

Kaksikielisten oppilaiden kielellisten valmiuksien vaikutukset matematiikan tehtävien ratkaisemisessa

Riikka Guttorm (1988749)

Pro Gradu-tutkielma

Oulun yliopisto

Matemaattisten tieteiden tutkinto-ohjelma

Kevät 2016



Sisällysluettelo

1. Johdanto	2
2. Kaksikielisyys	4
2.1 Puolikielisyys.....	4
2.2 Monikulttuurisuus	5
3. Matematiikan terminologia.....	6
4. Kaksikielisen oppilaan kommunikaatiotavat matematiikan sanallisten tehtävien ratkaisemisessa	7
4.1 Kielenvaihto.....	9
4.2 Koodinvaihto	16
4.3 Interferenssi	19
4.4 Kommunikaation ei-kielelliset muodot, eleet.....	20
5. Yhteenveto ja pohdintaa	25
6. Lähdeluettelo	27

1. Johdanto

Kaksikielisyyttä on ollut läpi historian, koska ihmisen tarve kommunikoida ja luoda sosiaalisia kontakteja on suuri. (Hassinen 2004, 241) Kuitenkin opetuksessa sitä on katsottu ala-arvoisena asiana. Vielä 1960-luvulla on pääsääntöisesti ollut negatiivisia näkökantoja, jotka ovat vaikuttaneet vahvasti mielipiteisiin kaksikielisyyden ja älykkyyden kehityksen vuorovaikutuksesta. (Øzerk 1998, 137) Vasta viime vuosisadan lopulla, 1970-luvulla, on alettu tutkimaan, kuinka kaksikielisten opetus pitäisi järjestää, onko kaksikielisille oppilaille hyödyksi, jos opetus olisi heidän omalla äidinkielellään. Näiden tutkimuksien pohjalta on alettu muokkaamaan opetusta kaksikielisiä oppilaita huomioon ottaen. Mutta eivät ainoastaan tutkimukset ole voineet vaikuttaa opetuksen muuttumiseen, vaan myös ihmisten ajattelutavan, yhteiskunnan ja poliittisten tahojen toimintatapojen muuttuminen. Tämä on ollut pitkä prosessi, koska monilta kieliltä on puuttunut kirjoitusmuoto, eli ei ole ollut minkäänlaista kirjallisuutta. Kun kaksikielisyyttä alettiin tukemaan enemmän poliittisilta ja yhteiskunnallisilta tahoilta, vähemmistökielten tutkijat kehittivät monille kielille kirjoitusasun. Nyt voitiin opettaa vähemmistökielisiä ja näin pikku hiljaa heistä tuli kielen opettajia ja kirjoittajia. (Jones 1997, 395) Tänä päivänä kaksikielisyydestä on tehty todella paljon erilaisia tutkimuksia. On tutkittu sen vaikutusta älylliseen, kielelliseen, kognitiiviseen ja sosiaaliseen kehitykseen, kuitenkin ottaen huomioon sen, että tuloksiin vaikuttavat tutkimusmenetelmät, tutkittavien henkilökohtaiset kielelliset, sosiaaliset ja koulutukselliset taustat. (Hassinen 2004, 242)

Monikulttuurisuus, kaksi- ja monikielisyys ovat tuloksia globalisaatiosta ja nopeasti kasvava väestötieteellisesti tapahtuva oppilasvaihto ei tapahdu ainoastaan paikallisesti vaan myös maailmanlaajuisesti. Monissa kouluissa opetetaan kaksikielisille oppilaille äidinkielellään sosiaalisia aineita, historiaa ja uskontoa, koska nämä aineet ovat yleisesti yhteydessä paikalliseen kulttuuriin ja kielestä löytyy helposti näihin aiheisiin käsitteiden lisäksi kirjallisuutta. Kun taas esimerkiksi matematiikka, fysiikka, kemia ja biologia opetetaan toisella kielellä, koska näille aineille löytyy usein vain toisella valta kielellä kirjoitettua luokkakohtaista materiaalia. (Farrugia 2013; 571)

Kielellä on avainasema matematiikan opetuksessa, oppimisessa, ymmärtämisessä ja kommunikoinnissa. Vaikkakin on sanottu, että matematiikka on oma kielensä jo itsessään. (Bernardo 1996) Lapset kehittävät matemaattisia taitojaan arkipäivän tilanteissa, perheen toimissa, ja käyttävät näitä taitoja matematiikan oppimisessa kommunikoimalla äidinkielellään. Kaksikielisyys ja arkipäivän kokemukset ovat kognitiivisia resursseja, jotka voivat tukea oppilaan matematiikan oppimista. (Dominguez 2010) Matematiikka on tehty merkitseväksi ja ymmärrettäväksi kommunikoinnin avulla ja oppilaiden pitäisi kyetä kommunikoimaan pätevästi matematiikan kielellä. Kieli, jonka avulla opimme alun perin matematiikkaa, edellyttää perustietojen rakentamista ja kehittämistä kielen puitteissa. (Riordáin, O'Donoghue 2008, s.42) Oi-Lam Ng kertoo tutkimusartikkelissaan, että NCTM (*National council of teachers of mathematics*) korostaa kommunikaatiota välttämättömänä prosessina matematiikan oppimisessa: ”*oppia matematiikka kommunikoimalla ja oppia kommunikoimaan matemaattisesti*”. Tämän päivän kulttuurisesti ja monikielisesti kirjavassa matematiikan luokassa on kasvava haaste käyttää hyödykseen kommunikaatiota lähestyäkseen kaikkien kielellisten taustojen omaavia oppilaita. (Ng 2015, s.308)

Tutkimus on kirjallisuuskatsaus, jonka avulla perehdytään kaksikielisen oppilaan kommunikointitapoihin ratkaistessaan matematiikan tehtäviä ja vaikuttaako opetus ja tehtävienanto kieli matematiikan oppimiseen ja ymmärtämiseen. Toisessa luvussa

käsittelen kaksikielisyyttä ja sen eri muotoja, puolikielisyyttä ja mitä se pahimmassa tapauksessa voi olla, ja monikulttuurisuutta yleisesti. Vaikkakin kulttuuriset, koulutukselliset ja historialliset taustat ja niiden kohtaamiset vaikuttavat oppilaiden yhteistyöhön ja kommunikointiin myös matematiikassa, niin rajaan tämän kirjallisuuskatsaukseni ulkopuolelle.

Kolmannessa luvussa käsittelen matematiikan terminologian rekisteriä, joka on yksi keskeisimmistä asioista matematiikan kommunikoinnissa ja ymmärtämisessä. Kerron tutkijoiden tekemien määritelmien pohjalta, mitä se pitää sisällään. Otan myös esille kuinka se on kehittynyt opetusmateriaaleja tehdessä. Käsittelen myös monissa tutkimusartikkeleissa käytettyä tutkimusmetodia, tutun ja tuntemattoman asiayhteyden vaikutusta tehtävien ratkaisussa ensimmäisellä ja toisella kielellä.

Neljännessä luvussa kerron kaksikielisen oppilaan metodeista ratkaista matemaattisia ongelmia. Käsittelen sosio- ja psykologivivistista katsantokannasta katsoen kaksikielisen oppilaan kommunikointitavoista. Oppilaat käyttävät kieliään erilaisissa tilanteissa eri tavalla. He vaihtavat omasta äidinkielestään toiseen kieleen riippuen siitä kenen kanssa ovat puhumassa, missä tilanteessa ovat tai millä kielellä kysymys on esitetty. Olen jakanut tämän luvun kommunikointitapojen pohjalta. Aluksi kerron, mitä termi kielenvaihto käsittää ja sitten käyn läpi tutkimuksia, jotka on tehty näiden pohjalta. Toiseksi tarkastelen käsitettä koodinvaihto ja sen monimutkaisia tulkintoja (koodinvaihto, -sekoittaminen). Koska tutkijoiden tekemillä tulkinnoilla ja käsitteiden monitahoisuudella ei ole merkitystä tekemääni artikkelitutkimukseen, niin valitsin näistä monista vaihtoehtoista käyttää vain käsitettä koodinvaihto. Kolmantena kommunikointimetodina, joka nousi esille tutkimusartikkeleista, oli interferenssi, tällöin oppilas muodostaa itse omia sanoja puuttuvien käsitteiden sijalle, ottaen vaikutuksia kummastakin kielestä. Viimeisenä, mutta ei vähäisempänä, tarkastelen kommunikaation ei-kielellisiä muotoja eli eleitä pohjautuen tutkimusartikkeleihin.

Rajaan kirjallisuuskatsaukseni ulkopuolelle alle kouluikäiset ja lukion käyneet, eli keskityn 5-19 vuotiaiden, esikoulusta lukion 3. luokkalaisten, kaksikielisten oppilaiden matematiikan oppimiseen kommunikoinnin avulla. Tähän syynä on ensiksi se, että alle kouluikäisten kaksikielisten puhumis-, lukemis- ja kirjoitustaito ei ole matemaattisesti niin pitkälle kehittyneitä kummallakaan kielellä. Toiseksi taas kaksikielisten aikuisten kielellinen kehitys matemaattisesti on paljon kiinni koulutuksesta, yhteisöstä ja monista muista kulttuurillisista taustoista.

Viidennessä luvussa teen yhteenvedon tutkimusten tuloksista oppilaiden käyttämien metodien, laadittujen tehtävien ja käytettyjen kielten pohjalta. Vertaan tutkimustuloksia myös omiin kokemuksiin matematiikan opettajana kaksikielisessä luokassa ja kuinka voin näitä tutkimustuloksia käyttää avuksi työssäni.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on käsitellä seuraavia kysymyksiä:

1. Vaikuttaako opetuskieli kaksikielisen oppilaan matematiikan oppimiseen?
2. Mikä vaikuttaa kaksikielisen oppilaan kommunikointitavan valintaan ratkaistessaan suullisesti matematiikan tehtäviä?
3. Onko kielellisillä valmiuksilla vaikutusta matematiikan oppimiseen ja ymmärtämiseen?

2. Kaksikielisyys

Kaksikielisyyttä voidaan määritellä monella eri tavalla. Hassisen (2004) määritelmä kaksikielisyydelle on, että ”kaksikielinen ihminen pystyy aktiivisesti puhumaan, ymmärtämään – varttuneempi myös lukemaan ja kirjoittamaan – ja ajattelemaan kahdella kielellä ja vaihtamaan niitä tilanteen ja keskustelukumppanin mukaan, vaikka lähes samantasoista osaamista molemmissa kielissä ei olisikaan saavutettu”. (Hassinen 2004, s.241) Simultaaninen kaksikielisyys (Hassinen 2004, s. 242) kehittyy vähemmistökansojen käyttämän kielen (syntyperäinen) ja valtion virallisen kielen vaikutuksesta. Toisena määritelmänä voidaan käyttää ”mahdollisuutta käyttää kahta kieltä”, jolloin voi olla kyse esimerkiksi maahanmuuttajista, pakolaisista tai maassamuuttajista. Maahanmuuttajat ja pakolaiset joutuvat melkein pakonsanelemana opettelemaan valtion virallisen kielen, jotta pärjäisivät myöhemmin sosiaalisessa kommunikoinnissa ja työelämässä. Maan sisällä vähemmistökieliseen yhteisöön muuttaneet, jossa vähemmistökieli on valta-asemassa, voivat käyttää kahta kieltä. Kun yksilö kuuluu kaksikieliseen yhteisöön, joko syntymästään asti tai hyvin pienenä muuttanut (esim. adoptiolapsi), hänet voidaan tällöin myös määritellä kaksikieliseksi (varhainen kaksikielisyys (Hassinen 2004, s.242)). Vaikka kaksikieliset olisivatkin yhteisössä enemmistön asemassa, kielet eivät silti ole samalla tasolla valtakunnallisesti. He käyttävät kieliään erilailla erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa. Kotona puhutaan vahvempaa arkipäivän äidinkieltä ns. tunnekieltä, kun taas muissa sosiaalisissa tilanteissa, kuten esimerkiksi koulussa, käytetään tilanteesta, keskustelukumppanista riippuen joko äidinkieltä tai toista kieltä. (Moschkovich 2005, s.121–123, Bilson-Yoshida-Tran-Woods-Hills 2014, s.122–123)

Kansainväliset kaksikielisyystutkimukset ovat muuttuneet positiivisempaan suuntaan. Kaksikielisyyttä ei pidetä enää haitallisena vaan ajatellaan kaksikielisuuden antavan lujemman pohjan luovuuteen ja ongelmanratkaisua vaativiin tehtäviin. (Hassinen 2004, s.242) Nykyisin ei enää vertailla yksikielisiä ja kaksikielisiä vaan tutkimuksissa pyritään tutkimaan kaksikielisten kommunikaatiivisia taitoja vertailematta niitä yksikielisten taitoihin. Yksi yhteinen väärinymmärrys kaksikielisydestä on olettamus, että kaksikieliset pystyvät kommunikoimaan molemmilla kielillä yhtä sujuvasti. Jos heillä ei ole tätä taitoa, heidät on kuvattu ei-todellisiksi tai tasapainottomiksi kaksikielisiksi ja joskus leimattu puolikielisiksi tai rajoitetuiksi kaksikielisiksi yksilöiksi. Kaksikielisen lapsen saavuttama kielellisen tason taito ensimmäisessä ja toisessa kielessä voi vaikuttaa hänen kognitiiviseen kasvuun muilla alueilla. (Moschkovich 2005, s.123–124) Kuten Jones (1997) kertoo artikkelissaan ”Bilingual mathematics: development and practice in Wales” Wales:ssa tapahtuneesta muutoksesta, jonka seurauksena vanhemmat näkivät lastensa kaksikielisen koulutuksen tukevan pääsyä paremmille työmarkkinoille, jotka vaativat korkeampaa koulutusta. (Jones 1997, 398)

