkertaisimpiin osasiinsa, joita kutakin vahvistetaan erikseen. Näin voidaan rakentaa hierarkkinen ja täysin kontrolloitu käyttäytymisrakenne. Skinner itse osoitti tämän periaatteen toimivuuden esittelemällä julkisesti tanssivia ja pöytätennistä pelaavia kyyhkyyjän. (Skinner 1968, 11–12.)

Skinnerinkin käyttämä termi käyttäytyminen (engl. behavior) tarjosi psykologialle keinon tuoda tutkimusmenetelmiä biologian, etologian ja fysiologian alueelta sekä luoda tieteenalalle luonnontieteellinen vaikutelma. Samalla se yhdisti käsitteellisesti ja metodologisesti muuten hajanaista psykologiatieteen kenttää. Käyttäytymisen kategoriaan kuului myös, että se koski niin ihmisiä kuin eläimiäkin; ero näiden välillä oli lähinnä organismin toiminnan määrällisesti kuvattavissa olevassa monimutkaisuudessa. (Danziger 1997, 86–99.) Vaikka Skinner tekikin kokeita ainoastaan eläimillä, hänen ensisijainen sovelluskohhteensa oli aina inhimillinen käyttäytyminen (Staddon 2001, 54). Skinner liikkui tutkimuksessaan ja näistä tehdyissä johtopäätöksissä sulavasti eläinten sekä ihmisten välillä ja puhui

molemmista organismeina, joiden käyttäytymistä voidaan yksityiskohtaisesti säädellä. Skinner kertoo, että häkin periaatteella voidaan tutkia esimerkiksi psykoottisten potilaiden käyttäytymistä. Psykootikko eristetään huoneeseen, jossa oleva automaatti tarjoaa erinäisiä vahvistuksia – makeisia, tupakkaa, kolikoita jne. – seurauksena siitä, että psykootikko vetää tietyistä huoneessa olevista vivuista. Potilas ehdollistuu palkintoihin periaatteessa samalla tavalla kuin kyyhkyt tai kädelliset eläimet. (Skinner 1957, 367–368.)

Käyttäytyminen toimii tässä symbolisena välittämisen mekanismina Latourin tarkoittamassa mielessä. Sen avulla kyyhkyt, simpanssit ja ihmiset asuttavat yhteistä organismien ja niiden käyttäytymisen valtakuntaa, jota hallitsevat yhteiset säännönmukaisuudet. Tämä yhdistyy edelleen ei-inhimillisen ja inhimillisen välittämiseen operationalismin periaatteessa. Skinner edusti metodologiassaan machilaista fenomenalismia esittäessään, että psykologisen tutkimuksen tulee viitata käsitteissään ainoastaan mitattavissa ja havaittavissa olevaan todellisuuteen. [2] Esimerkiksi oppimisessa ei ole kyse kausaalisuhteista, vaan ainoastaan organismin ja vahvistamisen keskinäisistä, havaittavissa olevista todennäköisyyksistä. (Skinner 1953, 62–64; Skinner 1957, 101–131.) Tämä ohjasi huomiota havaittavissa olevien ilmiöiden kontrolliin ja mittaamiseen. Tätä päämäärää Skinnerin häkki palvelee erinomaisesti.

Skinnerin häkin seinät ja mekanismit luovat tilan, joka on tarpeeksi muokattavissa voidakseen pitää sisällään niin kyyhkyn kuin mielenterveyspotilaankin sekä luodakseen näille yhteisen toimijuuden ennakoitavana ja mitattavissa olevana käyttäytymisenä. Häkki tuottaa myös laadultaan yhtenäistä dataa eli häkkiin liitetyn piirturin tuottamia käyriä. Näin ollen pulujen ja ihmisten ehdollistumista koskevat käyrät voidaan asettaa rinnakkain ja havaita että niissä tapahtuu samantapaista ehdollistumista. (Skinner 1957, 126, kuvio 2.)



Kuva 2: Skinnerin häkin piirturien lukemat kyyhkyn (yllä) ja ihmisen (alla) osalta (Skinner 1957, 126).

