



Öster Daisy

Tekniset työt ja matematiikka

Vaikuttaako teknisten töiden valinnainen yläkoulussa matemaattiseen osaamiseen ja miksi?

Pro-Gradu

KASVATUSTIETEIDEN TIEDEKUNTA

The Intercultural Teacher Education

2019

17. helmikuuta

Oulun yliopisto

Kasvatustieteiden tiedekunta, Daisy Öster

Tekniset työt ja matematiikka. Vaikuttaako teknisten töiden valinnainen yläkoulussa matematiikan osaamiseen ja miksi?

Pro-Gradu, 46 sivua

Toukokuu 2019

Kandidaatin työtä tehdessäni löysin useita tutkimuksia ja kirjoituksia, joissa kerrottiin kuinka teknisten töiden tekeminen edesauttaa matemaattista ymmärtämistä. Tästä syystä tutkin nyt teknisen käsityön valinnan yhteyttä koulumenestykseen matematiikassa.

Keräsin sähköpostitse pyytämällä pohjoispohjanmaan alueen useilta kouluilta yhdeksäsluokkalaisten poikien matematiikan, biologian, äidinkielen ja englannin numerot, sekä teknisen käsityön numeron, mikäli heillä oli ollut se valittuna.

Tavoitteenani oli kerätä 300 oppilaan tiedot. Sain lopulta 239 oppilaan vastauksen ja tämäkin otanta on jo niin suuri, että tulosta voi pitää aika luotettavana.

Tutkin kvantitatiivisin menetelmin, löytyykö teknisten töiden valitsemisen ja matematiikan, äidinkielen, biologian ja englannin väliltä yhteyttä. Tätä varten selvitin, mitkä olivat sekä niiden oppilaiden yhteinen matematiikan, äidinkielen, biologian ja englannin arvosanojen keskiarvo, joilla oli tekniset työt valinnaisaineenaan, sekä niiden oppilaiden, jotka eivät olleet ainetta valinneet.

Ymmärtääkseni paremmin tutkimukseni tulosta, olen hakenut teoreettiseen viitekehukseen laajasti faktatietoa eri tutkimusaloilta, miten niiden mukaan teknisten töiden tekemisellä, on positiivinen vaikutus matemaattiseen osaamiseen.

Aiempien tutkimuksien perusteella hypoteesini oli, että teknisen työn valinneilla matematiikan koulumenestys olisi parempi, kuin verrokkiryhmän, mutta yllätyksekseni matematiikan osalta näillä ryhmillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Englannin koulumenestyksessä tulos olikin päinvastainen, kuin olin oletanut.

Tämän vuoksi pohdin lopussa mitkä voivat olla ne syyt, että tulos oli tällainen. Suurimmat syyt tälle tutkimukseni tulokselle ovat tutkimani perusteella teknisten käsitöiden vähyys, sekä matematiikan opetustapa. Muitakin selittäviä tekijöitä on useita, kuten asenteet matematiikkaa kohtaan ja teknisten töiden aineen valintaperusteet.

Avainsanat: kolmiulotteinen ajattelu, käsityöt, looginen ajattelu, luovuus ja oppiminen

University of Oulu

Faculty of Education, Daisy Öster

Technical works and mathematics. Does the choice of technical works affect in the know-how of mathematical, and why?

Master's thesis, 46 pages

May 2019

During the process of doing my bachelor's theses, I came across several researches and articles in which was described, how doing technical works, supports mathematical understanding. Therefore, I decided to examine the connection of doing technical works, to the success in mathematics in schools.

I collected by e-mail, the grades of mathematics, biology, mother language, English and technical works (if that was chosen) of the boys from the ninth classes from around Northern Ostrobothnia.

My aim was to collect the information of 300 students. I managed to get the answers of 239.

I examined through quantitative method, whether there is correlation between choosing the technical works, and mathematics, mother language, biology and English. For this purpose, I investigated, what was the common average of those students, who had chosen technical works, in mathematics, mother language, biology and English, and the common average of those, who had not chosen technical works.

In order to understand the results of my research better, I have gathered plentiful of information from the fields of different branches of sciences, that verifies that doing technical works, has a positive impact in the knowledge of mathematics.

My hypothesis was, that those who had chosen technical works, would have had a better grade in mathematics, from the comparison group, but surprisingly, there was no significant statistical difference. In English, the outcome was opposite, from my expectations.

Therefore, I reflect in the end, what could be the reasons for this result. According to my examination, the biggest reasons are, that there are too few hours of technical works during the school weeks, and in the ways, that mathematics is taught. There are also other factors for this result, for example the attitudes towards mathematics and the reasons why technical works has been chosen.

Keywords: creativity, handicrafts, learning, logic and three-dimensional thinking

Sisällys

1	Johdanto	5
2	Teoriatausta	10
3	Avainsanat	20
3.1	Käsityöt.....	20
3.2	Matematiikka	22
3.3	Looginen päättelykyky	25
3.4	Luovuus	27
4	Tutkimustehtävä	30
4.1	Tutkimusongelmat	31
4.1.1	<i>Onko teknisten töiden ottaminen valinnaisaineeksi vaikuttanut matematiikan numeroon positiivisesti</i>	31
4.1.2	<i>Miksi korrelaatiota ei löydy teknisten töiden valinneiden ja paremman matematiikan numeron välillä</i>	31
4.1.3	<i>Miten teoriassa tekniset käsityöt edesauttavat matemaattista osaamista</i>	31
4.2	Menetelmä	32
4.2.1	<i>Tutkittavat</i>	32
4.2.2	<i>Aineistonkeruu</i>	32
4.2.3	<i>Analyysi</i>	33
4.3	Tulokset	34
5	Pohdinta	36
5.1	Tuntien vähyys.....	36
5.2	Valintaperusteet	37
5.3	Matematiikan ja teknisten töiden opetus, sekä oppiminen.....	38
5.4	Asenteet ja motivaatio	38
5.5	Yhteistyö.....	39
5.6	Geometrian tärkeys	40
5.7	Arvosanan merkitys	41
5.8	Tutkimusaiheita	42
	Lähdeluettelo	43

1 Johdanto

Tehdessäni kandidaatin tutkielmaani, joka käsitteli käsitöiden merkityksiä, löysin tutkimustietoa, jossa kerrottiin, kuinka suuri merkitys sille, että joku henkilö on menestynyt matematiikassa, on ollut se, että hän on päässyt tekemään teknisiä käsitöitä.

Kiinnostuin tutkimaan tätä aihetta lisää, sillä itsekin uskon teknisten käsitöiden edesauttavan muun muassa kolmiulotteista ajattelua, loogista päättelykykyä ja luovuuden kasvua, joita kaikkia tarvitaan matematiikassa. Tämän ajattelun tueksi on myös olemassa paljon eri artikkeleita, kirjoja ym. julkaisuja, joissa todetaan samaa (Root-Bernstein, 2013 ja 2015), (Duschl&Monk, 2015), (Kilponen, 2019).

Hypoteesini on, että mikäli henkilö tekee paljon teknisiä käsitöitä, hänellä kehittyvät monet sellaiset taidot paremmiksi, jotka edesauttavat matemaattista ymmärtämistä.

Tämä aihe on mielestäni myös ajankohtainen, koska muun muassa Pisa-tutkimuksissa on todettu, kuinka etenkin poikien matemaattiset taidot ovat huononemassa ja silti vuosi vuodelta yhä enemmän karsitaan koululaisten lukujärjestyksestä nimenomaan taito- ja taideaineiden tuntimäärää. Uuden perusopetuksen opetussuunnitelman uudistus (2014), joka yhdisti tekniset työt ja tekstiilityöt yhdeksi yhtenäiseksi käsityöksi, vähensi teknisten töiden pakollisten sisältöjen määrää jopa 67% (Opetushallitus, 2016), (Ojanen & Rastas 2018).

Tästä syystä tutkin näkyykö peruskoulussa konkreettista vaikutusta matematiikan numeroon, mikäli oppilas on ottanut valinnaisaineekseen teknisen käsityön, kun kuitenkin niin suuri määrä aineistoa antaa ymmärtää, että teknisillä töillä pitäisi olla positiivinen vaikutus matemaattiseen osaamiseen.

Matemaattisten taitojen kehittymiseen vaikuttaa toki myös moni muu asia, kuten asenteet, opetuksen laatu, motivaatio ja muut harrastuneisuus. Harrastuneisuudella tarkoitan esimerkiksi sitä, jos pojat isänsä opastamina korjailevat mopoja tai rakentelevat vaikka puumajoja.

Tällainen harrastelu vapaa-aikanakin tuo lisää käsillä työskentelyn aikaa, mikä harjaannuttaa käden taitojen ohessa, myös niitä muita taitoja, joita tarvitaan myös matematiikassa. Meillä ihmisillä monipuolinen oppiminen tapahtuu ennen kaikkea käsillä tekemisen kautta (Kojonkoski-Rännäli, 1995).

Joidenkin arvioiden mukaan, liikejärjestelmämme toiminta on yhteyksissä jopa 50%:iin aivoalueistamme (Paavilainen, 2016). Jotkut arvelevat, että aivoissamme olevat neuronit, joita on jopa noin 10 miljardia kappaletta, muodostavat kaikki yhden yhtenäisen verkoston liitosten avulla (Kauranen, 2011). Joka tapauksessa määrä on valtava, mitä yhdistelyitä aivoissamme tapahtuu, erilaisten fyysisten tekemisten kautta.

Aivotutkimuksissa on huomattu, että myös eri aistit toimivat yhteistyössä ja aivot yhdistävät näiden tuottamat tiedot yhtenäiseksi havaintomaailmaksi (Paavilainen, 2016).

Tällaiset, joskus kummallisetkin yhdistelyt, voidaan havaita vaikka siinä, kun haistamme jonkin tuoksun ja se tuokin mieleen jonkin paikan, tapahtuman tai ihmisen jne.

Mutta pro-gradun puitteissa olisi ollut mahdotonta lähteä tekemään näin laajaa kartoitusta ja siksi jouduin rajaamaan sekä tutkittavaa aineistoa, että kohderyhmää.

Valitsin siis 9-luokkalaiset pojat, koska juuri pojilla on huomattu olevan nykyään enemmän vaikeuksia matematiikan kanssa, he useammin valitsevat tekniset käsityöt, kuin tytöt ja 9-luokkalaisilla on eniten kertynyt tätä teknisten käsitöiden tekemistä (etenkin niillä, jotka ovat valinneet tekniset käsityöt valinnaisaineekseen), verrattaessa muihin peruskoulun luokka-asteisiin (Laakso, 2018), (Ojanen & Rastas, 2018).

Tarkoitukseni on verrata, onko niiden poikien matematiikan numeroissa, jotka ovat ottaneet tekniset työt valinnaisaineekseen eroa niiden poikien matematiikan numeroon, jotka eivät ole tätä valinnaisainetta ottaneet.

Olen löytänyt useita lähteitä, jossa tutkitaan, kuinka matematiikkaa voidaan hyödyntää teknisissä töissä. Haasteellisempaa on ollut löytää sellaisia tutkimuksia, joissa tutkittaisiin kvantitatiivisin keinoin, onko teknisten töiden tekemisestä hyötyä matematiikan oppimisessa.

Ehkä syynä on osaltaan se, että tällaista teknisten käsitöiden opetusta peruskouluissa, ei juuri ole muualla maailmassa. Monissa maissa käsityöt, jos niitä ylipäänsä on, ovat enemmänkin askartelua, jossa on välineinä sakset, liima ja paperit. Tämä on tuonut lisähaastetta etsiä sopivia vertailulähteitä omalle tutkimukselleni ja sitä myötä teoreettisen viitekehäyksen tekemiselle.

Joitain artikkeleita, joiden analyysi perustuu nimenomaan kvantitatiiviselle menettelylle ja joiden aiheet käsittelevät tätä aiheitani, kuitenkin löysin jo kandidityötä tehdessäni.

Niissä todettiin muun muassa, että vaikka joku henkilö harrastaisi eri taito- ja taidelajeja, hän ei silti välttämättä ole hyvä matemaattisluonnontieteellisissä aineissa, tai edes luova. Mutta jos joku henkilö menestyy hyvin matemaattisluonnontieteellisellä alallaan, hän on usein luova ja harrastaa useampaakin taide- ja taitopohjaista tekemistä (Root-Bernstein, 2015b).

Tästä voi päätellä, että jos nämä eri harrastukset edesauttavat luovia ja menestyviä oppilaita, ne myös todennäköisesti auttavat myös niitä, jotka eivät niin hyvin pärjää matemaattisluonnontieteellisissä aineissa (Root-Bernstein, 2015b).

Onnekseni aiheeni koskee myös laajasti monia eri ihmisen kehitykseen ja oppimiseen liittyviin asioihin, joten olen niiden avulla voinut luoda tätä teoreettista viitekehystäni.

Olen siis kartoittanut laajalta alueelta tietoa ja tutkimuksia, jotka kertovat siitä, miten käsillä tekeminen, ja sitä kautta teknisten käsitöiden tekeminen edesauttaa matemaattista ymmärtämistä. Matemaattinen oppiminen on hyvin monitahoinen tapahtuma, joka voi parhaimmillaan jatkua koko eliniän.

Olen hakenut kirjallisuudesta, lehdistä, artikkeleista ja Internetistä tietoa ja tutkimuksia näistä eri aiheista, jotka koskevat ihmisen oppimista ja kehitystä, nimenomaan teknisten töiden tekemisen kannalta katsoen. Näiden lähteiden pohjalta olen kirjoittanut teoreettisen pohjan tutkimukselleni.

Valitsin kvantitatiivisen tutkimustavan, koska haluan saada faktatietoa siitä, onko näillä aineilla mitään vaikutusta toisiinsa nähden. Silti tämä pro-graduni on sekä kvantitatiivinen, että kvalitatiivinen, sillä laadullisen tutkimuksen avulla olen hakenut selittäviä tekijöitä tutkimuksen tulokselle.

Oikeastaan onkin parempi, että tutkimusongelma, tai -kohde määrittää, mikä on aineiston oikea tutkimustapa (Metsämuuronen, 2003).

Tavoitteenani oli kerätä noin 300:n ($N=300$) yhdeksäsluokkalaisten pojan todistuksen arvosanat seuraavista aineista: matematiikka, biologia, englanti, äidinkieli ja tekniset käsityöt. Näiden pohjalta tutkin SSPS-ohjelman avulla, löytyykö matematiikan ja teknisten töiden arvosanojen välillä mitään korrelaatiota.