2.1 Puolikielisyys

Puolikielisuuden määrittely on vaihteleva. Jotkut tutkijat määrittelevät sen sitten, että ihminen on puolikielinen, kun hänellä ei ole tarvittavan laajaa sanavarastoa kielessä. Tällainen kaksikielinen ihminen käyttää puhuessaan koodien yhdistämistä, lainaamista tai kääntämistä. Pahimmillaan puolikielinen kehittää omia sanoja äidinkiellensä ja toisen kielen pohjalta, jota keskustelukumppani ei välttämättä ymmärrä. Tätä kutsutaan

interferenssiksi eli sanassa on piirteitä kummastakin kielestä. (Hassinen 2004, s.242) Puolikielisyys käsitteen kritisoijat kiistelevät siitä, että kuinka puolikielisyys hämmentää akateemista kielitaitoa virallisessa koulutuksessa. Tämä käsite myös sekoittaa taitojen määrän ja laadun, kielellisen pätevyyden tason ja kielenkehityksen tasot ottamatta huomioon kielen monimuotoisuuksien (murre, kielenkäytön alue, diskurssi) tai luku- ja kirjoitustaidon oppimisen erilaisia kokemuksia. Oppilas voi olla kaksikielinen, vaikka hän ei ole saanut opetusta molemmilla kielillä koulussa. Tämä on mahdollista silloin, kun hän kommunikoi esimerkiksi toisen vanhemman kanssa tämän äidinkiellellä. Ehkä suurin perustelu puolikielisyttä vastaan on kokemusperäiset todisteet siitä, että ei ole mahdollista olla rajallisia tai ei-syntyperäisiä taitoja yksilön oman kotiyhteisön kielessä. Kielitieteilijät ovat yhtä mieltä siitä, että kaikki normaalit lapset omaksuvat ympärillään olevan yhteisön kielen enemmän tai vähemmän, mutta arkipäiväisellä vaihteluasteella ja tämä ”alkuperäinen kieli on omaksuttu vaivattomasti ja ilman opetusta”. (Moschkovich 2005, s.123–124)

2.2 Monikulttuurisuus

Kaksikielisyys kertoo monikulttuurisuudesta. Kaksikielinen elää kahden tai jopa useamman kulttuurin keskellä. Alrø, Skovsmose ja Valero tutkimuksessa käsitellään monikulttuurisuuden määritelmää. Ihminen, joka on syntynyt ja asunut yhdessä tietyssä paikassa koko elämänsä ajan, edustaa sen alueen kulttuuria. Tähän esimerkiksi kuuluvat sen alueen arvot, perinteet, ruoka ja juomakulttuuri, murre ja ilmaisutavat. Nämä elementit näyttävät eroavaisuuden muiden alueiden kulttuureihin ei ainoastaan eri maiden välillä, mutta jopa yhden maan sisällä. Nämä kulttuurierot tulevat esille ihmisten monikulttuurisissa kohtaamisissa. Esimerkiksi matematiikan luokassa voi olla eri kulttuureista tulevia oppilaita. (Alrø, Skovsmose, Valero 2005, 1144-1145)

Kaksikielisyys on samanaikaisesti yksilöllinen, sosiaalinen, kulttuurinen, historiallinen ja poliittinen ilmiö. Kaksikielisyttä voidaan pitää joko ns. koulutuksen merkinä tai se viestii kaksikielisen huonosta esimerkiksi vähemmistöllisestä asemasta ja sitä kautta vähemmän kouluttautuneesta yksilöstä. Vaikkakin yleisesti ajatellaan, että kaksikielisyys on etu, niin näin ei ole aina joka paikassa. Historiallisista syistä kaksikielisyys voi olla myös taakka tai leima. Se voi viestittää muille ihmisille huonoista historiallisista tapahtumista, joihin kaksikielillä ihmisellä ei taas kuitenkaan ole mitään osaa eikä arpaa. Hän on näiden ihmisten jälkeläinen, eikä ole voinut vaikuttaa millään tavalla tapahtuneeseen. Kuten Moschkovich kertoo artikkelissaan esimerkkinä latinalaisamerikkalaisista USA:ssa, kuinka he tulivat USA:han maahanmuuttajina ja vielä tänäkään päivänä espanjan kielellä ei ole korkeaa yhteiskunnallista asemaa tässä maassa. (Moschkovich 2005, s.122)

3. Matematiikan terminologia

Matematiikka itsessään on yhdenlainen virallinen kielen muoto. Matematiikassa on erillinen sanasto, rekisteri, jossa on sanojen lisäksi myös teknillisiä käsitteitä, symboleja ja kuvia, niin sanotusti matematiikan akateemista sanastoa. (Ríordáin-O'Donoghue 2008, 47) Matematiikan ajattelun kielentämiseen kuuluu symbolikieli ($\sqrt{\quad}$, $^{\circ}\text{C}$, π), luonnollinen kieli, kuviokieli (geometriset kuvat ja tilastolliset kaaviot) ja taktiilinen, tuntoaistisiin perustuva toiminnankieli. (Joutsenlahti, J., Kulju, P.(2015), 64–65)

Tutkimusartikkelissaan Farrugia (2013) määrittelee muiden tutkimuksiin pohjautuen matematiikan rekisteriksi joukon, joka sisältää matematiikassa käytettävien sanojen ja rakenteiden merkityksien yksityiskohtaisen yhteistoiminnan. Tähän kuuluu substantiivit, joiden tehtävänä on osoittaa käsiteltävä aihe, esimerkiksi diagrammi tai kertolasku. Substantiivit voivat olla sananparsia tai lausekkeita, jotka toimivat yksistään merkityksellisinä yksiköinä. Tällaisissa tapauksissa lausekkeiden merkitys on suurempi kuin osien summa, kuten neliöjuuri tai suorakulmainen kolmio.(Farrugia 2013, 573–574)

Matematiikan rekisteri, terminologia on yksi tärkeimmistä matematiikan oppimisen ja ymmärtämisen kannalta. Kun vähemmistökielisiä ja kaksikielisiä opettajia alettiin opettamaan, huomattiin, ettei matematiikan terminologiaa oltu tarpeeksi laajasti käännetty näille ”uusille” kielille. Monista kielistä puuttui tai niissä oli vaillinainen sanasto matematiikasta. Yleensä opetus kieli oli ensimmäisellä kielellä ja opetusmateriaali toisella, valtakielellä. Kuten Jones (1997) kertoo tutkimusartikkelissaan Wales:ssa tapahtuneesta kymrinkielen kehityksestä ja eritoten matematiikan alueella. Opetusmateriaalin lisääntyminen kymrinkielellä vaikutti suuresti opetukseen ja oppilaiden matematiikan ymmärrykseen ja oppimiseen. Mikä taas nosti kymrinkielen arvostusta yhteiskunnassa.(Jones 1997)

Tällaisen matematiikan terminologian puuttumisen tuottamasta ongelmasta opetuksessa ja oppimisessa mainitsee myös Setati ja Adler (2000) tutkimuksessaan, jonka olivat tehneet Etelä-Afrikassa, kylläkin monikieliselle oppilasryhmälle. Tässä tutkimuksessa he kertoivat, kuinka matematiikan opetuksessa opettaja joutui käyttämään paljon epävirallista, arkipäivän, sanastoa selittäessään oppilaille matematiikan käsitteitä toisesta kielestä. Opettajalla on keskeinen ja tärkeä rooli matematiikan käsitteiden opettamisessa.(Setati-Adler 2000, 247–256)

Matematiikan opetusmateriaalien teko vähemmistökielille oli pitkä prosessi. Yleensä opetusmateriaalit käännettiin suoraan, jostain valtakielisestä kirjasta. Kääntäjät joutuivat käsittelemään esimerkiksi sellaisia asioita, että käyttävätkö he lainasanoja, kääntävätkö suoraan valtakielestä vai luovatko aivan uuden sanan, joka pohjautuu käännettävään kieleen. Lainasana voidaan väljästi määritellä yhdeksi sanaksi, joka on yhdestä valtakunnallisesta kielestä kaksikielisen yhteisön jäsenten yleisesti käyttämä sana. Sanan tai lauseen suoran kääntämisen yhteydessä toiselle kielelle täytyi olla tarkkana, koska tämä saattoi johtaa ongelmiin kommunikoinnissa, kun vastaanottaja ei välttämättä ymmärtänyt tällöin, mitä yritetään kertoa. Toiseksi kieleksi suoraan käännetty sana tai lause voi tarkoittaa aivan muuta kuin alkuperäinen. Kuten Bernardo (2005) teki tutkimuksessa käytettäville tehtäville varmistaakseen tehtävien laadun ja informaation kulun oppilaille oikealla tavalla. Aluksi nämä tehtävät oli laadittu englanniksi ja sitten käännetty filipinon kieleksi. Tämän jälkeen toinen henkilö vielä tarkasti, että tehtävät vastasivat filipinoksi alkuperäisiä tehtäviä. (Bernardo A.B.I. 2005 418–421)

Myös Moschkovich sivuutti tätä sanojen moninaista merkitystä. Yhdellä termillä voi olla monta erilaista merkitystä, riippuen siitä missä tilanteessa sitä käyttää. Ensinnäkin kielten välillä voi olla erilaiset merkitykset sanalle kuten englannin kielen sana "a quarter" merkitsee neljänneestä, vuosineljänneestä, varttia, neljännesdollaria, korttelia, tahoja, asuntoa, kämppeä, majoitustilaa tai kvartaalia, tilanteesta riippuen. Myös minkäläisessä lauseessa sana esiintyy voi luoda taas sanalle eri merkityksen. Kun taas espanjan kielen sana "un cuarto", voi merkitä neljänneestä, neljäsosaa, huonetta, hallia, salia, kamaria, neljän maravedín arvoista kuparirahaa, esi-isien tai – äitien sarjaa, hevosen kavioon tullutta halkeamaa, neljännestantia tai kuun neljänneestä. Nämä moninaiset merkitykset voivat luoda esteitä matemaattisille keskusteluille, koska oppilaat käyttävät usein arkikielistä ja opettaja matemaattista sanaa. Nämä täytyy ottaa myös huomioon oppikirjojen ja muiden opetusmateriaalien teossa. (Moschkovich 2002, 194)

4. Kaksikielisen oppilaan kommunikaatiotavat matematiikan sanallisten tehtävien ratkaisemisessa

Kaksikielisyys ja yleisesti kielenkäyttö kehittyvät sosio- ja psykolingvististen tekijöiden vaikutuksesta. Psykolingvistisia tekijöitä ovat ne seikat, jotka vaikuttavat siihen, miten oppilas suhtautuu tai on lapsesta asti suhtautunut kieliensä käyttöön ja valintaan, millainen on kunkin kielen taso hänen omasta mielestään ja kuinka monissa erilaisissa arkipäivän tilanteissa hänellä on mahdollisuus käyttää kieliään. Sosiolingvistiikan tutkimukset perehtyvät kieleen ja sen käyttöön erilaisissa sosiaalisissa ympäristöissä, kuten kotona, koulussa, vapaa-ajalla ja kavereiden kanssa. Kielenkäyttöön sosiaalisissa tilanteissa vaikuttaa myös ikä, suku, koulutus ja sosiaalinen luokka. (Hassinen 2004, s.242)

Sosiolingvistiikassa tutkitaan, kuinka nuori kaksikielinen käyttää kahta kieltä keskustelujen aikana luonnollisesti esiintyvissä tilanteissa. Se korostaa kielen sosiaalista luonnetta, aloittaen oletuksesta, että kieli ei ole vain kognitiivinen, mutta myös kulttuurinen, sosiaalinen ja paikallistettu tapa. Sosiolingvistiikan näkökulmasta katsottuna psykolingvistiset tutkimukset esittävät vain rajoitetun tiedon puhujan pätevydestä ja kuinka hän käyttää kieltä. Koska puhujan taidot ovat monimuotoiset; hänen kielenkäyttö riippuu paljon siitä, onko hän ymmärtänyt asiaa tai tehtävää. Puhujan pätevyys on monitahoista: Kielen käyttö riippuu, kuinka hän ymmärtää mikä on annetussa sosiaalisessa tilanteessa tarkoituksenmukaista, ja tällainen kielellinen taito ei ole kiinni yksittäisistä psyykkeistä kiinni, vaan ryhmän yhteiskielellisistä normeista. Moschkovich (2005) erottaa käsitteet koodinvaihto ja kielenvaihto, koska hänen mielestään nämä kaksi käsitettä viittaavat erilaisiin tilanteisiin. Psykolingvistiikan perspektiivistä tutkimukset käyttävät käsitettä "kielen vaihto" viitaten yksilölliseen kognitiiviseen ilmiöön, joka on eri kuin koodinvaihto. Käsitteet koodinvaihto ja kielenvaihto ovat tilanteista riippuvaisia. (Moschkovich 2005, s.122)

Tutkiessaan kaksikielisten oppilaiden käyttämiä kommunikaatiotapoja matematiikan oppimisessa, tutkijat ovat tehneet paljon taustatyötä, jotta saavuttaisivat parhaan mahdollisen tuloksen. Kuvailakseen kaksikielisten oppilaiden kommunikaatiotavan valintaa matematiikan luokassa, tutkijoiden täytyy pohtia tilannetta monelta eri kantilta. Tutkijoiden täytyi löytää mahdollisimman sopivat oppilaat tehtävää suorittamaan. Kaksikielisen oppilaan kielen käyttöön vaikuttaa oppilaan identiteetin ja hänen kielellisten

valmiuksien lisäksi kenen kanssa hän puhuu, koska keskustelijoiden väliset sosiaaliset suhteet vaikuttavat suurelta osin myös tutkimustuloksiin. Tällöin täytyy miettiä, onko hän puhumassa yksi- vai kaksikielisen henkilön kanssa ja millainen sosiaalinen suhde oppilaalla on kyseiseen henkilöön. Henkilö voi olla toinen oppilas, opettaja, avustaja, vanhempi tai joku muu. Tutkijoiden täytyy myös pohtia, millaisesta tilanteesta on kyse: suoritetaanko tutkimus julkisella paikalla, kuten koulussa, vai yksityisessä paikassa, kuten kotona. Tutkimuspaikalla on tärkeä merkitys, koska täytyy luoda mahdollisimman neutraali ja matematiikan oppimiselle normaali tilanne. (Moschkovich 2005, 132)