Tutkimustuloksia esittäessään Skinner kertoo niiden koskevan ainoastaan eläinten ja ihmisten toimintaa. Näin ollen itse tutkimuskohteen ulkopuolisten materiaalistien ja mekaanisten tekijöiden toimijuus jätetään huomiotta eli “puhdistetaan” tiedontuotannon prosessista. Tätä voidaan pitää Latourin termien tutkimuksen “mustalaatikoiden” rakentamisena. Puhdistamalla toimijuuden hajanaisuus itse tutkimusasetelmassa (paitsi eläimessä, myös Skinnerin häkin seinissä, annostelijassa, sekä piirturissa) voidaan esittää, että tiede “löytää” jotakin “luonnosta” itsestään. (Latour 1987, 94–100; Latour & Woolgar 1986). Samalla peitetään kaikki tieteelliseen tutkimukseen liittyvät valtaulottuvuudet, kuten organismin (eläimen tai ihmisen) eristäminen, vaientaminen ja alistaminen pikkutarkkaan kontrolliin, jotka toimivat objektiivisen tiedontuotannon ehtoina.

Sekä behavioristinen kieli että behavioristiseen tutkimukseen liittyvä materiaalien elementtien kontrollointi tarjosi mahdollisuuden soveltaa operantin ehdollistumisen periaatteita laboratorio-olosuhteiden ja pelkän eläinten kouluttamisen tuolle puolen. 1970-luvun Yhdysvalloissa esimerkiksi kouluissa ja mielisairaaloissa kokeiltiin niin sanottua token economy -periaatetta, jossa lasten ja mielenterveyspotilaiden toivottuja käyttäytymisen muotoja vahvistettiin erinäisillä palkinnoilla (Kazdin 1982). [3]

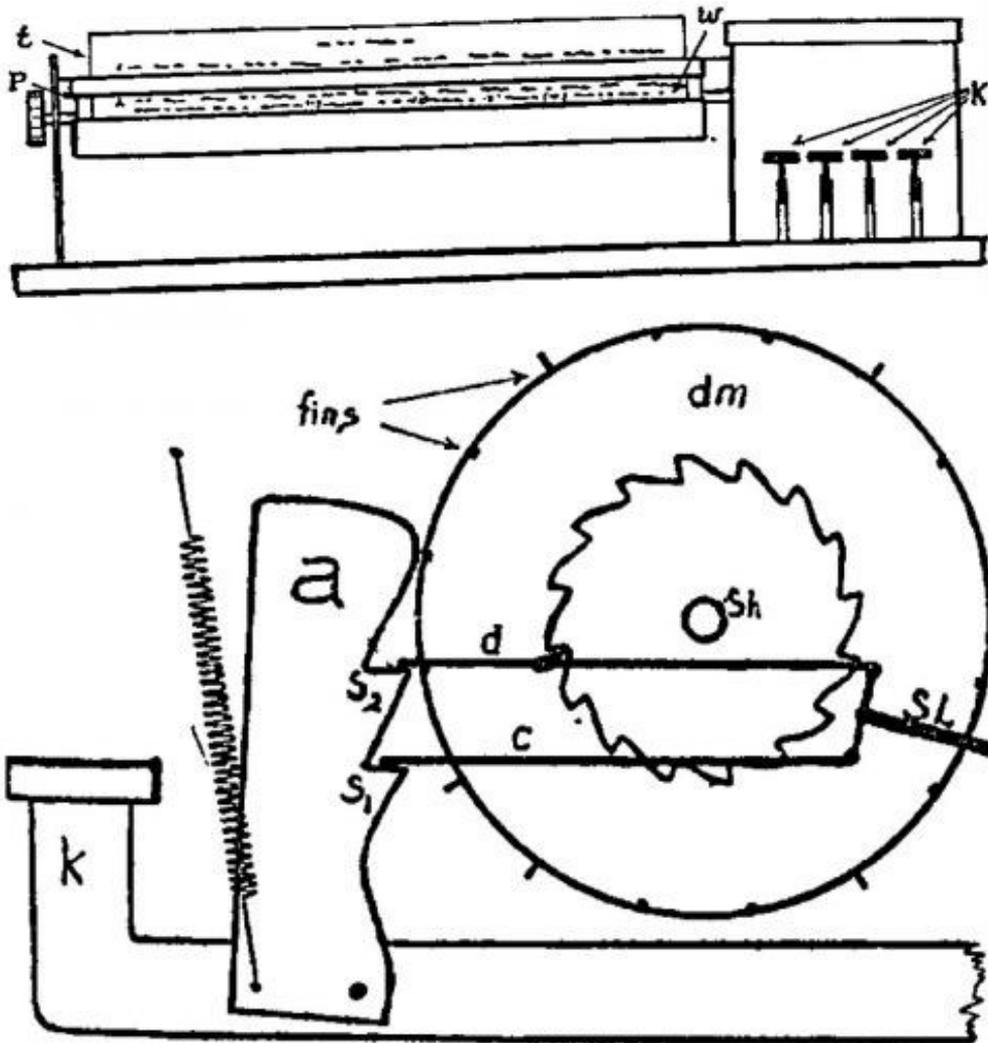
Behaviorismi on nykyään varsin pejoratiivinen termi. Sillä halutaan viitata lähinnä oppimisteorioihin, jotka eivät ole osa nykypäivän konstruktivistista oppimiskäsitystä. Behaviorismiin saatetaan viitata toisinaan ”rottatutkimuksena”, joka ei huomioi oppimisen tyypillisesti inhimillisiä piirteitä, kuten kieltä ja tiedonkäsittelyä (Staddon 2001, 125–126; Puolimatka 2002, 82). Siksi onkin helppo unohtaa behaviorismin keskeinen rooli oppimispsykologien teorioiden ja tutkimusmenetelmien kehittymisen kannalta. Samalla jää varjoon myös ei-inhimillisten toimijoiden, kuten eläinten ja laboratoriolaitteiden osuus sen tutkimustulosten ja oppimiskäsitysten rakentumisessa. Niin ikään tämän päivän opetusteknologia viittaa harvoin omaan historiaansa, joten myös sen skinneriläiset juuret unohtuvat helposti.