Käytännössä vertailin kahden eri ryhmän yhteistä matematiikan keskiarvoa keskenään. Toisessa ryhmän oppilaat olivat ottaneet tekniset työt valinnaisaineekseen ja toisen ryhmän oppilaat, eivät olleet mukana teknisissä töissä.

Yllätyksekseni tutkimuksessani tätä korrelaatiota ei löytynytäkään, jonka vuoksi lähdin pohtimaan syitä, miksi näin on, vaikka löytämäni aineiston perusteella korrelaatio olisi pitänyt löytyä. Kuten jo aiemmin sanoin, matematiikan oppimiseen ja sen aineen hallintaan vaikuttavat varmasti myös monet muut seikat, kuten asenteet, opetuksen laatu ja oma harrastuneisuus.

Edelleen jatkan siitä, että jos yhteyttä ei näiden aineiden väliltä löydy, olisiko aika tehdä muutoksia siihen suuntaan, että tämä yhteys voisi jälleen löytyä? Lukemani perusteella uskon vahvasti, että Suomen menestyminen historian aikana ja tämän pienen kansan innovatiivisuus, luovuus sekä upeat keksinnöt johtuvat nimenomaan siitä, että teknisten käsitöiden opettaminen on ollut tärkeässä asemassa kouluissa ja sitä myötä myös matemaattiset taidot, looginen ajattelukyky, sekä luovuus ovat päässeet kehittymään.

Tämä tutkimus on tärkeä kansantaloudelliselta kannalta katsottuna myös siksi, koska suurin osa viennistämme perustuu nimenomaan tekniselle alalle, sekä toisaalta myös oppilaiden kannalta, sillä syrjäytyminen on hyvin suuri ongelma etenkin poikien keskuudessa, joiden pelastuksena on usein toiminut tekniset työt ja sitä kautta avautuva työura (Ojanen & Rastas, 2018).

Tekniset alat ovat edelleen meidän taloutemme perusta ja tuottavat suurimman osan tavaraviennin arvosta. Näiden alojen yritykset tarvitsisivat 53 000 uutta työntekijää vuoteen 2021 mennessä ja tämän tarpeen toteutuminen on täysin riippuvainen teknisten töiden opetusmäärästä peruskoulussamme (Eronen, 2019).

Vaikka näitä samoja matemaattista ymmärtämistä tukevia hyötyjä (avaruudellinen hahmottaminen, looginen ajattelukyky, sekä luovuus) voidaan havaita myös tekstiilikäsitöiden tekemisessä, puhun tässä gradussani nimenomaan teknisistä käsitöistä, koska jouduin rajaamaan aihealueen mahdollisimman tarkaksi, jotta se pysyisi hallinnassa, sekä toisaalta myös siksi, että teknisissä käsitöissä on enemmän elementtejä, jotka tukevat näiden mainitsemieni taitojen kehitystä verrattuna tekstiilikäsitöihin.

Teknisiin käsitöihin kuuluu muun muassa puuntyöstö, metallin työstö, elektroniikka, teknologia ja robotiikka. Nämä aihealueet voisivat hyödyttää myös muita oppiaineita, mutta keskityn nyt nimenomaan matematiikkaan, saman rajaustarpeen vuoksi.

Jos ajatellaan puhtaasti matemaattisia taitoja, joita tarvitaan teknisissä töissä niin, ensiksi siinä tulevat käyttöön peruslaskutoimitukset. Eli plus-, miinus-, jako- ja kertolaskut. Lisäksi usein tarvitaan muun muassa Pythagoraan lauseketta, sekä ympyrään liittyvät säteen-, kehän- ja halkaisijan pituuksien laskeminen.

Nämä ovat siis helposti ymmärrettäviä, puhtaasti matemaattista laskemista, jota tarvitaan teknisissä töissä, mutta keskityn kuitenkin tässä gradussani hyvin pitkälle muuhun matemaattikkaa hyödyntävään oppimiseen, joka kehittyy teknisissä töissä.

Tarkoitan tällä niin kutsuttua hiljaista tietoa, tai englanniksi 'know how'-ta. Eli kun aivoissa, eli tietoudessa tapahtuu huomaamatta monenlaista oppimista, mitä on vaikea edes pukea sanoiksi, mutta tässä tapauksessa kehittää loogista ajattelua, kolmiulotteista näkemistä ja luovuutta.

Nämä ovat vaikeammin suoraan osoitettavia tai mitattavia taitoja, joiden kehitys perustuu erimallisten geometristen kappaleiden pyörittelyyn, niiden muokkaamiseen ja niillä rakentamiseen.

Nimenomaan tämä aihealue on se, mille perustan tämän pro-graduni tietopohjan ja teoreettisen viitekehyksen; Se mitä kaikkea ihmisen oppimisessa ja aivoissa tapahtuu, kun hän käsillään käsittelee ja muokkaa erilaisia kappaleita.

2 Teoriatausta

Tämä minun pro-graduni on jossain määrin poikkitieteellinen tutkimus, sillä sen aihe koskettaa laajasti monia eri osa-alueita, joihin kuuluvat psykologia, yleinen kasvatustiede, matemaattis-luonnontieteellinen- ja taidekasvatus.

Oppiminen nimittäin tapahtuu ihmisillä hyvin monisyisesti. Eli siihen kuuluu monipuolinen tiedonkeruu, sekä teorioiden kautta, että etenkin fyysisesti, käsien ja koko vartalon avulla opetelemalla. Oppiminen vaatii myös todella paljon harjoittelua, eli toimintojen toistoa yhä uudelleen, kunnes niistä voi tulla jopa automaatioita (Paavilainen, 2016).

Esimerkiksi pianonsoittajalla, joka voi soittaa jopa tuhansia nuotteja minuutissa, on kehittynyt automaattiseksi toiminnaksi, jota ei tarvitse ohjata erikseen, vaan riittää, että aloittaa soittamisen (Paavilainen, 2016).

Taito- ja taideaineilla on tässä mielessä erittäin tärkeä asema koulumaailmassa, sillä niiden avulla opimme, fyysisen tekemisen kautta paljon sellaisia asioita, jotka ovat tärkeitä kaiken muun oppimisen kannalta.

On olemassa useampia keinoja määritellä, mitä taito- ja taideaineet, sekä niiden oppiminen merkitsevät ja mitä aihealueita ne koskettavat, eli mikä kaikki liittyy näihin aiheisiin.

Eräs tapa jaotella ja sitä kautta määritellä taideopetusta, johon kuuluvat myös käsityöt, on seuraavanlainen:

A. Visuaalinen oppiminen	SILMÄ	}	Suunnittelu		
B. Muotoileva/plastinen oppiminen	KOSKETUS				
C. Musiikillinen oppiminen	KORVA	}	Musiikki	}	Eurhythmics
D. Kinesteettinen oppiminen	LIHAKSET				
E. Verbaalinen oppiminen	PUHUMINEN	}	Runous ja draama		
F. Rakentava oppiminen	AJATTELU		Käsityöt		

Kuvio 1 (Read, 1958)

Itse luen mielelläni tätä jaotelmaa oikealta vasemmalle, eli katson mitä toimintoja tai aisteja tarvitaan suunnittelussa, musiikissa ja tanssissa, runoudessa ja draamassa, sekä käsitöissä. Tässä voimme nähdä, että käsitöiden kohdalle on merkitty nimenomaan ajattelu ja sitä kautta rakentava oppiminen.

Tämä on siis yksi tapa jaotella taito- ja taideaineita, mutta tämä ei ole puhdas jaotelma siinä mielessä, että kaikki toiminnat voivat ja usein sekoittuvatkin toinen toistensa alueille. Esimerkiksi teknisissä töissä ei liikuta ainoastaan F-alueella, vaan myös alueilla, A, B, ja D. Osin myös E, silloin, kun oppilaan tulee kuvailla sanallisesti, mitä hän aikoo ja millä tavoin rakentaa.

Huomion arvoista on myös se, että näiden kaikkien toimintojen tekemiseen tarvitaan älyä, suunnitelmallisuutta, eli logiikkaa, muistia, herkkyyttä ja taitoa (Read, 1958).

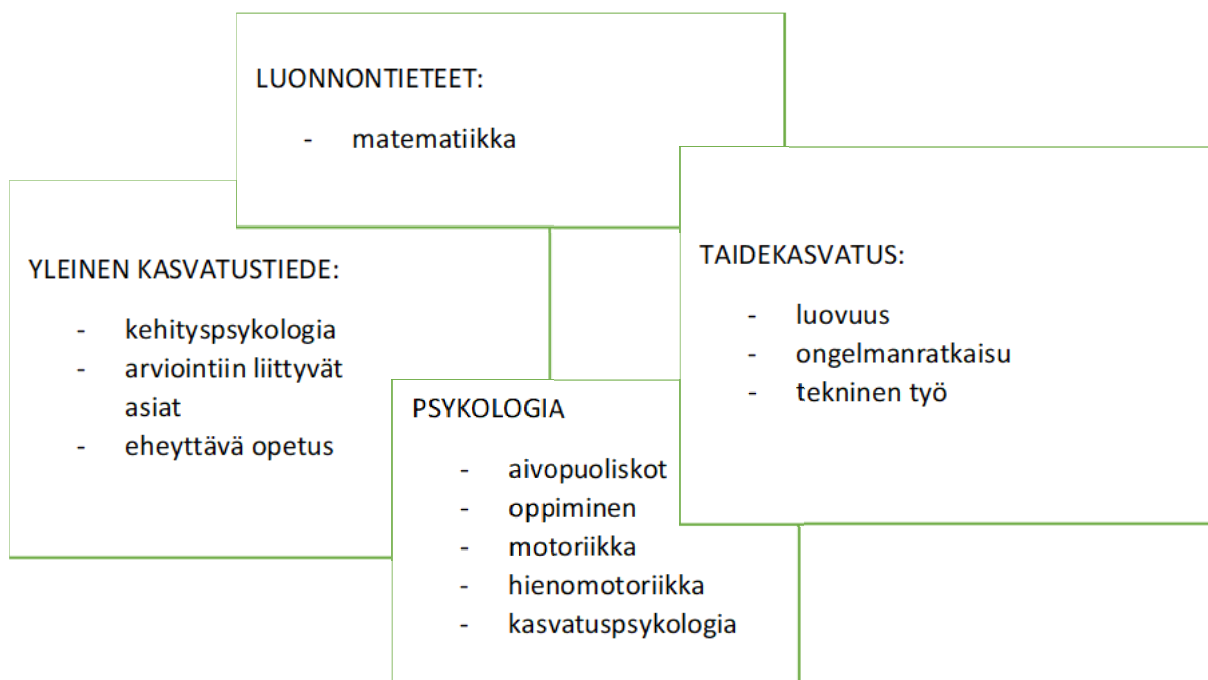
Jos tutkimme aivojemme toimintaa, voimme havaita, että jo sellaisessa yksinkertaisessa toiminnassa, jossa nostamme kahvikupin pöydältä ja juomme siitä, aivojemme eri osa-alueet ovat yhteyksissä toistensa kanssa ja aktivoituvat (Paavilainen, 2016).

Itse asiassa, vaikka usein ajatellaan, että taidekasvatuksella ei ole mitään tekemistä älyn ja tieteen kanssa, ne tutkivat samoja ilmiöitä, mutta eri puolilta. Taide tuottaa näkyväksi samat asiat, joita tiede selittää sanallisesti tai kaavioin (Read, 1958).

Esimerkiksi taiteessa on käytetty kultaista leikkausta, spiraalin muotoja ja rytmittäisiä kuvioiden toistoja, jotka kaikki esiintyvät luonnossa ja niistä/niihin löytyy matemaattiset kaavat tai lait. Tokikaan, taiteilijat eivät ole näitä matemaattisia kaavoja kehittäneet, mutta he ovat ne aistineet ja tuoneet näkyviksi (Read, 1958).

Alla olevasta kuvasta voi nähdä, kuinka minun aiheeni teknisten töiden vaikutuksesta matemaattiseen osaamiseen liittyy todella monen tieteen alaan, jotka tästä näkökulmasta limittyvät yhteen toinen toistensa kanssa.

Ei nimittäin ole olemassa tieteenalaa, joka olisi täysin irrallaan muista tieteenaloista. On hyvin hedelmällistä keskustella ja tehdä yhteistyötä myös muiden tieteenalojen asiantuntijoiden kanssa, sillä se johtaa parempaan ja kattavampaan lopputulokseen (Metsämuuronen, 2003).



Kuvio 2 (Öster, 2019)

Psykologian osa-alueeseen kuuluu oppiminen, kehityspsykologia, aivopuoliskoiden toiminta, sekä motoriiikka ja hienomotoriikka.

Tässä pro-gradussa tarkastelen, minkälaista oppimista ja kehittymistä oppilaassa tapahtuu teknisissä töitä tehdessä. Olennaisesti tähän kuuluu aivopuoliskoiden toiminta, silmän ja käden yhteistyö, sekä motoriiikan kehittyminen.

Yleiseen kasvatustieteeseen kuuluu arviointiin liittyvät aiheet, sekä ehyttävä oppiminen.

Mitkä ovat ne seikat, joihin perustamme arvioinnin teknisissä töissä ja matematiikassa? Toisaalta, on myös kyseenalaista, kuinka ehyttä oppimista oppilaat saavat nykyajan peruskouluisamme, kun ajatellaan nimenomaan teknisiä käsitöitä?

Tähän liittyy kiinteästi matematiikan opettaminen, joka kuuluu **luonnontieteisiin**.

Matematiikan opettamista voisi mielestäni soveltaa enemmän, yhdessä teknisten töiden kanssa opetettavaksi. Tai käyttää enemmän teknisissä töissä käytettäviä erilaisia kappaleita apuna, matematiikan opettamisessa.

Taidekasvatuksen puolelle sijoittuvat luovuus ja ongelmanratkaisukyky, sekä tekniset työt.

Nimenomaan teknisten töiden avulla nämä ensin mainitut taidot pääsevät kasvamaan, sekä toki myös se kaikki muu, mikä itse teknisiin töihin kuuluu, kuten opittujen taitojen soveltaminen, jotka kaikki tukevat matemaattista osaamista.

Vaikka tiesin, että aihe on hyvin laaja, kun aloin tutkimaan teknisten töiden vaikutusta matemaattiseen osaamiseen, yllätyin positiivisesti, miten montaa tieteenalaa aiheeni koskettaakaan. Oppiminen kun on hyvin monimutkainen prosessi, johon vaikuttaa yllättävän monet seikat.