Ríordáin ja O'Donoghue painottivat tutkimusartikkelissaan taustatyöhön liittyvän myös oppilaan käyttämien kahden kielen tutkimusta. On tärkeää tietää yleisesti näiden kahden kielen asema yhteisössä ja kieliopilliset yhtymät kuten ovatko sukukieliä. Oppilaan ajattelutyötä eri kielillä on tärkeä tutkia. Molemmilla kielillä on oma osuutensa oppilaan identiteettiin ja se vaikuttaa hyvin paljon oppilaan kommunikointiin tutkimustilanteessa. Kummatkin kielet ovat riippuvaisia toisistaan. (Ríordáin-O'Donoghue 2008, 45)

Tutkimuksessa käytettävät matematiikan aihevalinnat ovat myös tarkkaan valittuja, koska ne voivat luoda oppilaille turhautuneisuuden tunteita ja tällöin ei tutkimuksessa saada haluttuihin kysymyksiin vastauksia. Ei vain aihevalinta, mutta myös tehtävän muoto, kirjallinen vai suullinen tehtävänanto ja ratkaisun esittämistapa, on merkittävä. (Moschkovich 2005, 132) Matematiikan sanallisten tehtävien ratkaiseminen on olennainen osa matematiikan opetusta suurimmassa osassa maailmaa, koska nämä tehtävät sallivat oppilaiden soveltaa matematiikan tietoutta ja taitoja todellisista arkipäiväisistä tilanteista. Epäonnistuneessa tutkimuksessa tehtävät on rajoitettu näyttämään, että kielelliset ongelmat estävät oppilasta ratkaisemaan sanallisia tehtäviä. Tällöin sanalliset tehtävät laaditaan harhaanjohtaviksi, jos oppilaalla on mahdollisuus käyttää tietynlaista todenmukaista mallintamista tehtävässä. Esimerkiksi Steve osti neljä 2,5 metrin mittaista lankkua. Kuinka monta metrin pituista lankkua hän näistä pystyi saamaan? Oikea vastaus olisi: jokaisesta lankusta 2 eli $2 \times 4 = 8$. Tavallisesti oppilaat laskevat ensin $2,5 \text{ m} \times 4 = 10 \text{ m}$ ja tämän jälkeen jakavat $10 \text{ m} / 1 \text{ m} = \text{lankkua}$. (Bernardo-Calleja 2005; 117–119)

Tutkimusartikkelissaan Dominguez kertoi tutkimuksensa taustatyöstään, kuinka hän oli ensin lukenut kirjallisuutta eritoten kaksikielisyydestä ja arkipäivän kokemusten kohtaamisesta matematiikan opetuksessa ja oppimisessa. Tämän jälkeen hän käytti taustatyötä tehdessään metodeja, joihin sisältyi luokan ja oppilaiden havainnointia, kotihaastatteluja, oppilaan jokapäiväisestä kokemuksesta johtuvaa asiayhteydessä ilmenevää kaksikielisyyden ongelmia ja pienryhmien ongelmanratkaisu haastatteluja. Oppilaita havainnoitiin matematiikan luokassa noin 2-3 viikkoa. Tänä aikana Dominguez kirjoitti muistiinpanoja ikätoverien ja opettaja-oppilas vuorovaikutuksesta. Opettaja-oppilas vuorovaikutusta esiintyi lähinnä henkilökohtaisena opastuksena, joko opettaja kävi jokaisen ryhmän luona ohjaamassa yksittäistä oppilasta tai yksittäiset oppilaat lähestyivät opettajaa avun saamiseksi. Tutkija seurasi myös opetus- ja oppimismuotoja, kielen käyttöä, kommunikointia ja opettajan suosimia tehtäviä opetuksessa. Oppilaat istuivat saman pöydän äärellä pienissä ryhmissä ja tekivät yksin tehtäviä, jotka olivat samanlaiset kaikilla. Englannin kielisen opetuksen aikana opettaja esitti perusongelman, joka ei ilmennyt yhteydestä tehtävään, ja käytti näitä ongelmia opettaakseen menettelytapoja (pääsääntöisesti tavallisia algoritmeja), jota seurasi samantapaisia harjoitustehtäviä. Opettaja arvosti hiljaista työskentelyä. Itse asiassa, yhdessä havainnointi tilanteessa opettaja yritti estää oppilasryhmää, joka oli keskustelemassa

harjoitustehtävistä. Kun yksi oppilaista selitti, että he keskustelivat harjoituksesta, opettaja ei uskonut häntä ja uhkasi vähentää pisteitä, jos he jatkaisivat keskustelua. Opettaja myös arvosti laskemistavan ulkoa opettelemista. Vanhempien ja oppilaiden kotihaastattelujen tarkoituksena oli dokumentoida kotona mahdollistettujen kielellisten harjoitusten laadusta ja määrästä. Toinen tarkoitus oli käyttää oppilaiden arkipäiväin toiminnan taustaa tehtäviä laadittaessa. Myös oppilaan kielenkäyttöä eri tilanteissa havainnoitiin. Haastatteluissa vanhemmat yhdenmukaisesti esittivät koulutyön olevan kaikista tärkein velvollisuus kaksikielisille lapsille, osoittamalla, että koulun kokemukset vaikuttavat oppilaiden jokapäiväiseen elämään. (Dominguez 2010, 311–313)

Seuraavaksi esittelen tutkimusartikkeleissa esille tulleet oppilaiden käyttämät kommunikaatiotavat: kielenvaihto, koodinvaihto, interferenssi ja ei-kielelliset kommunikaatiotavat. Jokaisen luvun alussa määrittelen ensin kommunikaatiotavan tutkimusartikkeleiden pohjalta ja tämän jälkeen kuvailen jokaisesta tutkimuksesta erikseen, mikä on tutkimuksen tavoite. Kerron myös minkä ikäisille ja kielisille oppilaille tutkimus on tehty, mitä kieltä käytetään opetuskielenä ja miten tehtävät on laadittu vastatakseen tutkimuksen tavoitetta. Tämän jälkeen kuvailen tutkimustapahtumaa ja lopuksi tulokset. Jokaisen luvun lopussa on yhteenveto kaikkien tässä luvussa käsiteltyjen tutkimusten tuloksista.

4.1 Kielenvaihto

Kun oppilas käyttää kielenvaihtoa, tällöin hän on keskustelemassa toisen henkilön kanssa, joka ei osaa kieltä tai oppilas on alusta asti puhunut tätä kieltä hänen kanssaan. Tällöin on kyse sosiaalisesta tilanteesta. Kielenvaihtoa oppilas voi myös käyttää silloin, kun yksilöllisesti ratkaisee tehtäviä. Moschkovich tarkastelee useita psykolingvistisia kielenvaihto tutkimuksia oppilaiden laskutoimitusten aikana. Nämä tutkimukset tutkivat, pitävätkö kaksikieliset oppilaat toista kieltä parempana laskiessaan, onko ohjeidenanto kielellä väliä ja onko huomattavaa eroa yksikielisten ja kaksikielisten vastauksilla ja virheillä nopeuden suhteen. Kaksikieliset vaihtavat joskus kieltä suorittaessaan aritmetiikan laskutoimituksia. Tarkemmin juuri tätä kielenvaihtoa tutkimatta, kaksikielisten oma-arvio ja raportit haastatteluista tukevat väitettä, että suorittaessaan aritmetiikan laskutoimituksia kaksikieliset pitävät parempana kieltä, jolla ohjeet on annettu. (Moschkovich 2005, 125–133)

Tutkimuksessaan Planas ja Setati (2009) käyttivät sosiolingvistista lähestymistapaa; kuinka kieli on yhteydessä opetuksen rakenteisiin ja oppimisen mahdollisuuksiin. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia seuraavia asioita: 1) vaihtaako kaksikielinen oppilas katalaaniin ratkaistessaan matemaattisia tehtäviä (espanja äidinkielenä) ja 2) jos vaihtaa, mitkä tekijät näyttävät vaikuttavan kielen vaihtoon näissä ryhmissä tällä tunnilla. Tutkimus tehtiin Kataloniassa 12-vuotiaille kaksikielisille oppilaille, jotka saivat opetuksen katalaanilla. Katalaani on romaaninen kieli, joka on espanjankielen sukukieli. 12-vuotiaiden ryhmistä valittiin tutkimukseen kaksi ryhmää (yhteensä 9 oppilasta), jotka puhuivat espanjaa kotona. Heitä videokuvattiin 5 oppitunnin ajan. Tutkimuksen tavoitteena oli antaa oppilaille uudenlainen perusasioiden oppimismetodi käyttäen matemaatikon ajattelutapaa. Tavoite oli myös oppilaille selitetty. (Planas-Setati 2009, 43–57)

Tehtävien aiheena oli ”Dynaaminen maapallomme” ja aihealueeseen oli valittu käsiteltäviksi käsitteet geometrinen muunnos, soveltaminen, rotaatio, muunnoksien muodostaminen. Tutkimusartikkelissa käsiteltiin yhtä tehtävää; ”Miten voin matemaattisesti esitellä tornadon?”. Oppilaat keskusteluissa kielenvaihto käytiin katalaanin ja espanjan kielten välillä. Kielten samanlaisuuden vuoksi tutkijat eivät kiinnittäneet huomiota pieniin sanoihin, jotka ovat samoja molemmissa kielissä. Tutkimuksessa oli ote keskustelutilanteesta, jossa kaksi oppilasta yrittivät tehdä johtopäätöksiä annetuista uusista sanoista ”helicoidal”, ”helicoid” ja ”helix”. Nämä sanat löytyvät kummastakin kielestä tällaisenaan. Tässä tilanteessa opettaja ohjeisti oppilaita katalaaniksi. Nämä kaksi oppilasta yrittivät päätellä uuden sanan merkitystä miettien tornadoa oikeaan asiayhteyteen. Oppilaat miettivät tornadon liikettä; pyörivä, eteenpäin kulkeva. Lopuksi tulivat siihen tulokseen, että tornadon liikettä voidaan kuvata eteenpäin liikkuvaksi spiraaliksi. Keskustelun aikana oppilaat toistivat ja täydensivät toistensa sanoja, ja antoivat puoltavaa palautetta toisilleen katalaanilla. Opettajan poistuessa oppilaat keskustelivat neljästä pienessä ryhmässä. Kielenvaihto katalaanista espanjaksi muuttui siinä vaihteessa, kun alkoivat ratkaisemaan tehtävää, eivätkä enää keskustelleet matemaattisista käsitteistä. Oppilaat miettivät miten tornado piirretään kuvaten samalla sen liikettä. Keskustelussa käsiteltiin nyt myös nuolen merkityksestä kuvassa. Tässä vaiheessa, kun epätietoisuus kuvan piirtämisestä alkoi kasvaa, oppilaat vaihtoivat katalaanin. Kahdessa ensimmäisessä keskustelussa tuli hyvin esille oppilaiden kielellinen valmius keskustella vaikeasta käsitteestä äidinkiellään. Luokan keskusteluissa, espanja ensimmäisenä kielenä, oppilaat olivat taipuvaisia noudattamaan kielellistä normia puhumalla katalaania, vaikkakin pienissä ryhmissä puhuivatkin espanjaa keskenään. Jotkin oppilaat harvoin vaihtoivat kieltä keskusteluissaan, vaikkakin joukossa oli muutama oppilas, jotka tekivät sitä useimmin. Keskeinen havainto näiden oppilaiden kommunikoinnissa pienissä ja suurissa ryhmissä oli se, että heidän kieltenvaihdossa osallistuessaan aktiivisesti keskusteluihin oli paremminkin yksikielisiä osatekijöitä kuin kieltenkäytön jakautumista. He useimmiten käyttivät omaa äidinkieltään pienryhmä vuorovaikutuksessa kuin julkisessa keskustelussa. Tämä jälkeen tutkijat tarkastelivat liittykö näissä kahdessa sosiaalisessa tilanteessa kielenvalinta keskustelun sisältöön. Tutkimustulokset osoittivat eroavaisuutta espanjankielisten kaksikielisten oppilaiden kielenkäytöllä matematiikan tehtäviä tehdessään. Oppilaat saivat tunnin alussa opetuksen katalaaniksi matematiikan uudesta sanastosta ja he jatkoivat katalaanilla alkaessaan tekemään tehtäviä. Kuitenkin tehtävän kehittämis- ja ratkaisuvaiheessa he vaihtoivat espanjan kieleen, jos se olisi helpompaa kommunikoida matemaattisista vaiheista tehtävää ratkaistessaan tällä kielellä. Kieltenvaihto kuvaa yhteisöä, jossa espanjankielellä on alhainen sosiaalinen asema, kun taas katalaanilla on korkea. Maahanmuuttaja kaksikielisten oppilaiden sosiaaliset toiminnot matemaattisissa tehtävissä suoritetaan kahdella kielellä. Kuitenkin he pyrkivät käyttämään kieliä erilaisissa tarkoituksissa, matematiikan tehtävien erilaisissa alueissa ja erilaisissa sosiaalisissa tilanteissa luokkahuoneessa. Heiltä puuttuu spontaani osallistuminen kokoluokan matemaattisiin keskusteluihin verrattaessa osallistumisestaan pienryhmä keskusteluihin, vaikka he saisivat osallistua keskusteluun kummalla kielellä tahansa. Opettaja ja muut oppilaat puhuvat vain katalaania ja tämä voi osoittaa jonkin asteista kielen symbolista rasiitetta. (Planas-Setati 2009, 43–57)

Bernardo (2005) tarttui tutkimuksessaan aiheeseen, joka käsitteli oppimisen, taitojen ja kielten välisiä suhteita, tutkimalla (filipino-englanti) kaksikielisten oppilaiden ensimmäisen ja toisen kielen käytön vaikutuksia aritmetiikan sanallisten tehtävien ratkaisemiseen. Hän oli valinnut tämän aiheen kahdesta syystä. Ensimmäiseksi, sanalliset tehtävät ovat olleet aina tärkeä osa matematiikan koulutuksessa. Toiseksi,

sanallisilla tehtävillä on selviä kielellisiä osatekijöitä, koska ongelmalliset osatekijät on piilotettu tekstiin, mutta ongelman kvantitatiivisia elementtejä voidaan käsitellä abstrakteina symboleina, ei-kielellisessä muodossa. (Bernardo 2005, 415) Tutkimukseen osallistuvista oppilaista puolet oli filippiinon- ja puolet englannin kielisiä. Oppilaiden matematiikan opetuksessa oli käytetty englannin kieltä, sekä kommunikointi, tekstikirjat, opetusmateriaalit ja arviointi olivat englanniksi. Oppilaat testattiin yksittäin, hiljaisessa paikassa koulupäivän aikana. Tutkimuksessa käytettiin 18 sanallista tehtävää, jotka sisälsivät luvut 1-9 ja vastaukset sisälsivät luvut 1-10. Tehtävät oli jaettu kolmeen pääongelmaan / tehtävätyyppiin; yhdistää, muuntaa ja vertailla. Olen ottanut tähän yhden esimerkin jokaisesta osiosta.