## Opetuskone

Toisen maailmansodan jälkeen skinneriläinen behaviorismi tarjosi runsaasti mahdollisuuksia sovelluksille laboratorion ulkopuolella – niin puolustusvoimissa, lastenhoidossa kuin eläintenkoulutuksessa (Rutherford 2009). Tarkastelemme tässä yhteydessä erityisesti skinneriläisen operantin ehdollistumisen sovellutuksia opetusteknologiassa.

Skinner kytki opetusteknologian tarpeen yhdysvaltalaisen koulujen kasvavaan oppilasmäärään, joka puolestaan asetti opetuksen tehokkuuden kaikkein korkeimmaksi koulutuksen hallinnan periaatteeksi. Tähän puolestaan voidaan vastata opetusteknologialla, joka tehostaa ja yksilöi kouluopetusta sekä tarjoaa opettajalle aikaa tehdä haasteellisempia opetustehtäviä. (Skinner 1961, 158.) Tämänkaltaisen behaviorismin soveltaminen käytännön elämään korjasi kasvatuksessa vallitsevia epäinhimillisiä käytäntöjä, kuten häpeällä ja fyysisellä rangaistuksella kasvattamisen (Skinner 2005, 404–407). Tällä tavoin, tekemällä opetuksesta eläimellisempää (so. eläimiä koskevaan tutkimukseen ja ”paljaaseen elämään” perustuvaa), siitä voisi tulla lopulta myös inhimillisempää.

Opetuskoneen keksimisestä Skinner myöntää kunnian Sidney Presseyille, joka kehitti 1920-luvulla yksinkertaisen laitteen opettamisen ja kokeiden tarkastamisen tueksi. Opetuskonetta (”teaching machine”) esittelevässä artikkelissaan Pressey esittelee laitteen toimintaa yksityiskohtaisesti. Opetuskone oli tuon ajan kirjoituskoneen kokoinen laite, jonka pysyi periaatteessa rakentamaan kuka tahansa Presseyin ohjeita seuraten. (Ks. kuvat 3 ja 4.) Se tarjosi paperille kirjoitettuja monivalintatehtäviä, joihin vastauksena oppilaan tuli painaa oikean vaihtoehdon osoittavaa painiketta (ks. kuvien 3 ja 4 osa k). Jos oppilas painoi väärän vastauksen, kone ei päästänyt oppilasta seuraavaan tehtävään, vaan hänen tuli vastata uudestaan. Tällä tavoin kone myös ”opetti”. Sen lisäksi se laski oppilaan oikeiden vastausten määrän, eli myös arvosteli kokeen. (Pressey 1926.) Pressey esitteli koneensa pääasiassa opettajan työtaakkaa keventävänä mekanismina, jonka avulla opettaja voisi keskittyä tärkeimpään tehtäväänsä, ”kehittämään oppilaissaan innostusta, selkeää ajattelua ja korkeita ihanteita” (Pressey 1926, 376).



Kuva 3 ja Kuva 4: Sidney Pressey'n opetuskone (Pressey 1926, 374, 365).