Edelleen, kun ajattelee ja tutkii ihmistä, sen kehittymistä ja sitä, kuinka monipuolinen oppija ihminen on, tai aivojen toimintaa ja kehitystä, tulee siihen tulokseen, että mitä monipuolisemmin pääsee käsillään tekemään ja myös fyysisesti harjoittelemaan, sen paremmin oppii ja ymmärtää kokonaisuuksia.

Monet muutkin tutkimukset eri aloilta tukevat tällaista ajatusta. Jos tutkimme onnettomuuteen joutuneiden ihmisten tai muuten heikosti motoristisesti suoriutuvien henkilöiden kuntoutusohjelmia, niihin kuuluu muun muassa fysioterapiaa ja paljon monipuolisia aktiviteettejä (Aivovammaliitto, 2018).

Luovuus ja looginen, sekä avaruudellinen ymmärtäminen kasvaa, konkreettisen tekemisen kautta paremmin, sen sijaan että pyörittäisi vain ajatuksen, eli teorian tasolla asioita (Anttila, 1993). Nämä asiat rakentavat myös tätä minun teoreettista viitekehystäni.

Yritin ensin löytää kvantitatiivisella tavalla toteutettuja tutkimuksia, jonka aihe olisi ollut sama, kuin omani, eli teknisten töiden vaikutus matemaattiseen osaamiseen, jotta olisin nähnyt kuinka, sitä aineistoa on niissä käsitelty ja millä tavalla tuloksia tulkittu.

Valitettavasti juuri tällaisia artikkeleita ja tutkimuksia löysin aika huonosti, mutta toki käsitöiden merkitystä muun muassa matemaattiseen ja loogiseen ajatteluun, sekä ihmisen oppimisprosessia yleensäkin, on muuten tutkittu todella paljon (Anttila, 1993), (Karppinen, 1999), (Duschl & Monk, 2015).

Toisaalta onkin niin, että jos itsellä on jokin selkeä ja tarkka tutkimuskysymys, täsmälleen vastaavaa tutkimusta tuskin löytää (Brink & Wood, 1988).

Käsitöitä suunniteltaessa ja niiden valmistusprosessissa virittyvät persoonallisuuden eri osa-alueet, kuten kognitiiviset ja sensomotoriset, sekä sosiaaliset, että emotionaaliset. Käsitöiden valmistusprosessi harjaannuttaa monia sellaisia asioita, joista on hyötyä myös matematiikassa, ku-

ten avaruudellinen hahmottaminen ja siihen liittyvä päättelykyky, visuaalisen informaation käsittelykyky ja divergentti, jolla tarkoitetaan kykyä tuottaa uusia muotoja ja ratkaisuja johonkin meneillä olevaan tehtävään (Anttila, 1993).

Tai mikäli tarkastelemme lapsen kehittymistä, käden ja silmän yhteistyön toimintaa, sekä mitä se saa aikaan aivoissamme, voimme havaita saman kehittymisen prosessin.

Monipuolinen oppiminen rakentaa pala palalta ihmisen kokonaisvaltaista ja syvää ymmärtämistä ja osaamista. Se on jatkuva prosessi ja perustuu nimenomaan tekemiselle ja jokainen meistä oppii omien kokemusten kautta (Malinen A, 2000).

Lapset oppivat nimenomaan muovailemalla, rakentamalla ja kokeilemalla. Ensimmäisinä vuosinaan kasataan puupalikoista rakennelmia. Kohta lapsi muovailee eri muotoisia kuppeja ja eläimiä savesta, hiekkarannalla kokoavat hiekkalinnoja ja painelevat erilaisia kuvioita santaan ja mielikuvituksen avulla luovat vaikka mitä muotoja ympäristöstä löytämillään materiaaleilla tai tavaroilla. Tämä kaikki kehittää tilantunnetta ja käsien varmuutta, sekä rakenteellista tapaa ajatella (Saalas, 1960).

Pienellä lapsellakin oppiminen tapahtuu hyvin pitkälle tekemisen ja fyysisen kokemisen kautta. Aluksi toimimme refleksien varassa, jonka jälkeen opimme karkeamotoriset taidot ja sen jälkeen paljon harjoittelun avulla hienomotoriset taidot karttuvat ja kehittyvät ihmeellisen tarkaksi (Tammia, 2006).

Kun lapsi leikkii ja on vuorovaikutuksessa, hän oppii kokonaisvaltaisesti ja tiedostamattaan. Ensin lapsi oppii karkea motoriset taidot, mutta pikkuhiljaa, kun lapsen annetaan harjoitella paljon ja monipuolisesti, alkavat hienomotoriset taidot myös kehittymään (Kauranen, 2011).

Käytännössä esimerkkiä katsomalla ja käsillä tekemisen kautta opitaan hahmottamaan ja ymmärtämään ympäristöä, maailmaa ja matemaattisia taitoja, sillä kädet antavat meille luotettavaa informaatiota (Robert L, 1992).

Tämä kaikki käsillä tehtävä harjoitteleminen, muovaaminen ja luominen kehittää loogista ajattelua, kolmiulotteista ajattelua, sekä luovuutta, joita tarvitaan myös matematiikassa.

Kun lapsi alkaa ymmärtää puhetta, hän pikkuhiljaa alkaa oppimaan asioita myös tiedollisesti. Enää ei tarvitse koskea kuumaan hellaan, jotta ymmärtäisi sen olevan kuuma, vaan riittää, että vanhempi sanoo sen olevan kuumaa ja varoittaa koskemasta.

Lapset koskevat kaikkialle käsillään, näin keräten tietoa ja oppien ympäristöstään. Myös aikuiset mielellään koskevat ja hivelevät kankaita ja puuesineitä tai kokeilevat raudan painoa, karsien museoissa tai taidenäyttelyissä siitä, että esineisiin ei siellä saa koskea. Koskeminen ja käsillä tekeminen sisältää paljon sellaista, jota ei voida sanoin edes kuvata (Anttila, 1993).

Mitä vanhemmiksi kasvamme, sitä enemmän meillä muuttuu tiedon keruu älylliseksi toiminnaksi, tekemisen sijaan. Mikä ei sulje pois sitä, etteikö fyysinen tekeminen olisi älyllistä toimintaa. Mitä suuremmassa määrin on. Mutta asioiden oppiminen menee usein limittäin ja siihen sekoittuu sekä tekemistä, että tiedollista opin keräämistä.

Valitettavasti yhä useampi nykyajan ihminen jäävät avuttomiksi ja kömpelöiksi, koska heidän käytännöllinen ja fyysinen harjoittelu on niin vähäistä. On viitteitä, että tämä osaltaan johtaisi sekä sosiaaliin, että kognitiivisiin kehityshäiriöihin (Kojonkoski-Rännäli, 1995).

Matemaattinen oppiminen alkaa jo paljon ennen kouluikää ja muodostuu eri vaiheiden kautta lopulta abstraktiksi ymmärtämiseksi. Ensimmäinen lapsi oppii konkreetian kautta ja itselle tuttuun esineiden ja asioiden kautta, jolloin hän toimii jopa itse oppimisen välineenä. Tämän jälkeen voidaan mallintaa toimintoja erilaisilla arkisilla välineillä ja esineillä, jotka sitten voidaan piirtää kuviksi. Vasta tämän jälkeen mennään mielikuvien ja symbolien tasolle (Kajetski & Salminen, Matikasta moneksi, 2009).

Oppimisen käsite on erittäin tärkeä ja keskeinen kun puhutaan opettamisesta. Siinä oppiminen ei ole välttämättä tahdonalaista toimintaa, vaan mahdollinen seuraus, joka opiskelusta seuraa. Psykologiassa oppiminen voi tarkoittaa sekä lopputulosta, että myös sitä toimintaa, joka siihen on johtanut (Hellström, 2008).

Oppiminen on myös asia, joka tapahtuu monesti viiveellä. Se on asia, jota ei aina näe heti ja usein voi olla niinkin, että emme edes itse tiedä oppineemme (Hellström, 2008).

Käsitöiden tekemiseen liittyy sellainen termi, kuin *techne*, jolla on monenlaisia kaksoismerkityksiä. Se voi tarkoittaa käsityöllistä osaamista ja tekemistä, sekä myös taidetta. Termi tarkoittaa toisaalta myös käsittämistä ja tietämistä ja laajimmillaan se tarkoittaa suoriutumista ja selviytymistä jostakin. Käsitöiden tekeminen kuuluu tähän tärkeän termin piiriin, eli se on tekemistä ja tietämistä, ongelmanratkaisua ja materiaalin muokkaamista, sekä ajattelua ja motorista toimintaa (Kojonkoski-Rännäli, 1995).

Käsitöiden avulla opitaan ymmärtämään omia ja luonnon rajoja, sekä mahdollisuuksia. Kun ihminen käsin tai käsityövälinen muokkaa ympäristöään, hän siinä samalla oppii ymmärtämään ja tuntemaan sitä ja siinä samalla omat mahdollisuutensa sekä kykyjensä rajat. Tätä viisautta ei voida saavuttaa koneita käyttämällä (Kojonkoski-Rännäli, 1995).

Käsiemme kautta saamamme informaatio onkin paljon moninaisempaa, kuin se, mitä saamme näkö- tai kuuloaistiemme kautta (Solonen, 1989).

Voimme huomata käsiemme merkityksen jo pelkästään niiden rakenteessa. Ne ovat kehomme kaikkein parhaiten hermotetut osat ja jos verrataan niitä muuhun kehoon, huomaamme niiden suhteellisen osuuden olevan aivojemme kuorikerroksessa todella suuren (Paavilainen, 2016). Lihaksiston määrä on käsissämme suuri ja niiden hyvin monipuolinen nivelistö mahdollistaa tarkan käytön (Lindberg, 1997). Tämän vuoksi voimme havaita niin paljon ja monipuolisesti käsillämme.

Käsien merkitys tiedon keruussa ympäröivästä maailmastamme on todella tärkeä, sillä niissä toimii useita erilaisia tuntoaisteja yhtä aikaa ja etenkin sormenpäämme ovat hyvin herkäät. Jokaisessa sormenpäässä on jopa n. 3000 reseptoria (Radman, 2013).

Tämän vuoksi tunnemme sormenpäillämme hyvin tarkasti ja monipuolisesti muun muassa karheuden, lämmön, kosteuden ja paineen.

Tämän valtavan reseptorimäärän ansiosta voimme myös tehdä todella tarkkaa, taitoa vaativia käsitöitä monipuolisesti ja se onkin hyvin suotavaa, sillä vaikka harrastaisimme muitakin käsillä tehtäviä asioita, kuten, piirtämistä, jonkin musiikki-instrumentin soittamista, tai tietokoneilla pelaamista, niin me tarvitsemme myös käsitöitä. Näistä muista nimittäin puuttuu käsistöissä käytettävien, eri materiaalien elementit kuten paino ja materian tuntu (Hyrsky, 2006), sekä yhtenä tärkeimpänä, muoto.

Suomenkielessä on olemassa termi ”hiljainen tieto”. Tämä on jotain samaa tietoutta, joka kertyy vain kokemuksen, tekemisen ja erehtymisen kautta. Se tarkoittaa käsien taitoa, ihon tietoa, sekä aivojen syvien kerrosten tietoa, joita tarvitsemme osataksemme käyttää intuitiota ja ollaksemme luovia (Koivunen, 1998).

Englannin kielessä voidaan kysyä ”can you ride a bike?” johon voi pyörällä polkeva vastata totuuden mukaisesti, että ”no, I cannot, but I am able to do it”. Suomeksi tämä olisi kömpelösti käännettynä, että, ”tiedätkö, miten pyörällä ajetaan?” ja vastaus; ”en tiedä, mutta osaan ajaa

pyörällä”. Tässä on kyse sellaisesta käsitteestä kuin, ”knowledge how”. Siis osaamisesta tai kyvystä tehdä jotain.

Joku voi kertoa tietävänsä hyvin, miten pyörällä ajetaan; Ensin nousee kyytiin, poljetaan pedaaleita, käännetään ratin avulla etupyörää siihen suuntaan, mihin haluaa kulkea ja kun polkee taaksepäin, voi pyörällä jarruttaa. Tästä huolimatta voi olla, että tämä ihminen ei kuitenkaan välttämättä *osaa* ajaa pyörää, jolloin häneltä puuttuu knowledge how (Fantl, 2012).

On siis iso ero sillä, tietääkö joku, miten jotain asiaa tehdään, tai osaako joku tehdä sen. Pyörää ajettaessa tietous on siinä itse tekemisessä (Malinen A, 2000).

Tutkimuksissa on huomattu, että niillä oppilailta, jotka parhaiten pärjäävät matematiikassa, ovat usein taiteellisesti lahjakkaita ja heillä on sekä hyvä visuaalinen hahmotuskyky, että muisti. Mutta on huomattu myös se, että ne, jotka eivät ole näissä asioissa hyviä, heillä nämä kyvyt kasvavat ja kehittyvät, jos he pääsevät näitä taitoja harjoittelemaan (Root Bernstein & Root-Bernstein, 2013).

Taito- ja taideaineista on siis hyötyä sekä niille, jotka eivät ole matemaattisesti lahjakkaita, mutta myös niille, jotka siinä ovat jo valmiiksi hyviä.

On olemassa useita eri todisteita, jotka puhuvat sen puolesta, että taito- ja taideaineita olisi todella tärkeää opettaa myös STEM-opiskelijoille (Sciences, Technology, Engineering and Mathematics, suomeksi: tiede, teknologia, tekniikka ja matematiikka). Eli niille, jotka ovat näissä aineissa hyviä (Root-Bernstein, 2015a).

Ensinnäkin nämä opiskelijat, jotka ovat lahjakkaita näillä aloilla kertovat itse, että pelkkä matemaattinen lahjakkuus ei riitä, vaan jotta siinä voisi menestyä, täytyy olla hyvä visuaalinen ja kolmiulotteinen näkökyky, hyvä silmän ja käden yhteistyö, sekä käsittelykyky (Root-Bernstein, 2015a). Eli juuri ne taidot, joita oppii teknisissä käsitöissä.

Tämän perusteella voimme ajatella taito- ja taideaineiden olevan erittäin tärkeitä myös peruskoulun oppilaille. Koulutammehan jo PISA-testien perusteella maailman huippuosajia.