Yhdistävä tehtävä:

*Judylla on 3 karkkia. Carlolla on 5 karkkia.
(Kuinka monta karkkia yhteensä?)*

Muuntamistehtävä:

*Judylla on 6 karkkia. Sitten hän antaa Carlolle 4 karkkia.
(Kuinka monta karkkia Judylla nyt on?)*

Vertailutehtävä:

*Judylla on 5 karkkia. Carlolla on 2 karkkia vähemmän kuin Judylla.
(Kuinka monta karkkia Carlolla on?)
(Bernardo (2005), 424–425)*

Tehtävien lopussa suluissa oleva kysymys kuvaa ongelman struktuurin mallintamista. Oppilaille annettiin tehtävä molemmilla kielillä. Kun oppilas oli lukenut tehtävän, tutkija luki tehtävän ääneen vielä kaksi kertaa. Tämän jälkeen oppilasta pyydettiin täydentämään ensimmäinen osa ongelmasta järjestämällä kysymys tarkoituksenmukaiseksi ja sitten ratkaisemaan tehtävä. Tämän tutkimuksen tavoitteena olikin ongelman struktuurin mallintaminen, jolloin oppilas joutuu erittelemään tunnetun ja tuntemattoman, miten ne ovat yhteydessä toisiinsa ja tämän pohjalta ratkaisemaan tehtävän. Jos oppilas ymmärtää oikein ongelman struktuurin, hän pystyy päättelämään tehtävän ratkaisun. Vastaukset käsiteltiin varianssianalyysin (ANOVA) avulla niin, että oli vain oikeita ja vääriä vastauksia. Varianssianalyysillä tutkittiin eroavatko äidinkielisten oppilaiden vastaukset ryhmien välillä ja eroavatko vastaukset tehtävän kielen ja tehtävän ongelma-asteen välillä. Tulokset osoittivat, että oppilaat ratkaisivat tehtävät yhtä menestyksekkäästi molemmilla kielillä. Tämän lisäksi ei löytynyt tilastollisesti merkityksellistä vuorovaikutusta oppilaiden ensimmäisen kielen ja tehtävän kielen välillä. Kuitenkin löytyi yksi ero oppilaan ensimmäisen kielen vaikutuksesta. Englannin kieliset oppilaat olivat menestyksekkäämmin ratkaisseet vaikeampia tehtäviä kuin filippiinonkieliset. Tutkimuksen tuloksena oli, että kielellä, jolla ongelma oli esitetty, ei vaikuttanut kaksikielisen oppilaan kykyyn mallintaa sanallisten tehtävien struktuuria. Oppilaat olivat yhtä hyviä mallintamisessa. Oppilaat olivat yhtä menestyksekkäitä ratkaisemaan helppoja tehtäviä ja heillä oli yhtä paljon ongelmia ratkaistessaan vaikeita tehtäviä. Siksi ymmärtämyksemme kielen roolista sanallisten tehtävien ratkaisussa kaksikielisillä oppilailla ei voi vangita pelkistettyyn väittämään kielen ja ongelman ratkaisun vuorovaikutuksesta. Sen sijaan kielen rooli sanallisten tehtävien ratkaisemisen prosessissa on luonnehdittu tarkoin määritettyjen prosessin osien vuorovaikutuksena. Tämän tutkimuksen tulokset paljastivat odottamattoman eroavaisuuden esityksissä espanjan ja englannin kielisten oppilaiden välillä. Kaikkien tulosten yhteen laittamisen jälkeen, tulokset osoittivat, että englanninkielinen oppilas suoriutui kuitenkin paremmin kuin filipino kielinen. Tämä tulos voi tarkoittaa sitä, että englannin kieliset oppilaat oppivat

paremmin oman kielisessä opetuksessa kuin filippiinonkieliset englannin kielisessä opetuksessa. (Bernardo (2005), 419–421)

Ríordáinin ja O'Donoghuen tekemän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia iirin ja englannin kielen vuorovaikutusta. He tutkivat iirin kielisten oppilaiden kielellisten valmiuksien vaikutusta matematiikan sanallisten tehtävien ratkaisuun. Tutkimukseen osallistui 52 iirinkielistä lukion ensimmäisen ja toisen vuoden opiskelijaa. Jotta tutkimustulosten käsittelyä voitaisiin verrata johonkin, niin tutkimukseen osallistui myös 55 englanninkielistä opiskelijaa. Oppilaat suorittivat kaksi testiä omalla kielellään. Toinen testi käsitteli matematiikan sanallisia ongelmia ja toinen oli kielitesti. Koska sanallisia tehtäviä käytetään yleisesti kaksikielisten oppilaiden matematiikan ymmärtämisestä, tutkijat olivat halunneet lähestyä aihetta toisesta näkökulmasta. Testin jälkeen opiskelijat kategorioitiin kielitaidon, pätevyyden mukaan. (Ríordáin-O'Donoghue 2009, 49–59)

Tämän jälkeen tutkittiin näihin tietoihin verraten sanallisten tehtävien ratkaisuja. Korrelaatio englanninkielisten tehtävien ja kielitaidon välillä oli hyvin merkittävä ($r=0.91$) 2. luokan englanninkielisillä opiskelijoilla ja muilla kohtuullinen ($r=0.41-0.69$). Kun taas laskettiin korrelaatio englanninkielisten tehtävien ja iirinkielen kielitaidon välillä, se osoitti englanninkielisten tehtävien ja iirinkielen kielitaidon välillä jonkun verran merkittävää vaikutusta ensimmäisen luokan kaikilla opiskelijoilla ($r=0.605-0.706$) kun taas kaikilla toisen luokan oppilailla se oli heikko ($r=0.226-0.470$). Tämä tutkimus osoitti, että kaksikielisyys ei tuota ongelmaa lukiotasolla, kun myös toisen kielen kielitaito on vahva. (Ríordáin-O'Donoghue 2009, 49–59)

Tavallisesti tutkimukset pohjautuvat siihen, että onko koulussa ja vapaa-ajalla oppimisella yhteisohjaavaa merkitystä perinteisen koulun matematiikan opetuksessa. Dominguezin (2010) tekemässä tutkimuksessa tavoitteena on tutkia, voiko vapaa-ajan asiayhteyksiä matematiikan opetukseen soveltamalla parantaa oppilaiden oppimismahdollisuuksia. Tutkimus tehtiin Austinissa, Texasissa taidekoulussa esiluokkalaisista 5 luokkalaisiin. Oppilaat kuuluivat espanjan-englannin kaksikieliseen yhteisöön, mutta matematiikan opetus oli järjestetty englannin kielellä. Tutkija oli laatinut kolme kriteeriä, joiden pohjalta laati tehtävät: 1) Tehtävät kuvataan sellaisiksi tapahtumiksi, jotka todella voi tapahtua, mutta oppilas ei kuitenkaan pysty heti ratkaisemaan tehtävää. 2) Avainsana jätettiin pois tehtävästä, jotta oppilaalla on mahdollisuus täydentää tehtävää omaa kokemuspohjaa hyväksi käyttäen. 3) Tehtävä laadittiin niin, ettei se tuota kielellisiä ongelmia oppilaalle. Tehtävät oli laadittu näiden kriteerien pohjalta siten, että ensimmäiseksi oli ongelmia tuttujen kokemusten pohjalta ja toiseksi matemaattisesti samoja ongelmia tuntemattomien kokemusten pohjalta ensimmäinen ja toinen tehtävä oli espanjaksi ja kolmas englanniksi. Tutkimuksessa oli pyritty siihen, että oppilas ratkaisee tehtävät suullisesti tehtävässä ilmoitettua kieltä käyttäen. Kaikki tehtävien ratkaisutilaisuudet videokuvattiin ja kaikki oppilaiden ratkaisut kerättiin (tutkija käytti näitä apuna kuunnellessaan videokuvauksia). Keskusteluun osallistuivat luokan opettajan valitsemat parit, joiden keskustelu oli molemminpuolisesti tasapainoista ja käyttivät hyvin vähän koodinvaihtoa. Videonauhoitusten ensikatselu paljasti vaihtelevaa kielentämistä. Tutkija koodasi kommunikaation osat, joissa oppilaat organisoivat ja uudelleen järjestivät toimintansa ratkaistessaan tehtävää, eli he tekivät ei-matemaattisesta matemaattisen. Tämä tapahtui omalla kielentämisellä ja kommunikoinnilla muiden oppilaiden kanssa. Tutkija oli jakanut uudelleenkehittämistoiminnot viiteen osaan ja määritellyt ne tarkkaan. Käytän tässä uudelleenkehittämistoiminnosta lyhennettä UK-toiminta. Ensimmäinen UK-toiminto oli tiedon rakentamisen edistäminen, jolloin oppilas myötävaikuttaa tietoon, jota ei ilmoitettu tehtävässä, mutta oli välttämätön tehtävää ratkaistaessa. Toiseksi UK-toiminnoksi tutkija

oli määritellyt ongelmakohdan huomaamisen. Kolmannessa UK-toiminnossa oppilas ilmaisee huolen ratkaisun kelpoisuudesta ja esittää kysymyksen uuteen ratkaisuun. Neljäs UK-toiminto liittyy realistiseen harkintakykyyn tuomita ratkaisun toteutettavuus ja viimeinen UK-toiminto on muuten samanlainen, mutta tässä oppilas kommunikoi parinsa kanssa. (Dominguez 2010, 306–318)

Tutkimustulokset käsiteltiin tuttujen ja outojen asiayhteystehtävien uudelleenkehittämistoimintojen suhteena:

$$UK - toimintojen suhde = \frac{\text{kaikki UK - toiminnot, tutuista asiayhteyksistä}}{\text{kaikki UK - toiminnot, tuntemattomista asiayhteyksistä}}$$

Antamalla samanlaiset matemaattiset struktuurit sekä tutuille ja tuntemattomille ongelmille käsitealueella, samanlainen suhdeluku neljälle käsitealueelle ja molemmille kielille, ilmaisee oppilaiden tuotteliaisuuden, uudelleenkehittämistoiminnan suhteena mitattuna. Näiden UK-toimintojen lisäksi tutkija jaotteli vastaukset myös jäljittelytoimintoihin, jolloin tehtäviä ratkaistessaan oppilas jäljittelee jonkun muun toimintaa, kuten luokkakaverin, opettajan tai avustajan. Nämä toiminnot tutkija oli jakanut neljään eri toimintoon. Ensimmäisessä oppilas antaa periksi koska ei löydä oikeaa menettelytapaa. Toisessa toiminnossa oppilas valitsee väärän menettelytavan, joka muuttaa tehtävässä annettujen määrien suhteita. Kun oppilasta pyydetään selittämään *miksi* tietty menettelytapa auttaa ratkaisemaan ongelman, hän sen sijaan todistaa *kuinka* toteuttaa sen. Tämä oli kolmas toiminto. Neljännessä toiminnossa oppilas havainnoi pintapuolisesti tehtävien samankaltaisuuden, hän ei erota samoja käsitteitä. (Dominguez 2010, 317–318)

Oppilaat ratkaisivat tuttuun asiayhteyteen laadittuja espanjan kielisiä tehtäviä enemmän uudelleenkeksimisen pohjalta, eli tekivät ei-matemaattisista tehtävistä matemaattisia, mutta tekivät vain kolmas osan oudosta asiayhteydestä laadittuja tehtäviä samalla tavalla. Tutkimustulokset osoittivat, että noin 70 % oppilaista kehittivät uudelleen matematiikan tehtävät, jotka oli tehty tutun asiayhteyden pohjalta, molemmilla kielillä. Kun taas 30 % oppilaista käyttivät UK-toimintoa tuntemattomista asiayhteyksistä laadituissa tehtävissä. Mahdollinen syy suhteellisen runsaaseen UK-toiminnon käyttöön espanjankielellä löytyy tutkimalla lähemmin, kuinka oppilaat ovat organisoineet ja koordinoineet nämä toiminnot espanjaksi ja englanniksi. Tämä on yhteydessä olosuhteisiin, jotka vaikuttaa mahdollisuuteen käyttää kaksikielisyyttä resurssina. Otan esimerkiksi yhden tehtävistä:

*Koulun aamupalalle keittolan kokin piti tehdä 400 oppilaalle munakokkeliä.
Kuinka monta munakennoa hänen täytyi avata?*