Skinner täydensi Pressey'n keksintöä tuomalla mukaan operantin ehdollistumisen teorian sekä entistä monisyisemmän käyttäytymisen ohjelmoinnin ja yksilöinnin mahdollistavat teknologiset ratkaisut. Hän esitteli kirjassaan *The Technology of Teaching* lukuisia, toinen toistaan kehittyneempiä sovelluksia, joilla voidaan kehittää muun muassa kielten oppimista (itseopiskelustudiot) sekä matematiikan opetusta (Skinner 1968).

Kaikkien näiden sovellusten pohjalla on edellä kuvattu operantin ehdollistumisen malli. Skinner ennakoï vastaväitteitä, joiden mukaan laboratoriotutkimuksia ei voida soveltaa kouluihin, sillä ne ovat toimintaympäristöiltään hyvin erilaisia. Hän väittää, että itse asiassa uudet tutkimustulokset käyttäytymisestä luovat painetta muuttaa koulua enemmän laboratorion kaltaiseksi. (Skinner 1968, 19.) Skinner jatkaa väittäen, että koulun tila (sen sosiaaliset ja materiaaliset piirteet mukaan luettuna) voidaan hahmottaa erilaisina operantteina, jotka voidaan ottaa käyttöön systemaattisessa opettamisessa. (Skinner 1968, 20.) Myös kouluissa

käyttäytyminen voitaisiin jakaa hyvin pieniin yksiköihin, joita voi kontrolloida, ja joista voi rakentaa yhä monimutkaisempia käyttäytymisen muotoja (Skinner 1968, 21).

Opetusteknologian laajan soveltamisen puolesta puhuivat Skinnerin mukaan myös eräät muut kokeellisen tutkimuksen piirissä ilmenneet löydökset. Laboratoriotutkimuksissa oli huomattu, ettei käyttäytymistä voida ehdollistaa tehokkaasti silloin, kun ärsykeitä tarjoaa ihminen. Sen sijaan mekaaniset ja sähköiset laitteet tuottavat parhaiten toivottua käyttäytymistä. (Skinner 1968, 21.) Ne myös osaltaan muuttaisivat opetusta enemmän aktivoivaksi ja yksilökeskeiseksi. Opetuskone mukautui Skinnerin mukaan näet jokaisen oppilaan yksilöllisiin valmiuksiin ja tahdisti opetuksen etenemisen niiden mukaiseksi (Skinner 1961, 158–160). Toisin kuin tutkimuksessa joka ”löytää” luonnon inhimillisestä ja eläimellisestä, tässä yhteydessä mekanismeille on opetusteknologiassa asetettu aktiivinen toimijuus, joka on symmetrinen inhimillisen käyttäytymisen kanssa.

Tässä ilmenee Latourin huomioima tieteen ja politiikan välinen puhdistamisen ja välittämisen prosessi. Yhtäältä politiikan – siis koulun hallinnan – ja tutkimuksen tilat yhdistetään: kouluja on hallittava kuten eläimiä Skinnerin häkissä. Toisaalta politiikka ja tiede pidetään erillään korostamalla samaistamisen tapahtuvan ainoastaan sen pohjalta, että tutkimus on osoittanut tiettyjä luonnollisia lainalaisuuksia eläinten ja ihmisten ehdollistumisessa. Tieto viittaa näennäisesti ainoastaan ”paljaaseen elämään” riisuttuna kaikista lajityypillisistä ja kulttuurisista erityispiirteistään. Paljas elämä tiedon kohteena on myös epäpoliittinen, mikä voi paradoksaalisesti tehdä siitä politiikan harjoittamisen kovan ytimen. Kuten Latour (1983, 229) toteaa: ”tiede on politiikan jatkamista toisin keinoin”.

Teknologia toimii siis välitysmekanismina, joka läpäisee ontologiset eronteot. Se ilmaisee itse toimijuutta. Se on osa toimijaverkostoa, jossa opetusteknologia voi levittäytyä kouluympäristöön ja liittää yhä uusia osia itseensä (kuten opettajan ja oppilaiden toiminnan sekä opetuksen ajallisen rytmityksen). Lopulta oli helppo sivuuttaa kokonaan viittaukset orgaanisiin ja eläimellisiin alkuperiin ja tarkastella opetusteknologiaa ainoastaan informaation välittämisenä. Tämä tarjosi opetusteknologialle mahdollisuuden hallita yhä laajempia inhimillisen ja teknologisen yhdistäviä kokonaisuuksia tietoteknologisen ohjelmoinnin ja systeemiteorian näkökulmista (ks. Stolurow 1961).