Toiseksi, sadoista tuhansista STEM-ammattilaisista tehty tutkimus todistaa sen, että löytyy vahva korrelaatio taide- ja taitoaineiden harrastamisesta niillä, jota ovat näillä tiedealoilla menestyneet ja kolmanneksi; Ne, jotka tähän tutkimukseen ovat osallistuneet, voivat itse kuvata tarkasti, kuinka nämä harrastukset ovat stimuloineet heitä menestymään ammatillisesti (Root-Bernstein, 2015a).

On myös huomattu että, monet näistä tärkeistä taidoista, kuten parantuneet observoinnin ja visuaalisen ajattelemisen taidot, käsittelykyky ja työkalujen käyttö, sekä parantunut oppimis- ja muistamiskyky kehittävät STEM-oppimista. Tietous ja kyvyt, joita tarvitaan ammatilliseen luovuuteen ovat siis opittavissa (Root-Bernstein, 2015a).

Teknisissä käsitöissä käsitellään ja muokataan kolmiulotteisia kappaleita. Geometria ja sitä kautta koko matemaattinen ajattelu perustuu kolmiulotteisuuteen, eli tähän meidän reaali maailmaamme. Erkki Pehkonen kirjoittaa geometrian tärkeydestä omassa tutkimuksessaan, jossa on huolissaan oppilaiden matemaattisen menestyksen heikentymisestä, koska geometrian opettamista on vähennetty ja tilalle otettu enemmän algebraa ja matemaattista analyysiä (Pehkonen, 1985).

Käsitöiden ja myös muiden taito- ja taideaineiden harrastaminen siis edesauttaa matemaattisluonnontieteellisten aineiden hallinnassa (Root-Bernstein & Root-Bernsterin, ASCD, 2013). Olisikin hyvä, jos taidekasvatus olisi kaiken opettamisen perusta, jonka avulla ja kautta opetettaisiin muita aineita (Read, 1958).

Löytyy esimerkkejä kuuluisista tiedemiehistä, jotka ovat voittaneet jopa Nobel palkintoja saavutuksistaan tieteen saralta ja jotka itse kertovat ja todistavat siitä, miten kouluaikana harjoitetut kädentaidot (tekninen käsityö, kuvaamataito ja musiikki) ovat edesauttaneet heitä heidän tieteellisissä keksinnöissään ja löydöissään.

Esimerkkinä muun muassa Luis Alvarez (1911-1988), joka voitti Nobelin palkinnon fysiikassa 1968. Hän otti aikoinaan oppiaineikseen teollisen piirtämisen ja puukäsityöt laskuopin sijaan ja tätä kautta oppi visualisoimaan ja rakentamaan miltei millaisia kojeita tahansa ja sanoo itse sen takia menestyneensä fysiikassa (Alvarez, 1987).

Einstein (1879-1955) ei menestynyt koulussa matematiikassa tai fysiikassa, mutta koska pääsi kouluun, jossa painotettiin ja kannustettiin muun muassa visualisoimaan ja muotoilemaan, hän oppi kuvittelemaan mielessään tapahtumia, jotka auttoivat häntä hänen tieteellisissä saavutuksissaan (Root-Bernstein & Root-Bernstein, 2013).

Hän myös opiskeli musiikkia jo kuusi vuotiaasta lähtien ja kertoi että musiikki oli se voima, joka auttoi löytämään sen intuition, jonka avulla hän keksi suhteellisuusteorian *Nurtured by love: A new approach to education* (Root-Bernstein & Root-Bernstein, 2013).

Taiteet ja käsityöt kehittävät sellaisia tärkeitä ominaisuuksia, joita tarvitaan matemaattisluonnontieteellisillä aloilla, kuten tutkimista, visuaalista ajattelua, mallin toistumisen havaitsemista, sekä kehollista ja motorista kykyä tehdä asioita (Root-Bernstein, 2015b).

Parhaiten matematiikan opetuksessa pääsee looginen ajattelu vallalle, kun opiskelija hahmottaa tilanteita ja hallitsee käsitteitä. Tällöin tehdään omia päätelmiä ja oppilaiden oma strukturointi toimii. Tämän logiikan merkitys on sama matematiikalle, kuin on kirjoittamiselle kielioppi (Malinen P, 1992).

Johtopäätelmänä voimme pitää, että teknisistä töistä on apua matemaattiseen ymmärtämiseen ja sitä perutellessani olen sivunnut näitä alussa mainitsemiani tieteenaloja jollain tasolla. Seuraavaksi keskityn pääasiassa seuraaviin avainsanoihin: Käsityöt, luovuus, looginen päättelykyky ja matematiikka.

3 Avainsanat

3.1 Käsitteet

Eri alan tieteilijät, kuten esimerkiksi historioitsijat tai filosofit eivät ole voineet osoittaa, että älykkyystasossa, joka periytyy sukupolvelta toiselle, olisi tapahtunut edistymistä. Muut tekijät vaikuttavat kehitykseen, joka tapahtuu ihmisen henkisessä elämässä ja käytännön kyvykkyydessä. Vaikuttaa siltä, että oppiminen ja kaikki tieto pohjautuu käsien taitoon ja tuotteliaisuuteen. Koska ihmisillä on käsien taito, heillä on ollut mahdollisuus saavuttaa luonnon hallitsijan asema (Solonen A, 1991).

Käsien kautta saamamme informaatio on paljon moninaisempaa, kuin se mikä välittyy meille silmien ja korvien kautta. Käsillä voimme melkein nähdä, kun tunnustelemme jotain pimeässä tai silmät kiinni (Solonen A, 1991).

Käsien avulla voimme myös toteuttaa mietiskelyn ja ajattelun tuottamia ideoita. Me voimme rakentaa ja muovaila, tuhota, ottaa, antaa ja hallita. Historian kuluessa esivanhempamme ovat rakentaneet järjen ohjaamalla käsillään yhä monimutkaisempia ja nykyään jo automaattisesti toimivia työkaluja ja teollisuuslaitoksia (Solonen A, 1991).

Monissa kielissä, kuten myös suomen kielessä 'käsi' esiintyy kantasanana monille muille sanoille, kuten: käsitellä, käsite, käsittää, käsin, käteinen ja kätevä, mikä myös kertoo siitä, kuinka tärkeässä asemassa kädet ihmisen elämässä ovat (Solonen A, 1991).

On hyvin kouriintuntuvaa ja havainnollista, mitä ihminen omin käsin tekee. Paljon paremmin ihmistä opettaa tekeminen, kuin tuhat sanaa tai dataa. Käsitöitä tehdään vaihe, vaiheelta, mikä auttaa ymmärtämään teonprosessia yleensä, sekä ymmärtämään toimintansa vaikutukset ja seuraukset (Tuomikoski, 1991).

Käsitöiden tekemisessä ja tietotyössä tarvitaan hyvin samanlaisia taitoja, joiden avulla työssään voi menestyä; ihan ensiksi on olemassa jokin idea, jonka toteuttamiseen sitten tarvitaan kykyä kerätä, jalostaa, luoda ja esittää (Westerlund, 1991). Tähän tarvitaan mielikuvitusta, loogista ja avaruudellista ajattelua, ongelmanratkaisukykyä, sekä kädentaitoja. Eli silmän ja käden yhteistyötä lopulta toteuttaa idea.

Tähän listaan voisi lisätä vielä haptis-kinesteettisen havaintokyvyn, joka tarkoittaa kykyä päättellä materiaalin ominaisuuksia sen tunnun perusteella, eli liike- lihastuntoaistimuksia. Konvergenttikyvyn, eli kyvyn havaita ja siten tekemään jotain toistuvaa muotoa, sekä divergenttikyvyn, eli kyvyn luoda uusia muotoja (Anttila, 1993).

Silloin, kun ihminen käsillään tai käsityövälineiden avulla muokkaa ympäristöään, hän oppii ymmärtämään sitä ja sitä kautta oppii tuntemaan myös omien kykyjensä rajat, sekä omat mahdollisuutensa. Tätä on sen kaltaista viisautta, jota ei opita koneita käyttämällä (Kojonkoski-Rännäli, 1995). On myös tärkeää, ettei oppilas vain opi tekemään jotain, vaan myös ymmärtää, miksi tekee juuri niin (Karppinen, 1999).

Teknisiin käsitöihin liittyy olennaisesti tekniikka ja teknologia. Teknologia on oppi, joka käsittelee välineitä ja työtapoja, joita luonnosta saatavien aineiden jalostamisessa käytetään. Tämä jalostaminen vaatii tekniikoiden ja taitojen hallitsemista (Lindh, 1985).

Tekniikka taas tarkoittaa taitoa ja kykyä toteuttaa taiteellisia ja tieteellisiä teoksia. Suppeasti kuvattuna, tekniikka tarkoittaa aineellisten tuotteiden valmistuksen, suunnittelun ja käytön taitoa (Lindh, 1985).

Näihin siis liittyy sekä tekemisen taidot, että tiedon saaminen ja sen käsittely ja sitä kautta loogisen ajattelun taidot.

Valitettavasti nykylasten kädentaidot ovat laskeneet huomattavasti siitä, minkälaiset ne ovat aiemmin olleet, mikä teettää lisähaastetta käsitöiden opettajille. Toisaalta myös sekä teknisen että tekstiilityön opettajien määrä on vähentynyt, mistä johtuen alakouluissa usein tavalliset luokanopettajat opettavat näitä aineita. Joissain pienemmissä kouluissa voi olla, että jopa yläkoulun puolella käsitöitä opettaa joku muu opettaja, kuin pätevä käsityönopettaja (Ojanen & Rastas, 2018).

Tästä seuraa, että myös tiedon saaminen tekniikoista ja teknologiasta on suppeampaa, kuin jos ainetta opettaisi alan pätevä opettaja.

Edellytyksenä tekniselle suunnittelulle on tarkoituksenmukaisuus ja tavoitteellisuus. Tuloksena tällaisella suunnittelulla voi olla teknologinen innovaatio, eli silloin on syntynyt uutta taitoa ja tietoa (Lindh, 1985).

Eiduson aloitti ensimmäisen ja ehkä ainoan pitkän ajan tutkimuksen menestymisestä tieteen alalla. Hän seurasi neljäkymmentä (40) innovatiivista tiedemiestä, joista neljä saivat Nobel-

palkinnon ja joista 11 liitettiin jäseniksi Kansalliseen Tiedemiesten Akatemiaan (National Academy of Sciences members) (Root-Bernstein, 2015a).

Hän aloitti tämän tutkimuksensa vuonna 1955 ja vuoteen 1988 mennessä ei ollut löytynyt mitään korrelaatiota heidän kesken psykologiaan perustuvissa mittauksissa. Näitä ovat muun muassa älykkyydosamäärä, persoona ja uramenestys. Mutta mikä kyllä korreloi näiden välillä, oli heidän harrastuneisuutensa taiteiden, musiikin, käsitöiden, kirjallisuuden ja liikunnan sarjoilla (Root-Bernstein, 2015a).

Amerikassa menestyneillä akateemisilla insinööreillä ja kansallisen insinöörien akatemiaan (US National Academy of Engineering) kuuluvilla on kummallakin samanlaiset harrastajaprofiilit, johon kuuluu säännöllinen osallistuminen puu- ja metallikäsitöiden tekemiseen, noin seitsemän kertaa useammin, kuin muulla populaatiolla (Root-Bernstein, 2015a).

Tämä kertoo hyvin siitä, kuinka tärkeää olisi näitä päästä harrastamaan huomattavasti enemmän, kuin mitä meidän opetussuunnitelmamme antaa myöten ja mikäli teknisten käsitöiden harrastaminen auttaa myös matemaattisesti lahjakkaita, se on todennäköisesti hyväksi myös niille, jotka eivät siinä niin hyvin menesty.

Tekniset käsityöt ovat juuri se, jonka avulla opimme prosessiosaamista, luovaa ongelmanratkaisua, teknistä ajattelua, ja työskentelytaitoja. Siinä käytäntö ja teoria yhdistyvät toisiinsa luonnollisella tavalla auttaen ymmärtämään suurempia kokonaisuuksia (Ojanen & Rastas, 2018).

3.2 Matematiikka

Se, mitä matematiikka on, on hyvin vaikeaa selittää lyhyesti, sillä se on paljon enemmän ja monimuotoisempi tieteenala, kuin ensiajattelemalla kuvittelemme. Jos haluaisi lyhyesti kuvata asiaa, voisi toisaalta sanoa, että matematiikka on sitä, mitä matemaatikot tutkivat ja taas toisaalta joku voisi sanoa, että matematiikka on tapa elää ja ajatella, mutta ehkä matematiikka on lähinnä ja parhaimmillaan luovaa ajattelua (Karttunen, 2006).

Matematiikan voidaan myös sanoa olevan arkijärkeä, jonka ilmiöille matemaatikot mielellään antavat nimiä, kuten yhteenlasku, tai todennäköisyys (Ellenberg, 2016).

Alkunsa matematiikka on saanut käytännön elämästä. Kun mennään ajassa tarpeeksi paljon taaksepäin, ei ollut vielä olemassa lukumääräsanoja, eli matematiikan kieltä, mikä saattoi tehdä muun muassa kaupankäynnin joskus ongelmalliseksi (Bentley, 2009).

Tai kun heimot taistelivat toisiaan vastaan, oli tärkeätä tietää, paljonko miehiä on kaatunut. Silloin olikin lukusanojen puutteen takia tapana, että kun sotilaat lähtivät sotimaan, kukin heistä laitto kiven yhteiseen kasaan ja palattuaan jokainen otti siitä yhden kiven pois. Jäljelle jääneet kivet kuvasivat sitä määrää, kuinka moni oli kaatunut ja sen mukaisesti saattoi heimot vaatia sotakorvauksia (Bentley, 2009).

Vähitellen erilaisten vaiheiden kautta, kehittyivät määriä tarkoittavat symbolit, eli numerot, jotka olivat ensin äänneitä ja sen jälkeen vasta niille kehitettiin kirjoitettu muoto. Nämä äänneet ovat pohja kautta Euroopan nykyäänkin käytetyille numerosanoille (Bentley, 2009).

Tästä alkoi matematiikan taival omaksi tieteenlajikseen, jonka voidaan katsoa alkaneen antiikin Kreikassa. Siellä erityisesti geometriaa kehitettiin hyvin pitkälle (Karttunen, 2006). Ajan saatossa numeroiden avulla on selvitetty monia matemaattisia ongelmia ja keksitty erilaisia kaavoja, joiden avulla voidaan ratkaista käytännön pulmia ja yrittää ymmärtää maailmankaikkeutta (Bentley, 2009).