Toinen oppilaista kertoi ensin tietävänsä yhdessä munakennossa on 12 kananmunaa. Toinen vastasi, että sitä sanotaan tusinaksi. Tällöin oppilaat käyttivät hyväksi kokemuspohjaista tietoutta munakennon koosta. Tämän jälkeen oppilaat alkoivat laskea kuinka monta kenna tarviitaan 400 oppilaan munakokkeliin. Kun oppilaat yhdistävät kokemuspohjaisen tiedon ongelmatilanteeseen, silloin siitä tulee kognitiivinen apukeino tehtävän ratkaisun tukemisessa. Tutuissa tehtävissä, jotka oppilas suoritti englannin

kielellä, hän pyrki uudelleenkehittämään tehtävää yksinään, turvautuen enemmän tekstiin kuin toiseen oppilaaseen. Esimerkki tehtävästä:

*Kuinka kauan aikaa menee lukea 23 sivuinen kirja,
jos viiden sivun lukemiseen menee 20 minuuttia?*

Tutkija pyysi oppilasta jakamaan ajatuksensa toisen oppilaan kanssa. Oppilas selitti ajatuksensa melko persoonattomasti. Hänen välinpitämätön katse toiseen oppilaaseen ei saanut minkäänlaista vastakaikua. Tällainen alhainen ajatusten vaihto ilmaisee oppilaiden vähäisistä mahdollisuuksista käyttää uudelleenkehittämistoimintoja englanninkielellä. (Dominguez 2010, 318–321)

Kaksikielisten oppilaiden jäljittelytoimintojen tutkimukset osoittavat vastakkaista kuin UK-toiminnot. Oppilaat ratkaisivat tuttuun asiayhteyteen laadittuja espanjan kielisiä tehtäviä vähemmän (31 %) jäljittelytoiminnan pohjalta, mutta tekivät 69 % oudosta asiayhteydestä laadittuja tehtäviä samalla tavalla. Tutkimustulokset osoittivat, että 32 % oppilaista jäljittelivät matematiikan tehtäviä, jotka oli tehty englanniksi tutun asiayhteyden pohjalta. Kun taas 68 % oppilaista käyttivät jäljittelytoimintoa tuntemattomista asiayhteyksistä laadituissa englanninkielisissä tehtävissä. Tutkija väittää, että kaksikieliset oppilaat ovat luetteloineet arkipäivän kokemukset ja käyttävät näitä näkökantoja ratkaistessaan tehtäviä. Heille on tämän takia helpompi keskustella äidinkielellään tutuista tehtävistä kuin toisella kielellään. Vaikkakin englantia on matematiikan opetuksessa käytetty kieli, tuottaa se heille vaikeuksia kommunikoinnissa ja toimintojen uudelleenkehittämisessä. Esittelemällä arkipäivän kokemuksia, joilla on vaikutusta oppilaan matematiikan tehtävien ratkaisuun, opettaja tarjosi yhteisen pohjan, jossa oppilas joutui venyttämään, laajentamaan ja ponnistelemaan matemaattisen ajattelun tasolla sekä englanniksi että espanjaksi. Oppilaat näyttivät kapasiteettinsa tehostuvan ongelmien järjeistämisen uudelleenkehittämistoimintaa hyväksi käyttäen, kun on kyse kokemuspohjaisten ongelmien ratkaisusta. Sen takia tutkija väittää, että mielipide kulttuurisesti ja kielellisesti monipuolisista oppilaista ei niin hyvinä ongelman ratkojina, on enemmän kiinni koulussa annetun ongelman ja ohjeistuksen laadusta kuin heidän matemaattisesta pätevyydestään. (Dominguez 2010, 318–325)

Bernardo ja Calleja (2005) olivat asettaneet tutkimukselleen kaksi hypoteesia. 1) Kaksikieliset tehtävän ratkaisijat ymmärtävät paremmin sanalliset tehtävät, kun ne on esitetty heidän ensimmäisellä kielellään ja tämä todistettu ymmärtämys lisäisi arkipäivän kokemusten huomioimista sanallisten tehtävien ratkaisemisessa. 2) Arkipäivän kokemusten huomioimiseen sanallisten tehtävien ratkaisemisessa, ei vaikuta kieli, jolla tehtävä on annettu, koska kyseessä ovat prosessit ovat enemmän matemaattisia kuin kielellisiä. Tutkimuksen tavoitteena on löytää vastaus ongelmaan, jos oppilas ei halua, uskalla tai osaa käyttää esimerkkinä kokemuksiaan tukena ratkaistessaan matematiikan sanallisia tehtäviä. Tutkijat epäilevät, että nämä esteet voivat johtua opettajan opetustavasta, jolloin opettaja ei tue kokemuspohjaista asioiden käsittelyä matematiikan tehtävissä. Tutkimukseen osallistui 85 9-13 vuotiaita oppilaita, joista 92 % puhui äidinkielenään filippiinonkieltä ja loput englantia. Suurin osa heidän opettajistaan käytti englantia matematiikan opetuksessa. Tutkijat kartoittivat myös, kummalla kielellä oppilaat mieluummin haluaisivat tehdä matematiikan sanallisia tehtäviä. 65 % oppilaista ilmoitti mieluummin tekevänsä tehtävät englanniksi ja muut taas filipiinon kielellä. (Bernardo, A.B.I., Calleja, M.O. (2005), 120–127)

Tutkimuksen tehtävät laadittiin kulttuurillisesti sopiviksi ja tutuimmiksi ja ne oli jaettu kahteen osaan: Perustehtävä, joka oli helppo:

*Rommel osti 4 lankkua, joista jokainen oli 2 m pitkiä.
Kuinka monta 1 metrin pituista lautaa Rommel saa sahattua näistä laudoista?*

Toinen osa oli rinnakkainen ensimmäisen tehtävän kanssa, mutta vaikeampi

*Rommel osti 4 lankkua, joista jokainen oli 2,5 m pitkiä.
Kuinka monta 1 metrin pituista lautaa Rommel saa sahattua näistä laudoista?*

Tässä tehtävässä ei voi käyttää suoraan aritmeettista ongelman ratkaisua. Puolet oppilaista suorittivat englannin kielisen testin ja toinen puoli filipinon kielellä. Testi pisteytettiin viiteen osaa: oikea vastaus, laskennallinen virhe, kokemusperäinen vastaus, ei vastausta ja muut. Kokemusperäiseen vastaukseen hyväksyttiin laskelmat, joissa oppilas oli käyttänyt kokemuspohjaista tietoutta saamatta oikeaa vastausta. Vastaukset taulukoitiin, joissa perus- ja rinnakkaistehtävien vastaukset olivat erikseen myös kielellisesti. Filipinon kielellä oli oikeita vastauksia enemmän kuin taas englannin kielellä ”ei vastausta”-vaihtoehtoja oli enemmän. Laskennallisissa virheissä, kokemusperäisissä vastauksissa ja muissa ei ollut eroja. Tutkijat vertasivat tuloksia myös oppilaiden ilmoittaman paremman tehtävänanto kielen suhteen. Ne oppilaat, jotka ilmoittivat tekevänsä mieluummin filipinon kielellä tehtäviä, erottuivat oikean vastauksen kategoriassa. Näistä oppilaista 36 % vastasi oikein filipinon ja 27 % englannin kielellä ja 29 % ei antanut vastausta kummallakaan kielellä. Niistä oppilaista, jotka olivat valinneet englannin paremmaksi tehtävä kieleksi, 40 % vastasi oikein filipinon ja 30 % englannin kielellä, kun taas muita vastauksia oli 37 % englannin ja 29 % filipinon kielellä. Tulokset osoittavat, etteivät oppilaat harkinneetkaan ratkaista tehtävää kokemuspohjaisella tietoudella. Tutkimuksen tulokset tukivat sitä oletusta, että kaksikieliset oppilaat eivät käytä kokemuspohjaista ratkaisumallia oli tehtävä ilmoitettu kummalla kielellä tahansa. Ehkä tämä ei todella olekaan riippuvainen kielellisistä valmiuksista. Tutkija pohtii tämän ehkä johtuvan enemmän opettajan opetustavasta, kuinka hän on käyttänyt ja opettanut erilaisia ongelman ratkaisu strategioita sanallisia tehtäviä ratkaistessaan. Yleisesti oppilaat ratkaisivat tehtävän suoraan aritmeettisesti. Yllättävää oli, että oppilaat, jotka tekivät englannin kielisen tehtävän, menestyivät prosentuaalisesti huonommin testissä kuin filipinon kielellä tehneet, vaikka kaikki heistä saivat matematiikan opetuksen englanninkielellä. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että kieli, jolla sanalliset tehtävät oli esitetty, vaikutti oppilaiden taitojen, menettelytapojen ja strategioiden käyttämiseen ratkaistessaan tehtäviä. Tulokset osoittivat myös, etteivät oppilaat käyttäneet kokemuspohjaista tietouttaan ratkaistessaan tehtäviä. Tutkimuksen lopussa tutkijat pohtivat, jos halutaan tutkia oppilaan sanallisten tehtävien ratkaisemisessa kokemuspohjaisen tietouden käyttämistä, täytyy tutkijan tehdä tällöin taustatöitä löytääkseen, millaisia tehtäviä hän voi käyttää. Hänen täytyy myös selvittää luokan sosiaalinen tila, miten opetus tapahtuu ja kuinka siellä on painotettu kokemuspohjaisen tietouden käyttämistä matematiikan tehtävien ratkaisumallina. (Bernardo, A.B.I., Calleja, M.O. (2005), 120–127)

Tässä luvussa tarkasteltiin kielenvaihdon vaikutusta oppilaan kommunikointitapoihin ja sitä kautta tehtävien ratkaisemiseen. Planas-Setati tutkimustuloksissa tuli esille, että kaksikielinen oppilas ratkaistessaan matematiikan tehtävää yhdessä muiden kanssa käyttää molempia kieliään. Pienryhmissä he puhuvat äidinkieltään ja koko luokan keskusteluissa käyttävät toista kieltään tai eivät osallistu keskusteluun lainkaan. Äidinkieltä käytettiin enemmän matematiikan tehtävien ratkaisussa. Käsitteen määrittämisessä toista kieltä, joka oli tässä tapauksessa myös opetuskieli. Bernardon tutkimustuloksista tuli ilmi, että oppilaat ratkaisivat helpot tehtävät yhtä menestyksekkäästi molemmilla kielillä. Mutta haastavampien tehtävien ratkaisemisessa ne oppilaat, joiden äidinkieli oli sama kuin opetuskieli, menestyivät paremmin. Oppilaalla on paremmat mahdollisuudet oppia ja ymmärtää matematiikkaa, kun opetuskieli on samakuin äidinkieli. Tähän samaan tulokseen päätyivät myös Ríordáin ja O'Donoghue tutkimuksessaan ja heidän tutkimus osoitti myös sen, että jos kaksikielisen oppilaan molemmat kielet ovat vahvoja, ei ainakaan lukiossa tuota vaikeuksia ratkaista tehtäviä. Mutta jos toisen kielen taito on heikko, sillä on vaikutusta lukion matemaattisten tehtävien ymmärryksessä. Dominguezin tutkimuksessa tarkasteltiin lähemmin oppilaan matemaattista ymmärrystä suhteessa siihen, millä kielellä tehtävät oli annettu. Tutkimuksessa tuli ilmi, että oppilaille on helpompaa ratkaista tehtäviä äidinkielellään, koska se on kokemuspohjaan perustuvaa laskemista. Vaikka tehtävä oli annettu toisella kielellä, niin oppilaat tekivät kuitenkin tehtävän äidinkielellään. Dominguez väitti myös tutkimustuloksiin vedoten, että opetuksen ohjeistuksella ja ohjeiden laadulla on suuri merkitys kaksikielisten oppilaiden matemaattisten tehtävien ratkaisemisessa (Dominguez 2010, 325). Bernardo-Callejan tekemän tutkimuksen tulokset osoittivat, että toisella kielellä annetut tehtävät vaikuttivat oppilaiden laskennalliseen suoritukseen. Tuloksista kävi myös ilmi opettajan opetustapojen ja tehtävien ratkaisumallien opettamisen vaikutus tehtävien ratkaisemisessa. Oppilaat eivät käyttäneet kokemuspohjaista tietouttaan, koska opettaja ei itse sitä käyttänyt opetuksessa.