Toisen maailmansodan jälkeen opetusteknologia levisi laajasti koko koulutoimintaa koskevaan suunnitteluun. Juuri sodan aikana Yhdysvaltain ilma- ja merivoimissa pyrittiin kehittämään behavioristisen oppimisteorian pohjalta käytännön sovelluksia sotatarkoituksiin. Kuten yllä todettiin, Skinner itse oli mukana kehittämässä eläinten ehdollistettuun käyttäytymiseen perustuvia ohjusjärjestelmiä. Useat muut tutkijat laajensivat behavioristisen käyttäytymisen mallinnuksen systeemiajatteluksi, jossa inhimillinen käyttäytyminen kytkettiin erilaisiin, sekä sosiaalisiin että mekaanisiin, palautejärjestelmiin. Nämä periaatteet tuotiin sodan jälkeen myös koulumaailmaan. Myös vuoden 1958 kuuluisa Sputnik-shokki amerikkalaisessa koulutuspolitiikassa antoi puhtia opetusteknologian sovelluksien kehittämiselle. Mittaamista ja kontrollia painottavassa koulukulttuurissa niin opetusteknologia kuin behavioristinen oppimiskäsityskin voitiin nyt kytkeä muun muassa Benjamin Bloomin ja Robert Magerin kehittämiin opetussuunnitelmien tavoitetaksonomioihin sekä testi- ja arviointikäytäntöihin, jotka kattoivat niin oppilaan ja opettajan/koneen välisen vuorovaikutuksen kuin kokonaisen koulutusjärjestelmän toiminnan. Yhteistä näille oli ajatus yksilön käyttäytymisestä pieniin osiin purettavana, havaittavana ja yksityiskohtaisesti kontrolloitavana tutkimuksen ja hallinnan yhteisenä kohteena. (Dick 1987; Reiser 2001; ks. myös Taubman 2009.)

*Walden Two* -kirjassaan Skinner esitti, että kokonaisia yhteisöjä voitaisiin hallita behaviorististen operanttiohjelmien kautta. Tämä perustui vapaan tahdon ja sielun olemassaolon avoimelle kieltämiselle: ihmiset ovat hallittavissa operantin ehdollistamisen teknologian kautta siinä missä eläimetkin, eikä ihmisissä ole mitään immateriaalista, havainnon ja kontrollin ulkopuolella olevaa (Skinner 1962; ks. myös Skinner 1972). Niin kasvatus, työnteke kuin politiikkakin voitaisiin saattaa ehdollistetun hallinnan piiriin. Kaikki yhteisön jäsenet puolestaan suhtautuisivat yhteisönsä ilmiöihin kokeellisesti – miten toimintaa voisi parantaa perustuen kokeellisen tutkimuksen näyttöihin. Tuloksena ei olisi Skinnerin mukaan kuitenkaan totalitaristinen järjestelmä, vaan egalitaristinen suunnitteluyhteiskunta, joka ruokkii onnellisuutta ja luovuutta. (Skinner, 1962.) [4]

Skinner siis onnistui ajattelussaan tekemään mittakaavamuunnoksen (Latour 1993, 109); levittämään pelkästään laboratorioon ja eläimiin rajatun hallinnan ja tiedontuotannon periaatteen koskemaan kaikkea inhimillistä toimintaa. Tämä onnistui myös käytännössä, mistä kertoo Skinnerin nimitys 1900-luvun vaikutusvaltaisimmaksi psykologiksi (Haggbloom ym. 2002). Skinner kollegoineen ja seuraajineen onnistui levittämään behaviorismin periaatteita paitsi mielisairaaloihin ja vankilaolosuhteisiin, myös lastenhoito- ja eläinten-koulutusoppaisiin sekä self-help -kirjallisuuteen. Myös koulut muuttuivat Skinnerin laajennetuiksi häkeiksi opetusteknologian vallatessa koulumaailman tiloja. (Rutherford 2009.)