Mielenkiintoista on se, että looginen ajattelu ja on kulkenut limittäin matematiikan synnyn mukana, joka taas on lähtenyt geometrinen ongelmien pohtimisesta. Kreikkalainen Eukleide (n.365-300 eKr.) kirjoitti Alkeet-teoksen, joka oli sen ajan yleisesitys matematiikasta. Tuossa teoksessa hän johti tunnetut tulokset matematiikasta, viidestä aksiomasta ja vielä viidestä geometrisesta postulaatista (Miettinen, 2005).

(Aksioma tarkoittaa perusväittämää, jota pidetään itsestään selvänä, kun taas postulaatti on ehto tai oletus, joka on päättelyn lähtökohtana (Roinila, 2014).)

Tieteellinen ajattelu on hyvin pitkälle toistuvan kaavan tai muodon tunnistamista. Jokainen hypoteesi ja teoria pohjautuu johonkin kaavaan tai kuvioon. Tämän takia muun muassa taiteilijat ja muusikot, jotka keksivät ja työskentelevät erilaisten kuvioiden kanssa, voivat hyvin opettaa tieteilijöitä (Root-Bernstein & Root-Bernstein, 2013).

Vaarana kuitenkin on, että kun toimintaa määritteleviksi tekijöiksi muodostuvat mallit, kaavat, normit ja säännöt, sitä myöten myös ihmisen luovuus näivettyy, mikä taas on yksi hyvin tärkeistä ominaisuuksista matematiikan saralla (Tuomikoski, 1987). Olisi hyvin tärkeää, että oppilaat oppisivat ajattelemisen taidon, mekaanisen laskemisen sijaan (Heikkinen, 2017).

Ihmisellä on olemassa syvät aivojen osat, jotka tuottavat tajunnan perustilat, kuten voinnin ja mielenkiinnon. Syvien aivon osien toimintoja ei voi itse säädellä ja ne ovat aina ensisijaisia. Niiden varaan elämä ja tajunta rakentuu ja aivokuoren toiminta on taas näistä syväosista riippuvainen. Aivokuori välittää tarkkaa maailmankuvaa eri tuntoaistiemme avulla, mutta pystyy tarkkuuteen vain kovan harjoittelun kautta. Oppinut aivokuori ohjaa tahdonalaista toimintaa, kuten pianistin sormien liikettä, kielellistä ilmaisua ja laskutoimituksia (Tuomikoski, 1987).

Näiden korkeiden aivo-osien takia, meillä on sellaisia tietoisuuden muotoja kuten, rationaalisuus, loogisuus ja abstrahointikyky. Niiden avulla voimme määritellä ja käsitellä asioita (Tuomikoski, 1987).

Pikkuaivomme ovat osaa järjestelmästä, jonka avulla ne voivat ennakoita, mitä tulee tapahtumaan tietyn liikkeen jälkeen tai sen johdosta, eli mitkä ovat aistien palautteet aivoillemme. Tämän ennakoivan kyvyn ansioista, meidän ei tarvitse tarkistaa menikö edellinen liike oikein, ennen kuin aloitamme seuraavan liikkeen. Tämä on tärkeää esimerkiksi portaita noustessa tai pianon soitossa (Paavilainen, 2016).

Minna Huotilaisen mukaan matemaattinen oppiminen edistyy, kun käsiteltävä asia saadaan konkretisoitua käsillä tekemiseen. Se on kuitenkin ihmisten ensisijainen tapa ratkaista asioita, käsin siihen tarttumalla ja tutkimalla. Vasta tämän jälkeen asiaa tulisi tutkia abstraktisti (Kilponen, 2019).

Kemian alan ammattilaiset ja fysiikan Nobel-palkinnon saaja sanovat myös, että meidän ajattelemisemme ydin muodostuu sensomotorisesta harjoittelemisesta ja että sensomotorinen ajattelu juontuu taiteista ja käsityötaidoista (Root-Bernstein, 2015a).

Matematiikkaa tulisi ongelmakeskeisyyden sijaan lähestyä sen soveltuvuusmahdollisuuksien kautta, joka on matematiikan suurin voima. Matemaattisia säännönmukaisuuksia voisi hyvin soveltaa myös esimerkiksi mallinnuksessa, tai pintasuunnittelijan tekstiili- ja sisustussuunnittelussa, niin ettei heidän tarvitsisi aina keksiä pyörää uudelleen (Kilponen, 2019).

Arkijärkemme voi auttaa meitä intuitiivisesti keksimään tai huomaamaan joitain yksinkertaisia matemaattisia sääntöjä, mutta se ei riitä enää esimerkiksi integraali- tai differentiaalilaskentaan. Kuitenkin myös nämä laskuopit ovat johdettu arkijärjestämme (Ellenberg, 2016).

Harva luovaa käsityötä tehdessään välttämättä edes ajattelee käyttävänsä matematiikkaa, kun suunnittelee kaventamista tai hahmottelee kolmiulotteista esinettä (Kilponen, 2019).

3.3 Looginen päättelykyky

Logiikka-sana tulee kreikan kielisestä sanasta logos=sana, järki. Aristoteleelle ja Platonille tämä sana tarkoitti propositiota tai (väite)lausetta. Vasta kolmannella vuosisadalla logiikka sana esiintyi nykyisessä merkityksessään (Miettinen, 2005).

Usein sanotaan, että logiikka on tiede, joka tutkii päätelmiä, eli argumentteja. Me pystymme tekemään jokapäiväisessä elämässämme loogisia päätelmiä, ilman, että meidän täytyy ensin opiskella mitä logiikka on. Jokapäiväiset päätelmämme ovat kuitenkin aina enemmän tai vähemmän epämääräisiä ja loogikoilla onkin ajatuksia siitä, mitä vaaditaan oikeanlaiseen päätelyyn. Tosin nämäkin käsitykset voivat vaihdella (Malinen P, 1992).

Nykyään ymmärretään, että logiikka on muutakin kuin päättelevän päättelyn tutkimista, vaan se on asioiden tarkkaa, eli eksaktia analyysia (Rantala & Virtanen, 2003). Katsotaan tärkeäksi nostaa loogisen päättelyn tietoisuuden tasoa niin, että voidaan ymmärtää ajattelun säännönmukaisuuksia, sillä näin voidaan vahvistaa matemaattista päättelykykyä (Malinen P, 1992).

Englannissa, 1800-luvun puolessa välissä tapahtui modernin logiikan läpimurto, kun George Boole muotoili lauselogiikan algebrallisena järjestelmänä ja Augustus de Morgan alkoi tutki-
maan suhteita, eli relaatioita (Niiniluoto, 2015).

Myös saksalainen Gottlob Frege julkaisi 1879 teoksensa Begriffsschrift (käsitekirjoitus), tavoitteenaan palauttaa koko matematiikka logiikan periaatteisiin (Niiniluoto, 2015).

Brittifilosofi Bertrand Russell jatkoi tätä ”logisismien” ohjelmaa ja huomasi Fregen aksiomaattisessa järjestelmässä ristiriidan. Tämä synnytti kriisin muidenkin joukko-opin piiristä löytyneiden paradoksien kanssa ja tätä myötä matemaattisesta logiikasta tuli hyvin tärkeä osa tutkimusta, joka koskee matematiikan perusteita (Niiniluoto, 2015).

Logiikka tutkii päättelyjä, jotka ovat muodollisesti päteviä. Muodollisella tarkoitetaan sitä, että pääteltäessä lausetta, tarkastellaan vain sen ulkoista muotoa, - ei sisältöä (Miettinen, 2005).

Pätevyydellä taas tarkoitetaan sitä, että johtopäätös, johon tullaan, on tosi. Tämä pätee niissä kaikissa mahdollisissa maailmoissa, joissa myös oletukset ovat tosia (Miettinen, 2005).

Tämä tarkoittaa sitä, että lauseiden sisältö merkitsee hyvin paljon, sillä niistä seuraa päätelmän pätevyys. Tästä alla pari esimerkkiä.

Logiikan lajeja on useita erilaisia, mutta matematiikassa yleensä käytetään induktiivista ja deduktiivista päättelyä (Malinen P, 1992).

Induktiivisen päättelyn esimerkki:

Premissi 1. Puhun aina totta ja sanon tämän lauseen huomenna uudestaan

Päätelmä: Minä elän siis ikuisesti (Miettinen, 2005).

Deduktiivisen päättelyn esimerkki:

Premissi 1. Sokrates on ihminen

Premissi 2. Kaikki ihmiset ovat kuolevaisia (premissi eli oletus)

Päätelmä: Siis Sokrates on kuolevainen (Rantala & Virtanen, 2003).

Tästä huomaamme, että meidän luonnollinen kieleemme voi viestiä monella tasolla, joihin en tässä sen tarkemmin mene, kuin että, loogista ajattelua käytettäessä olisi tärkeää, että puhutut lauseet olisivat mahdollisimman tosia. Sanoja on sopivasti ja puhutaan asiasta selvästi (Miettinen, 2005).

Eli looginen ajattelu on alkuehdoista lähtevä, logiikan sääntöjen mukaista päättelyä, joka pääsee matematiikassa parhaiten esille, jos oppilaat hallitsevat käsitteet ja pystyvät hahmottamaan tilanteita. Tällöin oppilaat kykenevät itse tekemään omia päätelmiä (Malinen P, 1992).

Puolalainen matemaatikko yhdisti 1931 joukko-opin ja logiikan. Tämä syntynyt joukko-opin semantiikka on hyvin tärkeä, koska se toimii matematiikan ja logiikan metakielenä, eli niiden yhteisenä objektikielenä (Miettinen, 2005).

On tärkeätä, että oppilas pääsee harjoittelemaan logiikkaa vaativia tehtäviä, sillä tottumattomuus loogiseen ajatteluun, johtaa helposti virhepäätelmiin (Malinen P, 1992).

Teknisiä töitä tehdessä looginen ajattelu, ja etukäteen suunnittelu ovat erittäin tärkeässä asemassa, joita ilman töitä olisi hyvin vaikea edes saada tehtyä alusta loppuun kunnolla. Kun tarkastelee eri koulujen opetussuunnitelmia tai valinnaisaineita, niissä tulee usein esille samat tunnetut teknisten töiden hyödyt. Luovan ongelmaratkaisun mahdollisuus ja sitä myöten loogisen ajattelun kasvattaminen (Juvonen, 2015).

Teknisissä töissä on tavoitteena antaa oppilaille mahdollisuus luoviin ongelmanratkaisutilanteisiin, jossa nimenomaan logiikka pääsee kehittymään (Huovila & Sipilä, 2010).

3.4 Luovuus

Luovuus on aihe, joka on kiinnostanut sekä tutkijoita, että ihmisiä yleensäkin, kautta historian ja aiheesta onkin tehty tutkimuksia jo 1900-luvun puolesta välistä lähtien, sekä kirjoitettu lukuisia kirjoja ynnä muita julkaisuja (Jung & Vartanian, 2018).

Silti yhä edelleen käsityksemme luovuudesta voivat olla hyvin pinnallisia ja pohjautua erilaisiin myytteihin. Luovuutta on jopa romantisoitu ja mytologisoitu, kuvitellen, että se on jokin erityinen jumalallinen siunaus jonkin hyvän valinnan seurauksena. Hyvin usein luovuus ajatellaan vain taiteilijoiden ja tieteilijöiden luonteenpiirteeksi (Malmelin & Poutanen, 2017).

Luovuus voi kuitenkin olla hyvin monenlaista ja se voidaan määritellä eri tavoin riippuen katsantokannasta. Se onkin hyvin monimutkainen ilmiö ja sitä on varmaankin mahdotonta määritellä tyhjentävästi, mutta yleensä kaikki tutkimussuunnat ovat samaa mieltä siitä, että luovassa toiminnassa tapahtuu jotain uutta ja ainutlaatuista ja se on sopivaa, sekä tarkoituksenmukaista siinä tietyssä asiayhteydessä ja se konkretisoituu vaikuttavuutena tai hyödyllisyytenä (Malmelin & Poutanen, 2017).

Luovuutta on myös hyvin vaikea tutkia useasta eri syystä. Ensinnäkin erittäin luovia tekoja tapahtuu hyvin harvoin, toisaalta ympäristön vaikutus eri keksintöihin ja luoviin tekoihin vaikeuttaa tutkimusta, sekä älykkyyden ja luovuuden limittäisyys tai päällekkäisyys (Jung & Vartanian, 2018).

Perinteisesti on ajateltu, että luovassa ajattelussa ja toiminnassa käytetään erityisesti oikeaa aivopuoliskoa (Abraham, 2018), jonka on ajateltu olevan intuitiivinen ja luova, kuin taas vasemman on ajateltu olevan looginen ja analyttinen puoli (Leino, 2014).

Todellisuudessa aivopuoliskoilla on vain hieman painotuseroja. Toinen puoli on hieman parempi toisissa asioissa, kuin toinen puoli, mutta kumpikin puolisko osallistuu tiedonkäsittelyyn. Vain jos aivokurki on katkaistu, saadaan eroja testauksissa (Häkkinen, 2016).

Hyvin tärkeää on, että kumpikin aivopuolisko pääsevät harjoittelemaan ja tekemään yhteistyötä, jotta saataisiin oikeasti tuloksia luovuudessa (Jung & Vartanian, 2018).

Uusimman teknologian kehittyessä neurologiassa ja teoreettisten, sekä metodologisen saavutusten ansiosta luovuuden saralla, on nyt vihdoin päästy tutkimaan, mitä aivoissa tapahtuu luovassa ajattelussa (Jung & Vartanian, 2018) ja yksi tärkeistä havainnoista on, että todella luovaan ajatteluun tarvitaan kumpaakin aivopuoliskoa (Abraham, 2018). On myös huomattu, että kun aivopuoliskoiden välinen yhteys on hyvä, silloin on paremmat edellytykset myös menestyä matematiikassa ja että tätä yhteyttä pystytään treenaamalla vahvistamaan (Leino, 2014).

Luovuus teknisissä töissä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että opiskelija seuraa vain hetken aikaa mallia, kuinka jotain työtä tehdään. Vaikka koristetaltoilla veistämistä. Mutta pian hän alkaa itse harjoitella ja löytää oman tyyliensä tehdä kyseistä työtapaa (Lindh, 1985).

Eli luova oppiminen tarkoittaa taitojen ja tietojen itsenäistä tuottamista, josta seuraa oivaltaminen ja muistaminen, sekä sisäistämistä ja kykyä divergoida tuota sisäistettyä tietoa (Lindh, 1985).