4.2 Koodinvaihto

Sosiolingvistiksi koodinvaihtoa kuvataan, ei ainoastaan yksilöllisenä kognitiivisena ilmiönä, vaan myös mutkikkaana ja sosiaaliseen aktiviteettiin ja kielenkäyttöön yksittäisen puhujan yhteisöön sitoutuneena kehittymisenä. Koodinvaihto ja koodinsekoittaminen ovat yksi keskeisimmistä kommunikointimuodoista kaksikielisillä oppilailla. Tutkijat ovat tehneet erilaisia määritelmiä ”koodinvaihto”-käsitteelle. Nämä määritelmien erilaisuudet johtuvat missä, kenelle ja millaisessa tilanteessa kyseinen tutkimus tehdään. Koodinvaihdolla on monenlaisia muotoja ja myös erimielisyyksiä siitä, milloin mitään määritelmää voi käyttää. Jotkut sosiolingvistiikan tutkijat tekevät eron ”koodin sekoitukselle” – siirtyminen kielellisissä yksiköissä yhdestä koodista toiseen, ja ”koodinvaihdolle” – vaihtoehtoisesta yhdestä kielestä toiseen, joka vastaa vaihtoa osallistujien kesken, sosiaalisissa tilanteissa ja niin edelleen. (Moschkovich 2005, 129–130)

Koodinvaihto on yleisesti laajalle levinnyttä kaksikielisten oppilaiden kommunikointia. Tämä on äidinkielen puhumisen ja toisen kielen kirjallisuuden lukemisen yhdistämisen seurausta. Toinen syy Farrugianin mukaan (2013) on se, että äidinkielestä ei esimerkiksi löydy aihekohtaisia esimerkkejä matematiikan terminologiasta. Nämä sanat kyllä voisivat löytyäkin äidinkielestä, mutta oppilas ei ole tietoinen arkikielen sanojen yhteydestä akateemiseen termistöön (Farrugian 2013, s.571–575)

Koodin vaihdossa oppilas käyttää kumpaakin kieltä löytääkseen vastauksen johonkin tehtävään. Tällöin oppilas ei mieti sosiaalista tilannetta. Hän saattaa tehdä tehtävää äidinkielellään, mutta hakee tukea toiselta oppilaalta 2. kielellään tai toisin päin. (Moschkovich 2005, 125–133)

Toisen kielen sanojen mukaan ottamisella voidaan yrittää yhdistää puhuttu kieli kirjoitettuun kieleen. Kun taas jotkin opettajat ovat taas sitä mieltä, että on parempi käyttää toista kieltä järjestelmällisesti opettamisessa ja asioiden oppimisessa kuin ensimmäistä kieltä välttääkseen koodinvaihdon käyttöä, koska heidän mielestään se on sopimatonta kielen käyttöä. (Farrugian 2013, s.571–575)

Nämä hiuksenhienot eroavaisuudet kuvaavat koodinvaihdon monimutkaisuutta kielellisenä ilmiönä ja teoreettisena näkemyksenä. Matematiikan koulutuksen tutkijat käyttävät yhtä termiä, koodinvaihtoa, mitä sociolinguistiikassa voidaan kutsua koodin sekoittamiseksi, koodinvaihtamiseksi tai lainaamiseksi. Tämä voi olla perusteltu, koska näiden erottaminen ei ole merkityksellistä asioille mitä tutkimme luokkahuoneessa. Matematiikan koulutuksen tutkijat ovat enemmän huolissaan siitä, kuinka kielen käyttö on yhteydessä matematiikan oppimiseen ja opettamiseen. Kuitenkin, on ehkä tärkeää miettiä ovatko nämä eroavaisuudet merkityksellisiä tietyn asian opiskelussa, luokkahuoneessa, tilanteissa ja ikäryhmissä. (Moschkovich 2005, 125–133)

Moschkovichin (2002) tekemässä tutkimuksessa oppilailla ei puutu matemaattista sanastoa, mutta heille tuottaa kuvailevien sanojen selittäminen vaikeuksia. Tehtävänä oli:

*Jos muutat yhtälön $y = x$, yhtälöksi $y = -0,6x$,
miten suora muuttuu?*

Tehtävän annossa oli mukana myös kuva suorasta $y = x$. Oppilaiden tehtävänä oli vastata ensin kysymykseen: Jyrkkyys muuttuu, kyllä vai ei. Tämän jälkeen oppilaiden täytyi selittää miksi, käyttäen sanoja jyrkempi (*steeper*) ja vähemmän jyrkkä (*less steep*). Tutkimusartikkelissa esitettiin kahden yhdeksäsluokkalaisten oppilaan kommunikointia espanjaksi ja englanniksi selvittääkseen matemaattisten tuntomerkkien tarkoitukset. Nämä kaksi oppilasta ovat pääsääntöisesti olleet englannin kielisessä matematiikan opetuksessa. Toisella esimerkin oppilaalla on ollut joitakin aikaisempia matematiikan tunteja espanjaksi. He käyttävät keskustelun aikana usein koodin vaihtoa ja elehtimistä. Marcela ei tiennyt sanan "steep" espanjankielistä vastinetta ja/tai käsite "steepness" tuotti ongelmia. Hän joutui käyttämään espanjaa avuksi perustellessaan valintaansa. Tämä voi johtua siitä, että englanninkielinen sana "steep" ei ole niin virallinen matematiikan käsite kuin espanjan vastaava sana "empinada". Englanniksi selittäessään hän käytti kokemuspohjaista sanaa "maapohja" (ground) kuvatakseen x-akselia ja näytti käsillään miten funktion kulku muuttuu. Vaihtorefleksin käyttö keskustelussa kertoo joko unohtamisesta tai espanjan sanan tietämättömyydestä. Turvautuminen "puolikielisyteen" ei kuvaa sitä, että oppilas olisi väärässä, tämä johtuu koulussa käytetystä kielestä ja oman kielen puutteellisesta matematiikan terminologiasta tässä aiheesta. Oppilas käyttää niitä resursseja, joita hänellä on, eli arkipäivän kieltä matemaattisen kielen sijaan, kommunikoidakseen ja ratkaistakseen tehtäviä. Hän esitti olettamuksensa tarkasti yhdistäen ne matemaattiseen esitykseen. (Moschkovich 2002, 203–205)

Eva Norénin (2008) kirjoittamassa artikkelissa on muutamia tuloksia Ruotsissa tehdystä projektista, joka käsitteli matematiikan opettamista kaksikielisille oppilaille. Projektiin osallistui Tukholmassa asuvia kaksikielisiä vähemmistökansoihin kuuluvia ja siirtolaistaustaisia 9-16-vuotiaita oppilaita. Tutkimukseen osallistuvat koulut järjestivät opetuksen siten, että kaikki ohjeistus annettiin kahdella kielellä ja oppilailla puolet tunneista oli ruotsinkielisen opettajan ja puolet kaksikielisen opettajan antamia. Tutkimukseen kerättiin tietoja havainnoimalla opetustunteja. Norén oli havainnoinut matemaattisia harjoituksia, toimia ja vuorovaikutusta, jolloin opettajat ja oppilaat puhuivat molemmilla kielillä, joko ruotsi-arabi tai ruotsi-somali, opettaessaan ja oppiessaan matematiikkaa. Kaksikielisen opettajan tunnilla oppilaat pyysivät opettajaa selittämään ja antamaan enemmän esimerkkejä. Otan esimerkiksi tässä tehtävän, jossa pyydettiin selittämään, kuinka löydetään kolmion korkeus ja miksi kolmiolla on kolme korkeutta. Arabinkielinen oppilas alkoi selittämään luokan edessä tehtävää piirtäen taululle kolme kolmiota. Toinen oppilas oikaisi häntä selittäen, että kyse on yhden kolmion kolmesta korkeudesta. Vieläkään oppilas ei ymmärtänyt. Kun opettaja käänsi sanan "base" arabiankielelle, niin oppilas ymmärsi tehtävänannon ja ratkaisi tehtävän. Tutkimuksessa tuli esille, että oppilaat kommunikoivat aktiivisesti kaksikielisen opettajan tunneilla, kun taas ruotsinkielisen opettajan tunneilla olivat hiljaa. Oppilaat kertoivat haastattelussa, että tunsivat olonsa turvallisemmaksi kaksikielisen opettajan kanssa kuin yksikielisen. Heille oli jäänyt ruotsinkielisistä tunneista mielikuva, ettei opettaja ymmärtänyt heitä eikä he opettajaa. (Norén 2008, 29–36)

Tutkimusartikkelissa "*Code-Mixing as a Bilingual Instructional Strategy*" esitettyyn tutkimukseen osallistui yhteensä 350 kaksikielistä USA:ssa asuvaa maahanmuuttajaa. Näistä oli valittu 5 mandariinikiinaa puhuvaa 10–11 -vuotiasta oppilasta. Oppilaiden luokkaa havainnoitiin 30 kertaa, jolloin äänitettiin keskustelutilanteet, tarkkaillen koodinvaihtoa (tässä tutkimuksessa käytetty sanaa code-mixing) englannin ja mandariinikiinan välillä. Tutkimuksen tavoitteena oli analysoida, kuinka koodinvaihto palveli erilaisia sosiokulttuurisia tarkoituksia ja toimia. Luokan opettaja hyödynsi oppilaiden koodinvaihdon käyttöä seuraavanlaisiin tarkoituksiin ja toimiin: tehostaa oppilaiden kaksikielisyyttä ja kaksikielistä oppimista, arvioida ja parantaa opetuksen sisältöä, helpottaa kielellistä siirtoa, kasvattaa kodin ja USA:n kulttuurien ymmärtämystä ja edistää oppilaiden monikulttuurisuuden ymmärtämystä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli analysoida, kuinka koodinvaihto palvelee erilaisia sosiokulttuurisia tarkoituksia ja toimia. Identifioidakseen koodinvaihdon, tutkija ensin paikallisti, milloin vaihto tapahtuu, ja sitten identifioida kommunikointien rajat. Tutkimuksen tuloksista selvisi, että koodinvaihto on tehokas tapa uusien käsitteiden opetuksessa eikä oppilaan toisen kielen vaikutus tai puhuminen haittaa ensimmäisen kielen kehitystä. Opettajan käyttämällä koodinvaihdolla ei myöskään ole haittavaikutuksia oppilaan käyttämiin kieliin. Koodinvaihto mahdollistaa opettajien ja oppilaiden oppimistehokkuutta. (Jiang, Y.B., Garcia, G.E., Willis, A.I. (2014))

Tässä luvussa tarkasteltiin koodinvaihdon vaikutusta oppilaan kommunikointitapoihin ja sitä kautta tehtävien ratkaisemiseen. Moschkovichin tekemässä tutkimuksessa tuli ilmi, että kaksikieliset oppilaat käyttävät koodinvaihtoa, eli käyttävät äidinkielen sanaa, sellaisissa tilanteissa, kun he eivät löydä toisesta kielestään vastaavaa sanaa. Tällöin oppilaan kielelliset valmiudet toisessa kielessä eivät ole niin vahvat ja hän hakee tukea äidinkielestään kokemuspohjaista tietoutta käyttäen. Norénin kirjoittamassa artikkelissa osoittautui opettajan rooli hyvin tärkeäksi kaksikielisten oppilaiden opetuksessa. Oppilaat tunsivat itsensä ymmärretyksi ja opetustilanne oli heille turvallisempi. Opettajan käyttämä koodinvaihto käsitteen selittämisessä loi oppilaille turvallisen ympäristön

opiskella matematiikkaa. Myös Jiang-Garcia-Willis:n tutkimustulokset tukevat tätä, he painottivat, että juuri koodinvaihto mahdollistaa oppilaiden oppimistehokkuutta.

4.3 Interferenssi

Interferenssi tarkoittaa kieliopin ja lauserakenteiden sekoittamista. Tällöin kaksikielinen käyttää äidinkieltään puhuessaan toisen kielen vaikutuksesta johtuen toisen kielen lauserakenteita tai taivuttaa sanoja toisen kielen kieliopin mukaan.

Smithin tekemässä tutkimuksessa tutkittiin, miten valtakieli (tässä tutkimuksessa Englanti) vaikuttaa vähemmistökieleen (Espanja). Tutkimukseen osallistui 56 latinoamerikkalaista latinoamerikkalaisesta yhteisöstä, joista 30 oli lapsia (7-13-vuotiaita) ja 26 aikuista. Tutkimustuloksissa oli yleisesti käsitelty, kuinka latinoamerikkalaiset sekoittavat espanjan ja Englannin kielen kieliopin ja lauserakenteet. Tutkimustulokset osoittivat, että kommunikointi tilanteet vaikuttavat lapsen kielenkäyttöön. Espanjankielinen lapsi, joka käyttää espanjaa kotona, mutta käyttää Englantia enemmän sekä kotona että kodin ulkopuolella, jolloin on myös vähemmän tekemisissä toisten espanjan kielisten kanssa, pystyy pitämään espanjan lauseet puhtaana Englannin morfeemeista (esim. etu- ja takaliitteet), mutta ei Englannin kieliopista. Kun taas espanjankielinen lapsi, joka käyttää pääsääntöisesti espanjaa kotonaan, vaikkakin käyttää Englantia suurimmaksi osaksi kodin ulkopuolella mutta kommunikoi myös enemmän espanjaksi kodin ulkopuolella, kykenee puhumaan espanjaa pääsääntöisesti puhtaasti (ei kieliopillista vaikutusta), mutta morfeemien käyttö on suurempaa. (Smith Daniel J. 2004, s.104–108)

Judit Moschkovichin (2005) artikkelin ensimmäisessä tutkimuksessa esitettiin, kuinka matematiikan käsitteen puuttuminen voi aiheuttaa ongelmia tehtävien tekemisessä, vangiten oppilaan ajatuksen tehtävän yhteen sanaan. Tutkimus oli tehty 6-8 luokkalaisille espanjan ja Englannin kielisille oppilaille matematiikan kesäkurssilla. Luokassa oli kaksikielinen (Espanja-Englanti) ja yksikielinen (Englanti) opettaja. Oppilaat työskentelivät 4 oppilaan pienryhmissä, ja kaikki ryhmän sisällä ja opettajan kanssa käydyt keskustelut videokuvattiin. Oppilailla oli tehtävänä ratkaista seuraavat tehtävät:

- 1) *Etsi kaikki suorakulmiot, joiden pinta-ala on 36, ja kirjoita mitat ylös.*
- 2) *Laske jokaiselle suorakulmiolle ympärysmitta.*
- 3) *Kuvaile kaavan avulla mittojen ja ympärysmittojen suhteita.*

Tehtävä aiheutti vaikeuksia oppilaille sanan suorakulmion espanjan kielisen vastineen hahmottamisessa. Oppilailla oli monia ehdotuksia sanalle esimerkiksi ángulo (kulma), triángulo (kolmio), rángulos ja rangulos. Myöhemmin Englanninkielinen opettaja kyseli luokan edessä monia kysymyksiä. Tästä kyseisestä ryhmästä yksi oppilas yritti vastata kysymykseen mittojen ja ympärysmittojen suhteista. Hänelle tuotti vaikeuksia löytää oikeita käsitteitä selittäessään, hän elehti ja käyttäen näitä luomiaan sanoja, yritti kuvailla vastausta tehtävään. Tällaisen keskustelupöydän sanastollisesta perspektiivistä analysointi kohdistuu oppilaan virheelliseen yritykseen käyttää oikean sanan "rectangle" sijasta sanaa "rángulo". Kohdistaminen virheellisen sanan käyttöön ei anna oikeutta oppilaan oikealle vastaukselle. Hän ymmärsi asian aivan oikein ja osasi

selittää myös mittojen suhteet. Matematiikan sanaston puuttuminen tuottaa vaikeuksia laskemisessa vieden ajatukset vain tähän yhteen sanaan ja oppilas tulee hyvin epävarmaksi, vaikkakin tämä ei näytä oppilaan osaamistasoa. Oppilas voi osata asian todella hyvin, mutta kielellinen vaillinaisuus vie hänen itseluottamuksen tehtävän ratkaisua selittäessään. (Moschkovich 2002, 200–203)

Interferenssi on kielellisesti hyvin vaikea huomata, mutta sen ilmeneminen aiheuttaa ongelmia kommunikoinnissa. Kun oppilas joutuu turvautumaan interferenssiin, hän on epävarma tehtävää ratkaistessaan. Moschkovichin tutkimustuloksissa näkyi, oppilaan epävarmuus, kun hän alkoi käyttämään eleitä ratkaisunsa turvaksi. Tästä elehtimisen käyttämisestä kommunikoinnin välineenä kerron seuraavassa luvussa.