## Lopuksi

Bruno Latour (1993, 109–112) kertoo Plutarkhoksen tarinan Arkhimedeestä (n. 287 eaa.–212 eaa.), joka rakensi sisilialaiselle kuninkaalle sotakoneita roomalaisen Marcelluksen laivastohyökkäyksiä vastaan (ks. Plutarkhos 1917). Matemaattisten tutkimustensa pohjalta Arkhimedes oli kehittänyt muun muassa väkipyörän, jonka avulla voitiin muuttaa voimasuhteita niin, että yksi ihminen saattoi vähällä voimankäytöllä siirtää suuriakin massoja. Arkhimedeen sotakoneiden avulla Syrakusan valloittaminen saatiin estettyä, mutta matemaatikko itse vaati, että kaikki hänen tieteellisten tutkimustensa käytännölliset sovellukset ja niitä koskevat piirustukset tuhottaisiin. Jäljelle jäisi merkkejä vain puhtaasta tieteestä. (Plutarkhos 1917, 15–17.) Juuri tällä tavoin myös moderni tiede toimii osana politiikkaa: se korostaa omaa riippumattomuuttaan, mutta juuri se tekee tieteestä oivan hallinnan välineen. (Latour 1993, 110–111.) Tiedon ja voiman erottaminen toisistaan on tyypillistä tieteelle, vaikka ne lopulta ovatkin riippuvaisia toisistaan. (Latour 1988.)

Hieman samalla tavoin Skinner sekä tuotti behaviorisminsa pohjalta mitä erilaisimpia sovelluksia laboratorion ulkopuolelle että pyrki samanaikaisesti korostamaan näiden sovellusten pohjautuvan ei-poliittiseen tieteeseen. Samalla hämärtyivät tutkimuksen ja hallinnan puhdistamisen ja välittämisen käytännöt, niissä piilevä materiaalisuus sekä tendenssi ajatella ei-inhimillistä sisällyttävän ulosulkemisen mekanismien kautta. Skinnerin behavioristisissa tutkimuksissa voidaan uusmaterialistisen tutkimusperinteen näkökulmasta katsottuna havaita toimijuuden hajautunut ja ei-inhimillinen luonne. Skinnerin kohdalla kyse oli eläimistä ja teknisistä laitteista, jotka osallistuivat aktiivisesti tieteellisen tiedon tuotantoon ja muodostukseen. Skinner teki kokeellista tutkimustaan ainoastaan eläimillä, mutta näiden tutkimusten pääasiallinen sovelluskohde oli inhimillinen maailma. Näin Skinner päätyi tutkimuksissaan – kuitenkin luultavasti tiedostamattaan – rakentamaan omaa erityisyyttämme ihmisinä ja sulkemaan ulos ei-inhimillisen vaikutuksen ihmistä koskevan tiedon muotoutumiseen.

Kasvatustieteellinen tiedontuotanto ja -muodostus koskevat ihmisen käyttäytymistä, kasvamista ja oppimista. Kasvatustieteen metodologiaa, filosofiaa tai oppisisältöjä käsitte-

levästä kirjallisuudesta löytyy kuitenkin harvoin keskustelua materiaalien tai ei-inhimillisten toimijoiden vaikutuksesta tieteenalan kehitykseen tai sisältöihin. Toivommekin artikkelimme toimivan keskustelun herättäjänä tässä asiassa. Kuten olemme edellä Skinnerin behavioristisiin tutkimuksiin vedoten esittäneet, kasvatustieteellinen tutkimus ja tiedonmuodostus on keskeisesti sidottu vuorovaikutukseen niin teknologian, tekniikan kuin esimerkiksi eläinten kanssa. Juuri tässä suhteessa Skinnerin tutkimuksia koskeva esimerkki pyrkii avaamaan näköaloja nykyisyyden historialle, jonka avulla voidaan tarkastella nykyisiä kasvatustieteellisiä ja kasvatustieteen tieteenfilosofiaan kytkeytyviä totuuksia kasvatustieteellisen tiedonmuodostuksen ja hyödyntämisen inhimillisestä luonteesta. Uusmaterialistisen tutkimusperinteen ja filosofian valossa Skinnerin tutkimukset näyttävät, kuinka (kasvatus)tieteen tiedonmuodostus on auttamattomasti sidoksissa teknologiaan, eläimiin – laajasti ilmaistuna ei-inhimilliseen – jonka se kuitenkin pyrkii toisinaan puhdistamaan itsensä.

Artikkelissa esittämämme historiallisen esimerkin ja uusmaterialistisen tutkimusperinteen valossa voidaan löytää hedelmällisiä tapoja hahmottaa (kasvatus)tieteen tiedonmuodostosta, tieteen ja politiikan, sekä yhtäältä tieteen ja maailman välistä yhteyttä. Tiede, teknologia ja tutkimus epäilemättä vaikuttavat nykyajan yhteiskuntaan sen kaikilla tasoilla, mutta näiden vaikutusten taustalla olevat tiedonmuodostuksen prosessit eivät ole nekään yksiselitteisiä tai täysin objektiivisia. Ne ovat pikemminkin toisiinsa kietoutuneita heterogeenisiä prosesseja, kuten olemme B. F. Skinnerin behavioristiseen tutkimukseen liittyvien esimerkkien kautta esittäneet.