Divergoinnilla tarkoitetaan prosessia, joka on innovatiivinen ja luova. Siinä ei hyväksytä valmiita malleja, vaan haetaan vaihtoehtoisia tapoja (Luostarinen, 2016).

Myös Root-Bernstein on artikkelissaan sitä mieltä, että luovuutta voi oppia esimerkkien ja harjoitusten avulla, eikä ole vain peritty psykologinen ominaisuus (Root-Bernstein, 2015a).

Tärkeintä luovan oppimisen edellytykselle on se, että opiskelijalla on problematisoiva asenne kulloinkin käsiteltävässä aihepiirissä, eikä alistu vain imitoivaan oppimiseen, jossa kopioidaan tarkasti opettajan tietoja ja taitoja (Lindh, 1985).

Myös matematiikassa on siksi tärkeää, että pystyy ajattelemaan uudella tavalla, eikä jää jumiin johonkin tiettyyn opetettuun tapaan ratkaista asioita. Tämän taidon puuttuminen on ollut ongelma esimerkiksi kvanttifysiikan opiskelijoilla, joiden on sen takia ollut vaikea oppia alaa, koska eivät helposti pääse pois perinteisistä ajatuksista (Duschl & Monk, 2015).

Erään tutkimuksen mukaan, luovuudessa menestyminen on yhteydessä monipuoliseen osaamiseen (Root-Bernstein, 2015a). Mutta on myös todella tärkeää, että harjoittelee paljon, sekä pitkäjänteisesti. Vain sillä tavalla voi oppia monipuolisia taitoja (Jung & Vartanian, 2018).

4 Tutkimustehtävä

Ihmistieteiden tutkimiselle ei ole olemassa omaa metodologiaa, vaan siinä käytetään samoja keinoja, kuin muissakin tieteissä. Kun tutkimuksen kohteena ovat ihmiset, siihen tulee mielenkiintoisena lisänä muun muassa ihmisten intentiot, päämäärät, pyrkimykset, asenteet ja mielikuvat (Metsämuuronen, 2003).

Tämä tuo oman haasteensa sille, kuinka mitata ja tulkita tuloksia, jotta ne olisivat mahdollisimman totuudenmukaisia.

Tutkin tässä gradussani, vaikuttaako teknisten töiden tekeminen positiivisesti matemaattiseen osaamiseen. Yksinkertaisin keino oli verrata niiden matematiikan numeroa, joilla oli tekniset työt valinnaisaineena, niiden numeroon, joilla taas ei ollut teknisiä töitä oppiaineenaan.

Täydellistä objektiivisuutta ei tutkimukselle voi olla olemassa, vaan siihen aina vaikuttavat tutkijan omat käsitykset siitä, mitä on luotettava tieto ja todellisuus. Mutta on kehitelty joukko erilaisia testausmenetelmiä, joiden avulla on todettu pystyttävän tuottamaan sellaista tietoa, jossa mahdollisuus erehdyksille on minimoitu mahdollisimman pieneksi (Metsämuuronen, 2003).

Tutkimuksen teoriataustaan tutustuminen auttaa asettamaan hypoteesin omalle tutkimukselle. Tämä on tärkeää, sillä hypoteesin avulla teoria niin sanotusti lasketaan maan pinnalle, eli sen avulla ilmoitetaan, miten asiaa aiotaan lähestyä. Toisaalta hypoteesia on mahdollista testata ja siten osoittaa ovatko ne oikeita. Hypoteesi on myös apuväline lähestyä tutkimusta objektiivisesti (Metsämuuronen, 2003).

Oma hypoteesini tutkimukselleni oli, että ne, joilla on ollut tekniset työt valittuna, heillä olisi verrattain parempi matematiikan numero, kuin niillä, jotka eivät olleet valinneet teknisiä käsitöitä valinnaisaineekseen.

Tulos oli päinvastainen, kuin mitä odotin. Eli tämän tutkimuksen mukaan, teknisten töiden tekemisestä ei ole mitään apua matemaattiseen osaamiseen, vaan itse asiassa päinvastoin.

Valitettavasti aika paljon matemaattiseen ymmärtämiseen vaikuttavia asioita jäi tämän tutkimuksen ulkopuolelle, kuten oppilaiden oma harrastuneisuus teknisten töiden parissa ja heidän asenteensa matematiikkaa kohtaan.

Tämän vuoksi ei tuloksesta voi välttämättä vetää suoria johtopäätöksiä, etteikö teknisistä töistä olisi myös apua matematiikassa pärjäämiselle.

Itse asiassa, mitä enemmän olen asiaan perehtynyt, sitä varmempi olen siitä, että jos teknisiä töitä tehtäisiin tarpeeksi paljon ja näitä kahta ainetta, matematiikka ja teknisiä töitä, yhdistettäisiin enemmän toistensa kanssa, niin lopputulos voisi olla ihan jotain muuta, kuin mitä tämä tutkimus antaa ymmärtää.

4.1 Tutkimusongelmat

4.1.1 Onko teknisten töiden ottaminen valinnaisaineeksi vaikuttanut matematiikan numeroon positiivisesti

Tämä oli ensimmäinen asia, jota lähdin selvittämään, että onko koulumaailmassa, niillä pojilla yleensä parempi matematiikan numero, jotka ovat ottaneet tekniset työt valinnaisaineekseen.

Hypoteesini oli, että näin olisi, mutta tulosten mukaan teknisen työn valinneilla olikin verraten huonompi matematiikan numero, kuin niillä, jotka eivät olleet valinneet teknisiä töitä.

4.1.2 Miksi korrelaatiota ei löydy teknisten töiden valinneiden ja paremman matematiikan numeron välillä

Koska tutkimustulos olikin päinvastainen, kuin oletukseni oli, tutkin mahdollisia eri syitä, mistä tämä tulos johtuu. Mitkä kaikki tekijät ovat voineet vaikuttaa siihen, että teknisten töiden tekeminen ei näyttäisi edistävän matemaattista osaamista?

4.1.3 Miten teoriassa tekniset käsityöt edesauttavat matemaattista osaamista

Mitä ovat ne tekijät, jotka eri teorioiden mukaan, harjaannuttavat teknisiä töitä tehdessä, matematiikassa tarvittavia ominaisuuksia kuten, kolmiulotteista hahmottamista, loogista ajattelua ja luovuutta?

4.2 Menetelmä

4.2.1 Tutkittavat

Kun aloitin tämän aiheen tutkimisen, olisin alun perin halunnut selvittää yhdeksäsluokkalaisten matematiikan numeron lisäksi kaikki mahdolliset seikat, jotka siihen ovat vaikuttaneet. Näitä olisivat olleet heidän harrastuksensa ja kiinnostuksen kohteensa kartoittaminen jo varhaislapsuudesta alkaen. Perhetausta ja vanhempien asenne matematiikkaa kohtaan. Sekä tärkeimpänä se, kuinka paljon kukakin on harrastanut teknisiä töitä ja ottanut sen myös valinnaisaineekseen yläkoulussa.

Mutta tämä olisi luonnollisesti ollut aivan liian laaja ja monimutkainen tutkimus toteutettavaksi, joten jouduin kaventamaan ja tarkentamaan kohderyhmää huomattavasti, sekä tutkittavia seikkoja mahdollisimman pieneksi, jotta tutkimus pysyisi yhä kasassa ja olisi edes jollain tavalla luotettava.

Päädyin siis valitsemaan yhdeksäsluokkalaisten pojat tutkimuskohteeksi ja heidän kohdallaan teknisten töiden vaikutuksen matematiikan numeroon. Valitsin tämän ryhmän, koska yleensä pojat ovat olleet enemmistönä teknisissä töissä ja toisaalta se seikka, että juuri pojilla on viimeisten mittausten mukaan mennyt aina vain heikommin matematiikassa.

Yhdeksäsluokkalaisten valitsin myös siksi, koska heistä niille, jotka ovat valinneet teknisen työn valinnaisaineekseen, on kertynyt luonnollisesti eniten niitä tekemisen tunteja tuolla saralla.

Päädyin siis vertailemaan niiden poikien matematiikan numeroa, jotka ovat valinneet teknisen työn valinnaisaineekseen, niiden numeroon, jotka eivät ole valinneet käsityötä valinnaisaineekseen, nähdäkseni, onko niissä mitään eroa.

4.2.2 Aineistonkeruu

Lähetin alkuvuodesta 2018 sähköpostia pohjoispohjanmaan alueen eri kouluille ja pyysin saada numeroidun listan, jossa ei näy kenenkään nimeä, vaan jokainen oppilas olisi vain numeroituna listalla ja siihen seuraavien aineiden numerot sarakkeisiin. Matematiikka, biologia, äidinkieli, englanti ja tekninen työ, mikäli oli sen valinnut.

Oppilaiden tiedot välittyivät siis minulle täysin anonymina, enkä pysty mitenkään jäljittämään kenenkään arvosanoja ja kenelle ne kuuluvat.

Koulut olivat eri kokoisia ja sattuman varaisesti valittuja. Pyrkimykseni oli vain saada mahdollisimman monen (300) oppilaan tiedot, jotta otanta olisi tarpeeksi kattava. Onnistuin saamaan kasaan 240 oppilaan arvosanat, eli tutkimuksen kannalta ja luotettavuutta ajatellen, ihan hyvä määrä. Joukossa olivat siis sekä ne, joilla oli valittuna tekninen työ, että ne, joilla sitä ei ollut valittuna.

Otin tutkimukseen mukaan myös muita reaaliaineita, jotta niiden avulla mahdolliset virhepäätelmät voisi sulkea pois ja samalla pysyi katsomaan, onko teknisillä töillä vaikutusta myös niihin.

Vaikka sainkin aika monen oppilaan arvosanojen numerot, voidaan tämän tutkimuksen validiteettia pohtia siinä mielessä, että otanta on kerätty pääasiassa vain pohjoispohjanmaan alueelta. Pieni osa tästä joukosta on myös yhdestä Sipoon alueen koulusta.

Voihan nimittäin olla, että pohjanmaan alueen oppilasaineuksen taustat ovat verrattain erilaiset, kuin esimerkiksi pääkaupunkiseudun oppilailla. Epäilisin pohjanmaan alueen oppilaiden ehkä harrastavan vapaa-aikanansa enemmän käsillä tekemistä, kuin pääkaupunkiseudun alueen oppilaiden, mikä voi vaikuttaa myös matemaattiseen osaamiseen ja sitä myötä tutkimuksen tulokseen.

4.2.3 Analyysi

Ensin listasin kaikkien oppilaiden kaikki numerot sarakkeisiin Excel-taulukkoon. Varsinaisiin tutkimusongelmiin vastaavat analyysit tehtiin SPSS-ohjelman versiolla 24. Analyysi alkoi jakaumien muodon tarkastelulla, jonka perusteella päädyin käyttämään parametrisiä menetelmiä. Koko näytteen jakaumia kuvataan keskiarvojen ja keskihajontojen avulla ja ryhmävertailussa käytetään riippumattomien otoksien t-testiä.

T-testi on keskiarvojen eron yleisin tunnettu testausmenetelmä. Kun voidaan olettaa, että tutkimuksen otos on saatu populaatiosta, joka on vähintään kohtuullisen normaalisti jakautunut ja kun mittaus on suoritettu mittarilla, joka on intervalliasteikkoinen, on t-testin käyttäminen hyödyllistä (Metsämuuronen, 2003). T-testiä käytettäessä on tarkistettava varianssien homogeenisuus, ja jos variansseja ei voida olettaa homogeenisiksi, on käytettävä testiversiota, jossa tätä oletusta ei tarvita. Varianssien homogeenisuuden tarkistin Levenen testillä.

4.3 Tulokset

Taulukossa 1 on esitetty koko aineiston, eli kaikkien oppilaiden, sekä teknisen työn valinneiden, että sen valitsematta jättäneiden äidinkielen, matematiikan, englannin, biologian ja teknisen työn arvosanojen keskiarvot ja hajonnat.

Taulukko 1. Oppilaiden kouluarvosanojen keskiarvot ja keskihajonnat

	<i>N</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>S.D.</i>
Kouluaine	239	4	10	7,44	1,53
Äidinkieli	234	4	10	7,32	1,08
Matematiikka	239	4	10	7,44	1,53
Englanti	238	5	10	7,86	1,26
Biologia	238	5	10	7,61	1,24
Tekninen työ	117	6	10	8,02	1,00

Taulukosta 1 havaitaan, että kaikissa kouluaineissa keskimääräinen opintomenestys on välillä 7,5-X. Myös hajonta opintomenestyksessä on kaikissa aineissa hieman yli yksi.

Teknisen työn valinneiden ja sen valitsematta jättämien välisiä eroja tarkasteltiin riippumattomien otosten t-testien avulla. Näiden testien tulokset sekä ryhmien jakaumien keskiarvot ja -hajonnat on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Teknisen työn valinneiden ja valitsematta jättäneiden kouluarvosanojen keskiarvot, hajonnat ja t-testien tulokset

Muuttujat	Ei teknistä työtä (n=122)		Tekninen työ (n=117)		<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>S.D.</i>	<i>M</i>	<i>S.D.</i>		
Matematiikan arvosana	7,48	1,48	7,38	1,59	0,50	n.s.
Englannin arvosana	8,12	1,23	7,59	1,23	3,35	0,001
Biologian arvosana	7,75	1,13	7,46	1,33	1,85	n.s.
Äidinkielen arvosana	7,38	1,07	7,25	1,08	0,89	n.s.

Kuten taulukosta 2 havaitaan, ainut tilastollisesti merkitsevä ero teknisen työn valinneiden ja sen valitsematta jättäneiden välillä on englannin koulumenestyksessä: teknisen työn valinneilla on hieman matalampi englannin arvosanan keskiarvo kuin teknisen työn valitsematta jättäneillä. Matematiikan koulumenestyksessä, biologian koulumenestyksessä ja äidinkielen koulumenestyksessä ei hypoteesini vastaisesti ole havaittavissa tilastollisesti merkitseviä eroja näiden kahden ryhmän välillä.

5 Pohdinta

Tämän tutkimuksen mukaan teknisen työn ottaminen valinnaisaineeksi ei ilmeisesti ole yhteydessä koulumenestykseen, paitsi englannissa, jossa teknisen työn valitsematta jättäneet ovat keskimäärin saaneet hieman parempia arvosanoja kuin teknisen työn valinneet oppilaat.