4.4 Kommunikaation ei-kielelliset muodot, eleet

Kommunikointi on yleensä sanallista, kirjoitettua tai symbolista kieltä, mutta se voi olla myös visuaalista kieltä kuten elehtimistä tai osoittamista sanallisten, kirjoitettujen tai symbolisten kielten ymmärtämyksen tukemiseen. Tällöin oppilaan matemaattinen esitys ei ole rajattu sanastoon, hän voi käyttää visuaalista kommunikointia, kuten kuvien piirtämistä ja elehtimistä. Lausahdukset, kuten ”kyllä”, ”ei” ja ”oi”, ja eleet, kuten nyökkääminen ja muodon piirtäminen kädellä, ovat tapoja osoittaa tietämystään matematiikassa. Eleitä ja piirrettyjä kuvia tai kaavioita voi kuuliija vain nähdä. Piirtoele tarkoittaa sitä, että oppilas ja/tai opettaja selittäessään esimerkiksi diagrammia, vetää sormellaan pitkin viivaa tukeakseen kertomustaan. Jos oppilas ja/tai opettaja käyttää toistuvasti käsiään ilmaistakseen esimerkiksi kaltevuutta, tästä voi tulla tapa, joka taas voi johtaa kuuliijan asiayhteyden väärin ymmärrykseen. (Ng 2015, 307–311)

Tutkimuksia eleiden yhteydestä tiedon ja ymmärtämyksen tuottamisessa on tehty vielä vähän. Tämä tutkimus eleistä muodostaa vaihtoehdon muille tutkimuksille, korostaen olemassa olevien oppimisresurssien lisäksi eleitä. Tällöin tutkimus on assosioitunut kaksikielisen oppilaan matematiikan oppimisen kehittämisarviointiin sikäli, kun molempia sekä oppimisprosessia että oppimisen kehittämisen päämäärää tietoihin perustuvan opetuksen kautta käytetään. Dominguezin (2005) mukaan tällainen tutkimus tarjoaa ainakin kolme hyötyä kaksikielisten oppilaiden matematiikan koulutukseen. Nämä ovat vaihtoehtopainotteinen teoreettinen katsantokanta, prosessipainotteinen arviointi oppia vastakkain tulos-odotteiseen oppimisenarviointiin ja kaksikielisen oppilaan kehityksen indikaattori matemaattiseen tietoisuuttaan. Eleet kertovat opettajalle oppilaan suhteesta matematiikan tietouteen. (Dominguez 2005, 270–272)

Edellisissä luvussa kerroin Judit Moschkovichin (2002) esimerkeistä, joissa oppilas joutui turvautumaan myös eleisiin, kun häneltä puuttui käsitteen espanjankielinen vastine, suorakulmio ja funktion kulun muutoksen käsite. Kaksikielisten matemaattinen keskustelu osoitti, että vaikka oppilaalta puuttui tietty käsite, sana äidinkielestään, niin sellaisessa tilanteessa eleet ja osoitukset voivat olla kommunikoinnin resurssieja. Näillä esimerkeillä osoitettiin, kuinka oppilas käyttää elehtimistä ja osoittamista kokemuspohjaisesti puuttuvan matematiikan sanan kohdalla, ja tällöin hän osoittaa ymmärtävänsä asian. Näiden tutkimusten perusteella voidaan sanoa, ettei sanaston puuttumisella voida osoittaa kaksikielisten oppilaiden vajavaisuutta matemaattisessa taitotasossa. (Moschkovich 2002, 200–205)

Tutkimusartikkelissaan Dominguez (2005) kertoo kuinka eleet tukevat taitojen kommunikointia ja ymmärtämyksen kehitystä. Hän on taulukoinut erilaiset ei-verbaaliset käytöstöiminnot, kuvaukset näistä ja esimerkit (taulukko 2) (Dominguez 2005, 272–27)

Toiminnot	Kuvaukset	Esimerkki
Toisto	Toistaa verbaalista viestiä	Oppilas sanoo; ”Nouse pois tuolistani” ja osoittaa toista tuolia
Kieltäminen	Kieltää verbaalisen viestin	Ennen testiä oppilas sanoo, ”en jännitä yhtään” täristen
Korvaava	Ei-kielellinen viesti korvaa verbaalisen viestin	Halaus on usein kiintymyksen verbaalisen viestin korvaava muoto
Täydentävä	Komentoi tarkemmin verbaalista viestiä	Oppilas valitsee suoraselkäisen asennon keskustellessaan professorin kanssa
Painottava	Painottava osa verbaalisessa viestissä	Käsien ja pään liikkeet lisäävät verbaalisen ilmaisun korostusta
Säätelevä	Säätelee verbaalista viestiä	Katsekontakti ja pään nyökytykset säätelevät keskusteluvuoron ottamista

Taulukko 2: Ei-verbaalisen käytöksen toiminnot (Dominguez 2005, 275)

Dominguezin (2005) tutkimus tehtiin toisen asteen kaksikielisille (espanja-englanti) oppilaille. Haastattelun yhteydessä heille annettiin sanallisia tehtäviä ja heitä pyydettiin ratkaisemaan tehtävät suullisesti. Tehtävissä oli kaksi yhteenlasku ja kaksi vähennyslasku tehtävää. Kaikki tehtävät oli tehty tuttuun asiayhteyteen, fantasiamaailmaan ja lasten vapaa-aikatoimintaan, ja numeroiden suuruus oli katsottu oppilaille sopiviksi koulutus pohjaan nähden. Oppilaat selittivät matemaattista ajatteluaan sekä verbaalisesti ja eleillä. Kun oppilas näytti turhautuneisuutta ratkaistessaan tehtävää, tutkijat keskeyttivät laskutoimituksen lukemalla tehtävän uudelleen ja ehdottivat oppilasta miettimään vaihtoehtoista strategiaa tai käyttämään erilaista mallintamisen materiaalia. Tämä tehtiin sen takia, että tutkimuksen päämääränä oli dokumentoida oppilaiden matemaattisen ajattelutavan kommunikointi muotoja, ei heidän turhautuneisuutta. Jokaisen ratkaisijan ajatusten ilmaisut ja elehdinnät merkittiin ja analysoitiin. Melkein kaikki tutkimukseen osallistuvista oppilaista kommunikoivat sekä

verbaalisesti että elehtien matemaattisen perustelujen julkituomiseksi ratkaistessaan tehtävää. Tutkimustuloksissa tuli esille kaksi keskeistä asiaa. Puhuminen ja elehtiminen tukevat oppilaan matemaattisten taitojen esiintuomista kommunikoinnilla ja oppilaan matemaattisen ymmärtämisen kehitystä. (Dominguez 2005, 276–280)

Otan esimerkiksi yhden tehtävän, joka oli aseteltu tällä tavalla:

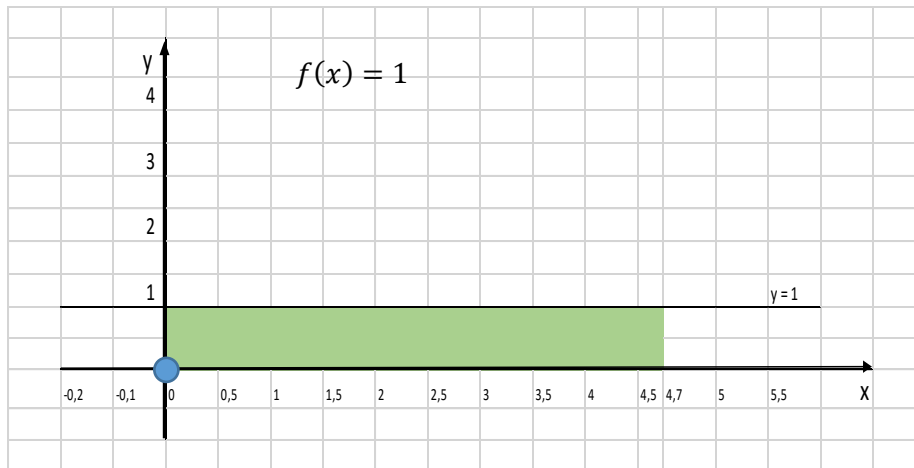
*Olet ystäväsi kanssa linnassa. Linnassa on torni, johon menee rappuset ihan ylös asti.
Päätitte mennä ylös, mutta olit siellä ensimmäisenä.
Laskit askelmat ja tiedät niitä olevan 45.
Kun olet ylhäällä, soitat ystäväillesi kysyäksesi, kaukanako hän on.
Ystäväsi vastaa: Olen askelmalla 29.
Kuinka monta askelmaa minun pitää vielä ottaa? Mitä vastaat ystäväillesi?*

Tämän tehtävän ratkaisija osoitti, sanoja ja eleitä hyväksikäyttäen, tärkeän ongelmaratkaisijan taidon joustavuudesta harkita vähennyslaskun ja yhteenlaskun käytöstä. Tutkija antoi hänelle alussa neuvon laskea takaisin 45:sta ja kysyi mihin suuntaan on portaikossa tällöin menossa. Oppilas nosti kynän ylös ja sanoi ylhäältä alas liikuttaen kynää alaspäin. Nyt tutkija kysyi, entäpä jos laskisit 29:stä 45:een, mihin silloin olet menossa. Tällöin oppilas nosti kynän ylös ja vastasi: ”menossa ylös”. Näin kysyessään tutkija auttoi oppilasta ymmärtämään kummankin vaihtoehdon ja oppilas pystyi käyttämään molempia laskutoimituksia ratkaistessaan tehtävää. Toinen oppilas osoitti vuorotellen jokaista ympyrää, jotka esittivät tehtävässä mainittuja keksejä, laskiessaan keksien määrää. Oppilaat käyttivät eleitä säännöstellen omaa kognitiivista toimintaa tai selittääkseen enemmänkin itselleen asioita kuin toisille. Tutkimuksessa käytetyt tehtävät oli suunniteltu tarkoituksenmukaisesti sellaisiksi, että oppilas joutui laskemaan käyttäen jotain muutakin tapaa, kuin päässälaskua. (Dominguez 2005, 276–280)

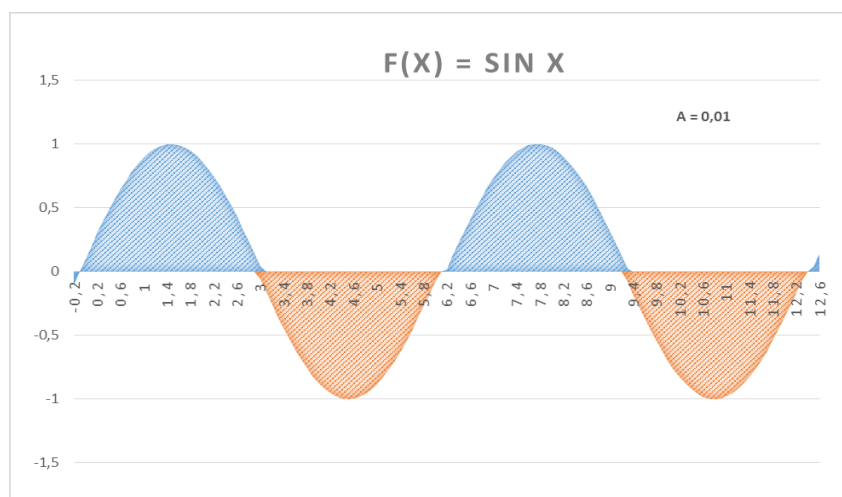
Kommunikointi voi olla sanottujen sanojen lisäksi piirtämistä, kirjoittamista, algebrallisia symboleja ja visuaalista, kuten eleet. Oi-Lam Ng (2015) kuvailee tutkimusartikkelissaan, että oppilaan matemaattinen esitys ei ole sanastoon rajattua, vaan oppilas voi käyttää visuaalista kommunikointia, kuten kuvien piirtämistä, osoittamista ja elehtimistä. Nämä ovat myös kommunikointitapoja, jotka osoittavat tietämystä matematiikkaan. Eleitä, osoittamisia ja piirrettyjä kuvia voi vain nähdä, kun on paikan päällä tai etäyhteyksissä tietokoneen kautta. Jos oppilas käyttää toistuvasti käsiään ilmaistakseen kaltevuutta ja verratakseen erilaisia kaltevuuksia, hän käyttää silloin eleitä rutiininomaisesti etsiäkseen sanoja eleilleen. Piirtoele tarkoittaa sitä, että oppilas tai opettaja selittäessään, esimerkiksi kuvaajaa, vetää sormellaan kuvaajaa pitkin. Epäjohdonmukaisuus sanojen, eleiden ja piirrosten käytössä voi aiheuttaa epätietoisuutta kuulijassa ja luoda väärinymmärtämystä kuulijalle tai näkijälle. (Ng 2016, 309–310)

Ng:n tekemä tutkimus oli osa suurempaa tutkimusprojektia, jonka tavoitteena oli tutkia kaksikielisen oppilaan kommunikaation malleja kosketusnäytön, dynaamisen laskennan ympäristössä. Tutkimukseen osallistuvilla oppilailla täytyi olla kokemusta työskennellä DGE:llä. Tutkimukseen osallistuminen oli täysin vapaaehtoista ja se tehtiin vapaa-ajalla oppilaiden omassa luokahuoneessa. Paikan valintaan oli syynä mahdollisimman vähäinen ympäristö vaikutus tutkimukseen. Tutkimukseen osallistui 17–18 vuotiaita, ranska-englanti, kaksikielisiä Kanadalaisia opiskelijoita. Tehtäväksi oli valittu integroiminen. Oppilaat olivat saaneet perusopetuksen integroinnista ja he olivat oppineet merkinnän $\int f(x)dx = F(x) + C$, missä $f(x) = F'(x)$. Tehtävätyypin valintaan

oli syynä se, että oppilaan pitäisi itse huomata muutos $A(x) = \int_a^x f(t)dt$ tulkitsemalla ”käyrän alla olevan pinta-alan” muutos geometrisesti tietämättä rinnastettavista symboleista. Esimerkkinä otan, kuinka kaksi oppilasta, Mario ja Sam, ratkaisivat alla olevaa kaaviokuvatehtävää. Sam huomaa kaaviokuvasta, että x :llä on kaksi arvoa, osoittaa kuvasta nämä arvot ja toteaa kuvan esittävän pinta-alaa. Tehtävää tehdessä vain Sam käyttää kosketusnäyttöä. Hän yrittää löytää ratkaisun, kuinka eri pisteet vaikuttavat funktioon ja pinta-alan arvoihin, osoittamalla kosketusnäyttöä ja vetämällä kuvassa olevaa kuvassa olevaa sinistä (artikkelissa vihreä) pistettä muuttaakseen x :n arvoa.