## **Viitteet**

- [1] Muita tunnettuja behavioristisen oppimiskäsityksen edustajia olivat John Watson, Edward C. Tolman ja Clark C. Hull.
- [2] Burrhus Skinnerin ja Ernst Machin tieteenfilosofian yhteyksistä ks. Smith 1986, luku 9; Moxley 2005.
- [3] Suomessa Markku Ojanen ja Esa Sariola käyttivät skinneriläistä token economy -periaatetta skitsofrenian hoidossa.
- [4] Vaikka vapaan tahdon ja demokratian kieltäminen olivatkin pahennusta herättäviä lähtökohtia, Skinnerin kirjan vaikutuksesta kertoo jotakin se, että Walden Two'n ideoita yritettiin toistuvasti toteuttaa myös käytännössä erinäisissä kokeellisissa yhteisöissä (Kuhlmann 2005).

## **Kirjallisuus**

- Agamben, Giorgio 2004. *The Open*. Stanford: Stanford University Press.
- Danziger, Kurt 1997. *Naming the mind: how psychology found its language*. London: Sage.
- Daston, Lorraine & Mitman, Gregg (toim.) 2005. *Thinking with animals: new perspectives on anthropomorphism*. New York: Columbia University Press.
- Dick, Walter 1987. A history of instructional design and its impact on educational psychology. In Glover, John A. & Ronning, Royce R. (eds.) *Historical foundations of educational psychology*. New York: Plenum Press, 183–202.
- Dolphijn, Rick & van der Tuin Iris (toim.) 2012. *New materialism: interviews & cartographies*. London: Open Humanities Press.

- Haggbloom, Steven J., Warnick, Renee, Warnick, Jason E., Jones, Vinessa K., Yarbrough, Gary L., Russell, Tenea M., Borecky, Chris M., McGahhey, Reagan, Powell III, John L., Beavers, Jamie & Monte, Emmanuelle 2002. The 100 most eminent psychologists of the 20th century. *Review of General Psychology* 6 (2), 139–152.
- Haraway, Donna 1991. A cyborg manifesto: science, technology, and socialist-feminism in the late twentieth century. In Haraway, Donna, Simians, cyborgs and women: The Reinvention of nature. London: Routledge.
- Haraway, Donna. 2009. Becoming-with-companions: sharing and response in experimental laboratories. In Tyler, Tom & Rossini, Manuela (eds.) *Animal encounters*. Leiden: Brill, 115–136.
- Jewitt, Carey & Jones, Ken 2005. Managing time and space in the new English classroom. In Lawn, Martin & Grosvenor, Ian (eds.) *Materialities of schooling: design, technology, objects, routines*. London: Symposium Books, 201–214.
- Koskenniemi, Matti 1943. *Koululuokan pienoisyhteiskunta*. Helsinki: Otava.
- Kazdin, Alan E. 1982. The token economy: A decade later. *Journal of Applied Behavior Analysis* 15 (3), 431–445.
- Kuhlmann, Hilke 2005. *Living Walden two*. Chicago: University of Illinois Press.
- Latour, Bruno 1983. Give me a laboratory and I will raise the world. In Knorr-Cetina, Karin & Mulkay, Michael (eds.), *Science observed: perspectives on the social study of science*. London: Sage Publications, 141–170.
- Latour, Bruno 1987. *Science in action: how to follow scientists and engineers through society*. Milton Keynes: Open University Press.
- Latour, Bruno 1988. *The pasteurization of France*. Cambridge, (Mass.): Harvard University Press.
- Latour, Bruno 1993. *We have never been modern*. New York: Harvester Wheatsheaf.
- Latour, Bruno 2005. *Reassembling the social: an introduction to actor-network theory*. Oxford: Oxford University Press.
- Latour, Bruno & Woolgar, Steve 1986. *Laboratory life: the construction of scientific facts*. Princeton (N.J.): Princeton University Press.
- Lehtonen, Turo-Kimmo 2008. *Aineellinen yhteisö*. Helsinki: Tutkijaliitto.
- Lorenz, Konrad 1989. *Eläimet kertovat: Eläinten käyttäytyminen tiedemiehen tulkitsemana*. Helsinki: Tammi.
- Massumi, Brian 2014. *What animals can teach us about politics*. Durham: Duke University Press.
- Meillassoux, Guentin 2006. *Après la finitude. Essai sur la nécessité de la contingence*. Paris: Seuil.
- Moxley, Roy A. 2005. Ernst Mach and B. F. Skinner: their similarities with two traditions for verbal behavior. *Behavior Analysis* 28 (1), 29–48.
- Paju, Petri. 2011. *Koulua on käytävä. Etnografinen tutkimus koululuokasta sosiaalisena tilana*. Helsinki: Nuorisotutkimusverkosto/Nuorisotutkimusseura, julkaisuja 115.
- Pavlov, Ivan. 1927. *Conditioned Reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. [www-lähde] < <http://psychclassics.yorku.ca/Pavlov/> > (Luettu 20.11.2014.)
- Plutarkhos, 1917. *The parallel lives*. Cambridge: Loeb Classical Library.
- Poovey, Mary. 2002. The liberal civil subject and the social in eighteenth-century British moral philosophy. In Joyce, Patrick (ed.), *Social in question: new bearings in history and the social sciences*. London: Routledge, 44–61.