Olin ensiksi yllättynyt tuloksesta, mutta mitä enemmän olen tähän aiheeseen tutustunut, sen vähemmän sitä enää oikeastaan ihmettelen, miksi näiden väliltä ei löytynyt yhteyttä, vaikka niin paljon on tutkimuksia ja viitteitä siihen, että teknisten töiden tekeminen edesauttaisi matemaattisessa ajattelussa.

5.1 Tuntien vähyys

Yksi mahdollinen selitys sille, ettei teknisten töiden tekeminen koulumaailmassa näytä edistävän matemaattista osaamista on se, että teknisen töiden tunteja on kovin vähän, jopa silloin kun oppilas on ottanut sen valinnaisaineekseen.

Tutkimuksissa selviää se, että syvällisen oppimisen edellytys on, että harjoittelee tarpeeksi paljon ja säännöllisesti (Jung & Vartanian, 2018). Meidän oppimisemme tapahtuu hyvin monitahoisen ja monimutkaisen prosessin ja informaation kautta, jossa vaaditaan paljon toistuvaa harjoitusta.

Olemme nykyään niin irrottautuneet luonnosta, kaiken materian alkuperästä ja itse käsin sen kanssa toimimisesta, ettei meidän älymme ja luovuutemme pääse kehittymään (Kojonkoski-Rännäli, 1995). Onneksi vielä jonkin verran, etenkin maaseudulla, lapset pääsevät harrastelemaan erilaista rakentelua ja korjaamista vanhempiensa kanssa. Valitettavasti tämä vaan on yhä harvempien onni.

Kun ihminen kehollisena olentona työstää käsin maailmaa, hän on sen kanssa yhteydessä. Modernilta ihmiseltä usein puuttuu tämä yhteys ja saa tietonsa vain älyn ja ajattelun välityksellä. Tietäminen, ongelmanratkaisu ja ajattelu kuuluvat kiinteästi yhteen käsin tekemisen kanssa (Kojonkoski-Rännäli, 1995).

Meidän osamme kehittyvästä maailmasta ei ole jaettavissa erillisiin osiin, vaan jopa koko maailmankaikkeuden voidaan ajatella olevan jakamaton ykseys, joka alati muuttaa muotoaan ja joustaa (Kojonkoski-Rännäli, 1995).

Käsillä tekemistä tulisi voida harjoitella paljon enemmän ja mieluiten jo ihan pienestä lähtien päästä tutkimaan ja muokkaamaan erilaisia kappaleita.

Kätevyyden ja luovuuden harjoittelu mahdollisimman varhain ja mahdollisimman korkealle, kun tieto- ja taitomateriaaleina ovat tekniikka ja teknologian alan innovaatiot, helpottavat oppilaiden menestymistä yhteiskunnassa (Lindh, 1985).

Teknisiä töitä opetetaan enää murto-osa siitä, mitä sitä aiemmin opetettiin. 2000-luvulla on alettu sulattaa teknisiä töitä tekstiilitöiden kanssa yhteen ja tämä prosessi kulminoitui uuden peruskoulun opetussuunnitelman myötä (Ojanen & Rastas, 2018).

Tekniset työt ovat myös oppilaita tasa-arvoistava oppiaine, kun siinä pääsee loistamaan ja kokemaan onnistumisen hetkiä nekin, jotka eivät teoria-aineissa ole niin hyviä (Impiö, 2019). Tämän itsetunnon kohoamisen myötä voi matematiikkakin sujua taas paremmin.

5.2 Valintaperusteet

Tähän liittyen pohdin myös, mitkä ovat olleet perusteet valita tekninen työ sivuaineeksi? Osa oppilaista valitsee sen, vain jotta selviäisi mahdollisimman vähällä teoriaopiskelulla. Hyvin usein ne, jotka eivät pärjää teoreettisissa aineissa, valitsevat tekniset työt, koska ajattelevat jatkavansa ammattioppilaitoksessa, eikä lukiossa, kun taas teoriassa pärjäävät, eivät välttämättä ymmärrä teknisten töiden tuottamaa hyötyä oppimisessa.

Myös yhteiskunnallisesti ajatellen, olisi järkevää, että meillä kasvaisi täällä sellaisia yksilöitä, jotka ovat monipuolisesti ja tasapainoisesti kehittyneitä. Kun ihminen koulutetaan ja oppii asioita laaja-alaisesti, yhteiskuntakin pysyy paremmin terveenä, eikä lähde vinoutumaan (Kojonkoski-Rännäli, 1995).

Toisaalta myös, suurin osa meidän viennistämme ja tuottavasta teollisuudestamme pohjautuvat tekniseen ja kädentaitojen osaamiseen ja päätökset vähentää teknisten töiden määrää peruskoulustamme on kansantaloudellisesti, syrjäytymisriskin ja yritysten aseman kannalta todella huono (Ojanen & Rastas, 2018).

5.3 Matematiikan ja teknisten töiden opetus, sekä oppiminen

Yksi huomionarvoinen seikka on myös itse matematiikan opetus. Siinä on valitettavasti menty sellaiseen suuntaan, joka huonosti edesauttaa luovaa ja innostavaa pohdiskelua. Liian nopeasti mennään abstraktiin kaavojen opetteluun ja niiden toistoon, ilman syvällistä ymmärtämistä.

Myöskään matematiikkaa ei voi kunnolla oppia pelkästään teorian ja paperilla laskemisen avulla. Maailmamme on kolmiulotteinen ja matematiikkaan vaikuttavat pitkälle luonnon ja fyysiikan lait. Erityisesti lapsille on tärkeää oppia matematiikkaa konkretian kautta, niin, että he saavat pidellä käsissään eri kokoisia, painoisia ja muotoisia kappaleita. Sijoitella niitä ryhmiin ja jonoiksi tai pinoiksi.

Vaikka yhteistoiminnallisilla oppimistilanteilla on oma tärkeä paikkansa matematiikan opetuksessa, kuitenkin myös loogisen ajattelun kehittämistä ja ongelmanratkaisuja olisi hyvä lisätä enemmän matematiikan opetuksen sisältöön.

On tärkeää antaa tilaa luovaan tutkiskeluun, ongelman etsimiseen ja niiden ratkaisemiseen. Myös matematiikan saralla on hyvä päästä siihen tilaan, jossa hiljainen tieto, luovuus ja Knowledge How pääsevät johdattelemaan ratkaisuihin eteenpäin ja sen jälkeen muodostuu syvä ymmärtäminen laskemisesta tai kaavoista jne.

Käytännön töiden tekemisen oppiminen tapahtuu meillä katsomalla mallia ensin toiselta, joka opettaa, kuinka jokin asia tehdään, jonka jälkeen harjoitellaan itse (Paavilainen, 2016). Valitettavasti, etenkin alakouluissa, nykypäivän oppilaita opettaa usein opettajat, jotka eivät itsekään kunnolla hallitse teknisten töiden tietotaitoa (Okkonen & Rastas, 2018).

5.4 Asenteet ja motivaatio

Suuri vaikutus on myös oppilaiden vanhemmilla ja heidän asenteellaan matematiikkaan. Helposti saatetaan sanoa, että kun ei itse ole pärjännyt matematiikassa, niin tuskin lapsikaan sitä kovin hyvin osaa.

On harmillista, että ihmiset usein jaottelevat itseään tai toisiaan joko taiteellisiksi, tai matemaattisiksi. Hänen mukaansa matematiikassa tarvittavaa visuaalista näkökykyä menee paljon hukkaan, kun ei osata yhdistää matematiikkaa muihin taideaineisiin. Matemaattinen lahjakkuus on todella paljon enemmän, kuin mitä perinteisesti ymmärrämme (Kilponen, 2019).

Usein kuulee oppilaiden myös sanovat, etteivät näe mitään merkitystä tai tarvetta matematiikan oppimiseen, jolloin tärkein motivaatio kiinnostua aineesta puuttuu täysin. Mikäli aineen ymmärtäisi tärkeäksi ja mielenkiintoiseksi, siihen jaksaisi panostaa enemmän.

Voi olla, että oppilas ei pärjää koulun matematiikassa, vaikka periaatteessa olisikin matemaattisesti lahjakas ja vielä lisäksi harrastaisi käsitöitä. Syyt sille, ettei silti koulussa saa parempia numeroita voi johtua monestakin asiasta.

Osalla voi olla niin huono itsetunto kaiken opiskelun suhteen, että ei enää halua edes yrittää ja motivaatio voi olla täysin hukassa. Myös matikka-ahdistus on tunnustettavissa oleva asia ja estää tehokkaasti aineessa menestymisen, vaikka olisi kuinka paljon teknisen tekemisen taitoja sekä hyvät opettajat.

Osalla oppilaista voi olla elämässään niin vaativia tilanteita, ettei keskittymiskyky riitä kuin ehkä vain luovaan tekemiseen, jos siihenkään.

5.5 Yhteistyö

Eräs oleellinen huomioon otettava seikka on myös, kuinka hyvin näiden kahden eri aineen opettajat osaavat käyttää toistensa oppiainetta hyväksi ja pääsevät tekemään yhteistyötä. Esimerkiksi Maarit Rossin mielestä sekä matematiikan sisällössä, että opetustavoissa olisi paljon parantamisen varaa (Heikkinen, 2017).

Ei riitä pelkästään teoreettinen ja kaavan mukaan toimiminen, vaan matematiikan opetukseen tulisi ottaa mukaan konkretia ja luova etsiminen (Heikkinen, 2017).

Matematiikka ja käsityöt ovat saman asian eri puolia ja niiden välillä tulisi olla enemmän vuorovaikutusta. Matematiikkaa voisi lähestyä esimerkiksi virkkaustöiden ja origamien avulla, sillä kolmiulotteisten kappaleiden avulla voidaan ilmentää monitahokkaita ynnä muita muotoja, joita käsitellään yläkoulun geometrian tunneilla. Ensimmäinen tapamme ratkaista asioita on kuitenkin tarttumalla niihin käsin kiinni, mikä ei ole mahdollista, jos otetaan käyttöön vain abstraktin ajattelun keinot (Kilponen, 2019).

Matematiikka on pohjimmiltaan ihan arkisten ongelmien ratkaisemista, jota pidetään turhaan abstraktina ja monimutkaisena. Aivotutkimuksen kannalta katsottuna, lukeminen on huomattavasti monimutkaisempaa ja abstraktimpaa, kuin matematiikka (Kilponen, 2019). Olisikin mahdollista, jos matematiikkaa voisi opettaa enemmän konkreettisten esineiden ja ongelmien avulla,

sen sijaan, että katseltaisi vain kirjan kaksiulotteisia kuvia ja luettaisiin mielikuvitteellisia ongelmia.

Suhtautumisemme ja lähestymistapamme matematiikkaan on liian ongelmakeskeistä, kun sitä voisi lähestyä, kuin esimerkiksi pensseliä, joka on yksi väline muiden joukossa. Matematiikkaa voitaisiin ajatella välineenä, jota voi soveltaa vaikka mihin (Kilponen, 2019).

Yksi huonoimmista asioista, joihin olenkin törmännyt oppilaiden kanssa, on se, että opettaja on kieltänyt jopa piirtämisen matematiikan kirjan sivuille, mikä olisi yksi iso apu matemaattisten ongelmien ratkaisemiseksi. Toki vielä parempi olisi piirtää vaikka vihkoon, mutta tällaista ohjeistusta harvoin kuulee annettaneen.

Matematiikassa ja teknisissä töissä tarvitaan kuitenkin yhtäläisiä taitoja hahmottaa, arvioida, ennustaa ja kokeilla luovasti.

5.6 Geometrian tärkeys

Vaikuttaa siltä, että, oli huono ratkaisu 1970-luvulla syrjäyttää geometria sen valta-asemasta matematiikan opetuksessa ja siirtää painopiste enemmän algebraan ja lukiossa matemaattiseen analyysiin. Liian varhainen painottaminen sääntöihin ja algoritmeihin voivat estää luovuuden ongelmanratkaisutaitoa, sekä avaruudellisen näkökyvyn kehittymisen (Pehkonen, 1985).

Geometriassa on useita hyviä puolia matematiikan opettamisen kannalta, sillä se yhdistää matematiikan reaali maailmaan. Onhan meitä ympäröivä fyysikaalinen todellisuus geometrinen. Esimerkiksi puun lehti on symmetrinen, ikkunat ovat yleensä nelikulmaisia, kotelon kuori on spiraalin muotoinen ja rata, jota maapallo kiertää auringon ympäri, on ellipsin muotoinen. Näiden tutkimiseen liittyvät tärkeät matemaattiset mittaamiset, kuten pituus, tilavuus ja pinta-ala (Pehkonen, 1985).

Geometrian avulla voidaan myös havainnollistaa muita matematiikan alueita, kuten funktioiden kuvia tai lineaariaragebran tasoja ja suoria, sekä hypertasoja, jotka on kaikki saatu algebrallisten yhtälöiden geometrisista vastineista (Pehkonen, 1985).

Geometria on kappaleiden ja kuvioiden ominaisuuksia, niiden tilavuuksia ja pinta-aloja, sekä trigonometriaa (Pehkonen, 1985). Näiden geometrinen muotojen pyörittely ja niihin liittyvät laskutehtävät, liittyvät hyvin läheisesti myös teknisiin töihin.

Geometria sisältää siis erittäin tärkeitä ominaisuuksia, joiden avulla ymmärtää matematiikkaa ja siihen liittyviä asioita. Teknisissä töissä käsitellään nimenomaan geometriaan liittyviä asioita, kun rakennellaan ja pyöritellään, sekä muokataan eri muotoisia kappaleita ja suunnitellaan, kuinka niitä liitetään toisiinsa kiinni.

Uskon kaiken lukemani perusteella, että siitä olisi hyötyä kummankin aineen oppimiselle, sillä ne tukisivat todella hyvin toinen toisiaan. Ajattelu, loogisuus, hahmottaminen ja luovuus pääsisivät kasvamaan ihan eri tasolle ja tulos voisi olla jotain suurenmoista.

Lapsilla tiedot ja toiminnot liittyvät kokonaisuuksiin ja varsinainen tieto kasvaa lasten ajattelu- toimintojen, sekä sensomotoristen harjoitteiden avulla (Ihme, 2000). Eli kumpaakin tarvitaan.

5.7 Arvosanan merkitys

Yksi kysymys on toki myös siinä, millä perusteilla opettajat antavat arvosanansa oppilaille, kun siinä olisi hyvä huomioida muun muassa oppilaan lähtötaso. Eli jonkin oppilaan tekemä työ ja sitä kautta oppiminen on voinut olla paljon parempaa ja suurempaa, kuin jonkun toisen, joka kuitenkin on saanut paremman arvosanan aineesta.