Kuva 1: Jatkuvan funktion alla oleva pinta-ala (Ng 2015, 313)



Kuva 2: sin-funktion piirtämä pinta-ala x-akselin suhteen (Ng 2015, 313)

Yllä olevassa esimerkissä oppilaat näkivät sin-funktion tekemän käyrän ja kaksi eriväristä osaa x-akselin ylä- ja alapuolella. Oppilaat tekivät tehtäviä ohjeiden mukaan ja joutuivat käyttämään työkalua veto, ”dragging” tehtävän edetessä. Seuratessaan oppilaita tutkija huomasi oppilaiden osoittelevan näyttöä hyvin usein tehdessään tehtävää. Keskustelun, eleiden ja vetämisen avulla oppilaat todistivat integraalin ja pinta-alan yhteneväisyyttä arvossapidetyillä matemaattisilla esitysharjoituksilla, kuten tarkasteluilla ja otaksumilla. Kun oppilaat otaksuivat kahden kuvaajan suhdetta, heidän matemaattinen esitys kehittyi sekä geometrisillä ja algebrallisilla käsitteillä. Esimerkiksi yksi oppilaista asetti sormensa ja kämmenensä yhteen ja veti näin suoran ilmaan lausahti, ”Tämä on itseasiassa kuvaajan, funktion derivoimista”. Tällainen eleillä

funktioiden muotojen matkiminen paljasti opiskelijoiden ymmärtämisen derivaatan geometrisyydestä, että "suora" oli paraabelin derivaatan "graafinen juttu". Tutkimus osoitti, kuinka oppilaat kehittyivät koko ajan enemmän funktioiden, derivaatan ja geometrisen esittämisen kommunikoinnissa. He käyttivät paljon eleitä tulkitakseen ajatuksiaan parilleen. Tutkimus sai esiin myös hiljaisista ja syrjään vetäytyvistä oppilaista erilaisia puolia. Nämä oppilaat osallistuivat aktiivisesti matemaattisen keskustelun kehittämiseen Eleet ja vedot mahdollistivat yksilön kaksikielisyden keskittyvän kommunikoinnin muihin mahdollisuuksiin kuin vain verbaaliseen kieleen. (Ng 2016, 314–324)

Kaksikielisen oppilaan ei-verbaalisen kommunikoinnin tutkimusten tuloksista voi yhteenvetona sanoa että sanaston puuttumisella ja ei-verbaalisen kommunikoinnin käytöllä tämän sijaan ei voida osoittaa oppilaan vaillinaista osaamista.

5. Yhteenveto ja pohdintaa

Tutkimuksissa tuli esille, että kaksikielisten oppilaiden asema kouluissa on muuttunut radikaalisti viimeisten vuosikymmenien aikana. Muutoksen myötä opetusmateriaalien ja kirjallisuuden määrä on kasvanut. Kuitenkaan kaksikieliset oppilaat eivät ole samassa asemassa matematiikan opetuksessa kuin yksikieliset oppilaat. Vaikka opetus annettaisiin äidinkielellä, niin opetusmateriaaleista on puutetta. Olen huomionnut tämän puutteen viimeisen vuosikymmenen aikana saamenkielisessä opetuksessa Norjassa. Alaluokilla opetusmateriaalia on ihan hyvin jokaisessa aineessa, mutta yläluokilla ja lukiossa matematiikan opetusmateriaali puuttuu tai käännökset kirjoista ovat huonoja. Kirjat on käännetty suoraan norjakiielestä eikä niissä ole otettu huomioon kielten lauserakenteiden ja käännösten oikeellisuutta. Käännösten oikeellisuuden varmistaminen tuli myös esille tutkimusta tehdessäni. Tutkijat käyttivät tätä menetelmää tehtäviä laatiessaan, jotta saisivat parhaan mahdollisen tutkimustuloksen. Sisällöllisen epätarkkuuden vallitessa matematiikan opetusmateriaaleissa aiheuttaa ongelmia sekä opetuksessa että oppimisessa ja matematiikan ymmärtämisessä. On tärkeää, että oikea informaatio siirtyy lukijalle.

Tämän kirjallisuuskatsauksen otsikoksi olin valinnut kaksikielisten oppilaiden kielellisten valmiuksien vaikutukset matematiikan tehtävien ratkaisemisessa. Tämä tarkoittaa sitä, että ratkaistessaan tehtävää valitsemillaan kommunikaatitavoilla, hän kykenee suorittamaan tehtävän oikein, vaikka hänellä ei ole tarvittavaa kielitaitoa äidinkielellään tähän. Tutkimusartikkeleista suurin osa käsitteli kielenvaihtoa ja sen vaikutusta oppilaan kommunikointikielen ja sitä kautta tehtävien ratkaisemiseen. Oppilaan kommunikointikielen valintaan vaikutti sosiaaliset tilanteet ja ympäristö. Myös tehtävänanto kielellä oli vaikutusta valintaan. Olen työssäni huomannut saman suuntauksen. Oppilaat puhuvat minun kanssa mieluummin saamea kuin norjaa, koska kommunikointi kanssani saameksi on ymmärrettävämpää kuin norjaksi. Keskenään oppilaat kommunikoivat joko saameksi tai norjaksi riippuen keskustelukumppanista. Oppilaille on helpompi kommunikoida matematiikasta norjaksi, koska opetusmateriaali on sillä kielellä.

Tutkimuksissa käsiteltiin myös muita kommunikointitapoja. Koodinvaihto tapahtuu sellaisissa tilanteissa, kun oppilaalla ei ole äidinkielessään tarvittavaa käsitettä, mutta toisessa kielessä on. Oppilaat käyttivät myös interferenssiä ja ei-kielellisiä kommunikointitapoja. Tuloksista tuli esille, että vaikkakin tämä osoitti äidinkielen vaillinaisuutta, ei se vaikuttanut tehtävien ratkaisematta jättämiseen vaan auttoi oppilasta löytämään keinon selittää tehtävä ymmärrettävästi.

Tutkimusartikkeleissa pohdittiin myös opetuskielen merkitystä matematiikan opetuksessa. Tutkimuksissa päädyttiin siihen, että opetuskielellä ei ole väliä matematiikan oppimiseen. Opettajan tai oppilaan käyttämien kommunikointitapojen avulla pystytään luomaan sellainen oppimisympäristö, että kaksikielisellä oppilaalla on mahdollisuus oppia matematiikkaa ymmärrettävästi. Opetuksessa käytettävät kommunikointitavat tukevat ja kannustavat myös oppilaita käyttämään niitä oppimisstrategioina. Eleet tukevat kommunikointia ja matematiikan ymmärtämyksen kehitystä. Oppilas joutuu ajattelemaan enemmän tehtävän sisältöä ja miettimään kuinka annettujen tietojen pohjalta voi ratkaista tehtävän. Kun oppilas ratkaisee suullisesti matematiikan tehtäviä käyttäen näitä kommunikointitapoja, hän pystyy selostamaan selkeämmin ja laajemmin ratkaisuaan. Oppilaan kielellisillä valmiuksilla ei ole vaikutusta

matematiikan tehtävien ratkaisemisessa. Kaksikielisen oppilaan voi toisen kielen ja eleiden avulla täyttää äidinkielessään olevat puutteelliset valmiudet.

Kaksikielisiä oppilaita opettaessani olen huomannut, kuinka he käyttävät näitä samoja kommunikaatiotapoja, mitä kirjallisuuskatsauksessani on käsitelty. Oppilaat käyttävät usein koodinvaihtoa matematiikan tunnilla, kun käsite ei ole heille tuttu saamenkielellä. Myös eleiden käyttö on yleistä tehtäviä ratkottaessa. Käytän opetuksessa usein arkipäivän tilanteita esimerkkinä, joka luo oppilaille helpomman tavan käsitellä uusia ja outoja asioita. Eva Norénin kirjoittamassa artikkelissa kerrotaan viimeisimmistä tutkimuksista, jotka osoittavat, että vähemmistöön kuuluvat oppilaat, joilla on erilainen kielellinen ja kulttuurinen tausta valtaväestöön nähden, saivat huonompia tuloksia matematiikassa kuin valtaväestöön kuuluvat oppilaat. (Norén 2008, 31) Näiden tutkimustulosten pohjalta voisi tehdä lisätutkimuksia eritoten saamenkielisen matematiikan osalta. Tällöin voisi tutkia Suomen, Norjan ja Ruotsin saamelaisten matematiikan opettamista, oppimista ja ymmärtämistä suhteessa saamenkieleen ja valtakieleen.

6. Lähdeluettelo

1. Alrø, H., Skovsmose, O., Valero, P. (2005). Culture, diversity and conflict in landscapes of mathematics learning. *CERME 4 Congress, Sant Feliu de Guixols, Spain, 17.-21.2.2005. European Research in Mathematics Education IV. Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, s. 1141-1152. ISBN 84-611-3282-3.
2. Bernardo, A.B.I. (2005). Language and Modelling Word Problems in Mathematics Among Bilinguals. *The Journal of Psychology*, 139:5, 413-425
3. Bernado, A. B.I., Calleja, M. O. (2005): The Effects of Stating problems in Bilingual Students' First and Second Languages on Solving Mathematical Word Problems. *The Journal of Genetic Psychology*, 166(1), s.117-128
4. Bilson, S., Yoshida, H., Tran, C.D., Woods, E.A., Hills, T.T. (2014): Semantic facilitation in bilinguals first language acquisition
5. Dominguez, H. (2005). Bilingual Students' Articulation and Gesticulation of Mathematical Knowledge During Problem Solving. *Bilingual Research Journal*, 2:29, s.269-293
6. Dominguez, H. (2010). Using what matters to students in bilingual mathematics problem. *Educational Studies in Mathematics*, 76, s.305-328
7. Farrugia, M. T. (2013). Moving from informal to formal mathematical language in Maltese classrooms. *International Journal of bilingual Education and Bilingualism*, 16, s.570-588
8. Hassinen, S. (2004). Simultaaniin kaksikielisytyen kasvaminen. *Virittäjä*, 2/2004, s.241–262
9. Jiang, Y. B., Garcia, G. E., Willis, A. I.(2014): Code-Mixing as a Bilingual Instructional Strategy. *Bilingual Research Journal*, 37:3, s.311-326
10. Jones, D.V. (1997). Bilingual mathematics: development and practise in Wales. *The Curriculum Journal*, 8:3, 393-410
11. Joutsenlahti, J., Kulju, P. (2015): *Kielentäminen matematiikan ja äidinkielen opetuksen kehittämisessä*
12. Moschkovich, J. (2002). A Situated and Sociocultural Perspective on Bilingual Mathematics Learners. *Mathematical Thinking and Learning*, 4:2-3, 189-212
13. Moschkovich, J. (2005). Using two languages when learning mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 64, s.121-144
14. Ng, O. (2015). The interplay between language, gestures, dragging and diagrams in bilingual learners' mathematical communications. *Educational Studies of Mathematics*, 91, s.307-326
15. Norén E. (2008). Bilingual students' mother tongue: A resource for teaching and learning mathematics. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 13:4, s.29-50
16. Planas, N. (2014). One speaker, two languages: Learning opportunities in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 87, s.51-66
17. Planas, N., Setati, M. (2009). Bilingual students using their Languages in the Learning of mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, 21:3, s.36-59
18. Ríordáin, M.N., O'Donoghue, J. (2009). The relationship between performance on mathematical word problem and language proficiency for students learning through the medium of Irish. *Educational Studies in Mathematics*, 71, s.43-64
19. Setati, M., Adler, J. (2000). Between Languages and Discourses: Language Practices in Primary Multilingual Mathematics Classrooms in South Africa. *Educational Studies in Mathematics*, 43, s.243-269

20. Smith, D.J. (2004). Spanish/English Bilingual children in the southeastern USA: Convergence and Codeswitching. *Bilingual Review/La Revista Bilingüe*, 28:2, s.99-108
21. Øzerk, K.Z. (1998): Vygotskij I tvåspråkighetsforskningen. Bråten, I: Vygotskij och pedagogiken, 7, s.137-163