- Popkewitz, Thomas S., Franklin, Barry M. & Pereyra, Manuel A. 2001. History, the problem of knowledge, and the new cultural history of schooling. In: Popkewitz, Thomas S., Franklin, Barry M. & Pereyra, Manuel A. (eds.) *Cultural history and education: critical essays of knowledge and schooling*. New York: Routledge Falmer, 3–42.
- Pressey, Sidney 1926. A simple apparatus which gives tests and scores - and teaches. *School and Society* 23 (586), 373–376.
- Puolimatka, Tapio 2002. Opetuksen teoria: konstruktivismista realismiin. Helsinki: Tammi.
- Pyyhtinen, Valkonen & Lehtonen. 2013. Sosiologista materiaalioppia. *Sociologia* 50 (3), 217–222.
- Razran, Gregory. 1971. *Mind in evolution*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Reiser, Robert. 2001. A history of instructional design and technology: part II: a history of instructional design. *Educational Technology, Research & Development* 49 (2), 57–67.
- Rockwell, Elsie. 2005. Walls, fences and keys: the enclosure of rural indigenous schools. In: Lawn, Martin & Grosvenor, Ian (eds.) *Materialities of schooling: design, technology, objects, routines*. London: Symposium Books, 19–45.
- Rutherford, Alexandra. 2009. *Beyond the box: B.F. Skinner's technology of behaviour from laboratory to life, 1950s–1970s*. Toronto: University of Toronto Press.
- Skinner, Burrhus 1953. *Science and human behavior*. New York: Free Press.
- Skinner, Burrhus 1957. *Cumulative record*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, Burrhus 1961. Why we need teaching machines. *Harvard Educational Review* 31 (4), 377–398.
- Skinner, Burrhus 1962. *Walden two*. New York: MacMillan.
- Skinner, Burrhus 1968. *The technology of teaching*. New Jersey: Prentice Hall.
- Skinner, Burrhus 1972. *Beyond freedom and dignity*. New York: Vintage Books.
- Skinner, Burrhus 2005[1953]. *Science and human behavior*. B.F. Skinner Foundation. [www-lähde] < <http://www.bfskinner.org/publications/books/> > (Luettu: 24.11.2014.)
- Smith, Laurence D. 1986. *Behaviorism and logical positivism: a reassessment of the alliance*. Stanford: Stanford University Press.
- Smith, Robyn. 2009. Affect, friendship and the “as yet unknown”: rat feeding experiments in early vitamin research. In: Tyler, Tom & Rossini, Manuela (eds.) *Animal encounters*. Leiden: Brill, 99–114.
- Staddon, John. 2001. *The new behaviorism: mind, mechanism, and society*. Philadelphia: Psychology Press.
- Stolurow, Lawrence M. 1961. *Teaching by machine*. Washington: U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Office of Education.
- Taubman, Peter M. 2009. *Teaching by numbers: deconstructing the discourse of standards and accountability in education*. New York: Routledge.
- Thorndike, Edward Lee. 1898. *Animal intelligence: an experimental study of the associative processes in animals*. New York: Columbia University.
- White, Paul 2005. The experimental animal in Victorian Britain. In: Daston, Lorraine & Mitman, Gregg (eds.) *Thinking with animals: new perspectives on anthropomorphism*. New York: Columbia University Press, 59–82.

**KT Antti Saari toimii tutkijatohtorina Tampereen yliopiston kasvatustieteiden yksikössä.**

***YTM, KM, Esko Harni*** toimii väitöskirjatutkijana Jyväskylän yliopistossa valtio-opin oppiaineessa.