Arviointiperusteet kouluissamme heijastelevat koko yhteiskunnan arvostuksia, eli sitä mitä arvostetaan, sitä myös arvioidaan (Ihme, 2000). Arvostuksen kohteet voivat opettajakohtaisesti kuitenkin vaihdella.

Oma aiheensa onkin se, että miten hyvin tuo arvosana kertoo siitä, mitä oppilas on oikeasti oppinut. Voihan olla, että oppilas on oppinut matemaattisesti aivan muita asioita, kuin mitä juuri sinä vuonna on matematiikassa opetettu.

Oman haasteensa opettamiselle tuo se, että jokaisella oppilaalla on omanlaisensa historia ja tietotaito, jolloin olisi hienoa, jos opettaja onnistuisi opettamaan niin, että jokainen voisi saada siitä kiinni ja jotain uutta. Käsien tekemisen ja itse tutkimisen kautta, jokainen voi hakea juuri omaa tietänsä, miten oppia silloisia käsitteillä olevia aiheita.

Täytyy kuitenkin muistaa, ettei nykytrendistä huolimatta itseohjaavuus ole sisäsyntyistä, vaan sekin on monimutkaisen oppimisprosessin tulos (Ihme, 2000).

5.8 Tutkimusaiheita

Yhtenä jatkotutkimusehdotuksenani olisi verrata joko eri vuosikymmenten tai eri opetussuunnitelmien ajalta oppilaiden teknisten töiden määrää ja matematiikan numeroa. Löytyykö niiden väliltä korrelaatiota, kun mennään ajassa taaksepäin, jolloin näitä käsitöitä tehtiin huomattavasti enemmän ja ne aloitettiin jo paljon nuorempana.

Toinen asia, jota voisi lähteä tutkimaan olisi hakea sellainen joukko, jotka eivät olisi valinneet teknisiä käsitöitä vain sen takia, etteivät joutuisi opiskelemaan reaaliaineita, ajatellen jatkavansa joka tapauksessa ammattioppilaitoksessa, jossa tarvitaan yleensä enemmän kädentaitoja. Myös perhetausta olisi hyvä olla tasalaatuinen, jotta se ei toisi omaa vaikutusta lopputulokseen.

Tasalaatuisella perhetaustalla tarkoitan, että joukoksi valinneiden vanhemmat olisivat kaikki esimerkiksi akateemisesti koulutettuja tai heidän varallisuutensa olisi saman tasoinen.

Olisi hyvä myös tutkia miten matematiikan ja teknisen työn opettajat voisivat paremmin tehdä yhteistyötä keskenään.

Yksi mielenkiintoinen tutkimuksen aihe voisi olla sellainen, jossa verrattaisiin yhdeksännellä luokalla tapahtuvaa teknisen työn opetusta ja mitä matemaattisia taitoja sinä vuonna tehtävissä töissä harjaannutetaan, siihen, mitä matematiikan tunneilla sinä vuonna opetetaan. Tukevatko ne toinen toisiaan, vai liikutaanko niissä ihan eri alueilla.

Toisaalta voisi tutkia tarkemmin erityisesti geometrian ja sen opettamisen merkityksestä matemaattiseen oppimiseen ja ymmärtämiseen. Teknisissä töissä kun aika usein ollaan tekemisissä nimenomaan geometrinen muotojen kanssa.

Jäin myös miettimään, minkälainen olisi näiden oppilaiden matematiikan numero, jos he eivät olisi valinneet teknisiä käsitöitä. Yksi mielenkiintoinen tutkimuksen aihe voisikin olla, että verrattaisiin niiden matematiikan numeroa keskenään, jotka muuten pärjäävät suunnilleen saman tasoisesti reaaliaineissa, mutta toisilla olisi valittuna tekniset työt ja toisilla ei. Tällainen vertailu voisi ehkä antaa paremman kuvan teknisten töiden merkityksestä matematiikalle.

Lähdeluettelo

- Abraham, A. (2018). The Forest versus the Trees: Creativity, Cognition and Imagination. In R. E. Jung, & O. Vartanian, *The Cambridge Handbook of the Neuroscience of Creativity* (p. 196). Cambridge: Cambridge University Press.
- Aivovammaliitto. (2018). Värikäs, monipuolinen elämä. *Aivoitus*, 22-23.
- Anttila, P. (1993). *Käsityön ja muotoilun teoreettiset perusteet*. Porvoo: WSOY.
- Bentley, P. J. (2009). *Numerot. Kuinka matematiikka muutti maailmaa*. Kiina: Gummerus kustannus.
- Brink, P., & Wood, M. (1988). *Basic Steps in Planning Nursing Research*. Boston: Jones and Bartlett Publishers.
- Duschl, R., & Monk, M. (2015, elokuu 6). *ResearchGate*. Retrieved from Learning Introductory Quantum Physics: Sensorimotor experiences and mental models: file:///C:/Users/doste/Downloads/Ke-ScienceEdpaper.pdf
- Ellenberg, J. (2016). *Miten välttää virheet*. Riihimäki: Libris.
- Eronen, J. (2019, Maaliskuu 28). *Suomen kuvalehti*. Retrieved from Nuoret äänestävät käsillään: <https://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/koulun-suuri-uudistus-pyrki-tyttöjen-ja-poikien-tasa-arvoon-mutta-oppilaat-aanestivatkin-jaloillaan-ja-se-tulee-meille-kalliiksi/?shared=1069712-a823fcd0-500&fbclid=IwAR1yaq7bUjTP2yH58iXktsXMjTQVOU-K7L-hwVTmAvgFwO7>
- Fantl, J. (2012, Joulukuu 4). *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Retrieved from Knowledge How: <https://plato.stanford.edu/entries/knowledge-how/>
- Heikkinen, A. (2017, Lokakuu 26). *Yle*. Retrieved from Palkittu opettaja Maarit Rossi: Muistan sen hetken, kun tajusin opettaneeni päin seiniä: https://yle.fi/aihe/artikkeli/2017/10/26/palkittu-opettaja-maarit-rossi-muistan-sen-hetken-kun-tajusin-opettaneeni-pain?utm_source=facebook-share&utm_medium=social
- Hellström, M. (2008). *Sata sanaa opetuksesta*. Jyväskylä: PS-kustannus.

- Huovila, R., & Sipilä, R. (2010, Helmikuu 9). *Jyväskylän normaalikoulu*. Retrieved from Tekninen työ: https://www.norssi.jyu.fi/static/Norssin%20kasityo/10_tekninen_tyo.htm
- Hyrsky, K. (2006). Käsityön oppimisen merkitys ammattikäsityön kannalta - Cygnaeus ja nykypäivän haasteet. In M. C. Leena Kukinen, *Tekstejä ja kangastuksia* (pp. 167-173). Tampere: Akatiimi.
- Häkkinen, J. (2016, Lokakuu 7). *Yle*. Retrieved from Tiedeblogi: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2016/10/07/looginen-vai-luova-oletko-vasen-vai-oikea-aivoinen>
- Ihme, I. (2000). *Arviointi työvälineenä, lasten ja nuorten kasvun tukeminen*. Juva: PS-kustannus.
- Impiö, P. (2019, Huhtikuu 8). Lasten käsityötaidot ovat vaarassa romahtaa, koska tunteja karsittiin liikaa. *Helsingin Sanomat*.
- Jung, R. E., & Vartanian, O. (2018). Introduction. In R. E. Jung, & O. Vartanian, *The Cambridge Handbook of the Neuroscience of Creativity* (p. 1). Cambridge: Cambridge University Press.
- Juvonen, J. (2015). *Vesala, Vesalan yläasteen koulu*. Retrieved from Valinnaisaineopas: https://www.hel.fi/static/liitteet/opev/vesaperusk/Valinnaisaineopa_7lk_2014-2017.pdf
- Kajetski, T., & Salminen, M. (2018). *Matikasta moneksi*. Lasten keskus Oy
- Karppinen, S. (1999). Käsityö taitoja, tunteena ja ajattelun heräämisenä. In M.-L. S. Maarit Humalajärvi, *Käsityö koskettaa I* (pp. 17-27). Helsinki: Suomen Kuntaliitto.
- Karttunen, H. (2006). *Matematiikka*. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Kauranen, K. (2011). *Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen*. Tampere: Tammerprint.
- Kilponen, A. (2019, 17 Helmikuu). Käsien kosketeltavaa matematiikkaa. *Kaleva*, pp. 14-15.
- Koivunen, H. (1998). *Hiljainen tieto*. Keuruu: Otavan kirjapaino.
- Kojonkoski-Rännäli, S. (1995). *Ajatus käsissämme*. Turku: Painosalama Oy.

- Kojonkoski-Rännäli, S. (1995). *Käsityön käsitteen merkityssisällön analyysi*. Turku: Painosalama Oy.
- L.W, A. (1987). *Adventures of a Physicist*. New York: Basic Books.
- Laakso, L. (2018, huhtikuu 17). Tuore Pisa-tutkimus: Tyttöjen ja poikien ero Suomessa kaikkein suurin. *Kauppalehti*, pp. <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/tuore-pisa-tutkimus-tyttojen-ja-poikien-ero-suomessa-kaikein-suurin/5e80ade9-2692-34cf-b566-df821be75b4d>.
- Leino, R. (2014, Helmikuu 26). *Tekniikka & Talous*. Retrieved from Aivot: https://www.tekniikkatalous.fi/summa_premium/2014-02-26/Professori-kaataa-h%C3%B6mp%C3%A4myyttej%C3%A4vasen-aivopuoliskosi-ei-ole-hallitseva-3318004.html
- Lindberg, L. (1997). Ajatuksia käsityöstä. In S. Heinänen, & P. Tapio, *Käsityö - mitä se on? Raportti kansallisesta tilanteesta* (p. 19). Jyväskylä: Suomen käsityöneuvosto.
- Lindh, M. (1985). *Luovuuden merkityksestä teknisessä työssä*. Oulu: Monistus ja kuvakeskus.
- Luostarinen, M. (2016, Kesäkuu 12). *Perussuomalainen*. Retrieved from Konvergoiva ja pragmaattinen -divergoiva ja konstruktiiivinen: <https://blogit.perussuomalaiset.fi/matti-luostarinen/konvergoiva-ja-pragmaattinen-divergoiva-ja-konstruktiiivinen/>
- Malinen, A. (2000). *Towards the essence of adult experiential learning*. Jyväskylä: SoPhi.
- Malinen, P. (1992). *Looginen ajattelu matematiikan opetuksessa*. Jyväskylä: Kirjapaino Sisäsuomi Oy.
- Malmelin, N., & Poutanen, P. (2017). *Luovuuden idea*. Tallinna: Gaudeamus Oy.
- Metsämuuronen, J. (2003). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Miettinen, S. K. (2005). *Logiikka - perusteet*. Helsinki: yliopistopaino.
- Niiluoto, I. (2015, Maaliskuu 15). *Portti filosofiaan*. Retrieved from Logiikka: <http://filosofia.fi/node/6998>

- Ojanen, O., & Rastas, J. (2018, Kesäkuu 12). *Teknisen työn opetuksen alasajo heikentää suomalaisten osaamista*. Retrieved from https://www.tekninenopettaja.net/docs/Teknisen_tyon_alasajo.pdf
- Opetushallitus. (2016). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. Retrieved from https://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf
- Paavilainen, P. (2016). *Toimivat aivot*. Helsinki: Edita.
- Pehkonen, E. (1985). *Peruskoulun geometrian opettamisen periaatteista ja niiden seurauksista opetukseen*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Pelkonen, T. (n.d.). *Peda.net*. Retrieved from Filosofia: <https://peda.net/kotka/lukiokoulutus/karhulanlukio/opiskelu/oppiaineet/filosofia/jf/argumentointi/nimet%C3%B6n-05ae>
- Radman, Z. (2013). *Google scholar*. Retrieved from *The Hand, an Organ of the Mind : What the Manual Tells the Mental:* https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=Z2NXDM10LysC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Radman,+Zdravko:+The+Hand,+an+Organ+of+the+Mind+:+What+the+Manual+Tells+the+Mental&ots=HPD4WWNQ1M&sig=H1s13CzJfzngy983EQU_2f9_1TI&redir_esc=y#v=onepage&q=Radman%20Zdravko%3A%20The
- Rantala, V., & Virtanen, A. (2003, Elokuu). *Logiikan peruskurssi*. Retrieved from <http://www.sis.uta.fi/matemiikka/modaalilogiikka/logpk2003.pdf>
- Read, H. (1958). *Education through art*. Lontoo: FABER AND FABER.
- Robert L, D. (1992). *Teaching creativity and inventive problem solving in science*. Atlanta: Emory University.
- Roinila, M. (2014, kesäkuu 16). *Tieteen termipankki*. Retrieved from <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Filosofia:aksiooma>
- Root-Bernstein, R. (2015). *Arts and crafts as adjuncts to STEM education fo foster creativity in gifted and talented students*. Michigan: Maaliskuu.

- Root-Bernstein, R. (2015, kesäkuu). *ResearchGate*. Retrieved from Arts and crafts as adjuncts to STEM education to foster creativity in gifted and talented students: https://www.researchgate.net/publication/277607609_Arts_and_crafts_as_adjuncts_to_STEM_education_to_foster_creativity_in_gifted_and_talented_students
- Root-Bernstein, R., & Root-Bernsterin, M. (2013, Helmikuu). *ASCD*. Retrieved from Educational Leadership: <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/feb13/vol70/num05/The-Art-and-Craft-of-Science.aspx>
- Saalas, A.-L. (1960). *Luovat kädet*. Helsinki: Valistuksen kirjapaino.
- Solonen A, K. (1991). Käsi. In N. Pitkänen, *Nuori ja käden taidot* (pp. 6-17). Helsinki: Ammattikasvatusthallitus.
- Solonen, K. A. (1989). Käsi. In N. Pitkänen, *Nuori ja käden taidot* (p. 10). Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Tuomikoski, P. (1987). *Taide ja ihminen*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Hanki ja jää .
- Tuomikoski, P. (1991). Tulevaisuus käsissämme. In N. Pitkänen, *Nuori ja käden taidot* (pp. 80-89). Helsinki: Ammattikasvatusthallitus.
- Westerlund, M. (1991). Vuorovaikutuksen yhteiskunta ja uudet menestystekijät. In N. Pitkänen, *Nuori ja käden taidot* (pp. 64-71). Helsinki: Ammattikasvatusthallitus.