

Kehollisuus matematiikan käsitteenmuodostuksessa

Teksti: Martina Aaltonen (Vadim Kulkovin kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta)

Mitä kognitiivisia perusteita tunnetaan sille, miten ihminen ylipäätään oppii asioita, käsitteitä ja erityisesti matematiikkaa? Miten kognitiivisia teorioita voidaan hyödyntää matematiikan opetuksessa?

Tiedon rakentuminen aiemman tiedon varaan

Kognitiotieteessä hyväksytään yleisesti kaksi oppimiseen liittyvää peruseriaatetta. Ensimmäisen periaatteen mukaan uuden asian oppiminen onnistuu paremmin, jos asian pystyy ankkuroimaan jo olemassa olevaan tietoon. Esimerkiksi shakkimestarit pystyvät muutamassa sekunnissa painamaan mieleensä näkemänsä shakkiasetelman. Shakkinnappuloiden sijaintien muistiin painaminen onnistuu tällä tavalla kuitenkin vain, jos nappulat sijaitsevat shakkilaudalla pelille tyypillisellä tavalla. Toisen periaatteen mukaan uuden asian oppiminen onnistuu sitä paremmin, mitä enemmän uudelle tiedolle on pohjaa, johon se voi kiinnittyä.

Matematiikan opetuksessa nämä periaatteet näkyvät luonnollisella tavalla esimerkiksi siinä, että uutta asiaa lähestytään oppilaiden kokemusmaailmasta käsin. Esimerkiksi paraabelin opettamisen yhteydessä mainitaan melkein aina kiven lentorata, joka on opiskelijoille entuudestaan tuttu käsite.

Keholliset metaforat käsitteenmuodostuksessa

Kognitiotieteessä tehtyjen havaintojen perusteella ihmisen kehon, aivojen ja jokapäiväisen toiminnan luonne ohjaa ihmisen käsitteenmuodostusta ja päättelyä.

Miten ihminen muodostaa käsityksen esimerkiksi shakkipelin sotilaasta? Shakkinnappulasta saa tietoa esimerkiksi katsomalla sitä, koskemalla sitä, naputtelemalla sitä sekä yhdistämällä eri aistihavainnot teoreettiseen tietoon shakista. Ihmisen käsitys shakkipelin sotilaasta muodostuu yhdistämällä kaikki siihen liittyvät kokemukset ja tiedot. Suuri osa ihmisen ajattelusta on kuitenkin alitajuista. Tästä syystä käsitteenmuodostus- ja ajatteluprosesseihin ei ole aina mahdollista päästä käsiksi suoraan, edes itsetutkiskelun kautta.

Ihminen muodostaa itselleen käsityksen abstraktista käsitteestä yleensä konkreettisten termien kautta käyttäen hyödyksi ideoita ja päättelyketjuja, jotka ankkuroituvat aivojen sensorimotoriseen järjestelmään. Mekanismia, jolla abstrakti käsite ymmärretään konkreettisen kautta, kutsutaan kognitiotieteessä *käsitteelliseksi metaforaksi*.

Lakoff ja Johnson käsittelevät kirjassaan *Metaphors we live by* metaforia tiedonsiirtomekanismeina, joita ihmiset käyttävät yrittäessään ymmärtää ympäristöään. He yhdistävät kirjassa monia kielessä yleisesti käytettyjä käsitteitä ihmisen fyysisiin kokemuksiin maailmasta. He esimerkiksi tekevät huomion, jonka mukaan käsitteet ylhäällä ja alhaalla liitetään kielessä hyvin universaalisti tiettyihin tunnetiloihin ja käytösmalleihin. Suomen kielellä voidaan esimerkiksi sanoa, että ihminen on yhteiskunnan pohjalla, alakuloinen tai aivan maassa, toisaalta uransa huipulla, taivaissa tai onnensa kukkuloilla. Lakoffin ja Johnsonin selitysmallin mukaan tämä liittyy keholliseen kokemukseen siitä, missä asennoissa ihmiset tyypillisesti ovat eri tilanteissa ja tunnetiloissa. Hyvinvoivan ihmisen näkee usein ylhäällä ja seisaaltaan. Huonovointisuus puolestaan vie ihmisen usein alemmas istumaan tai makaamaan.

Käsitteelliset metaforat matematiikassa

Miten matemaattiset ideat syntyvät? Perustuvatko lopulta myös matematiikan abstraktit käsitteet ja loogiset päättelyketjut ihmisen kehollisiin kokemuksiin maailmasta? Tätä Lakoff on tutkinut toisen tutkijan Núñezin kanssa, jonka kanssa hän on kirjoittanut kirjan *Where Mathematics Comes From – How the embodied mind brings Mathematics into being*.

Lakoff ja Núñez havaitsivat, että käsitteenmuodostuksen yleiset periaatteet näyttävät pätevän suuressa määrin myös matematiikan käsitteisiin. Esimerkiksi luonnollisten lukujen aritmetiikka voidaan ymmärtää kokoelmiin ja keräämiseen liittyvällä metaforalla. Lukusuora, nolla ja negatiiviset luvut puolestaan tulevat ymmärrettäviksi metaforalla eteen- ja taaksepäin suuntautuvasta liikkeestä (suoralla).

Käsitteellisten metaforien hyödyntäminen matematiikan opetuksessa

Miten kognitiotieteen teorioita voidaan hyödyntää matematiikan opetuksessa? Käsitteellisten metaforien äärellä voidaan saada konkreettista tuntumaa sille, miksi tietyt matematiikan säännöt ovat voimassa.

Matemaattisten ideoiden kognitiivisen rakenteen ja käsitteellisten metaforien pohjalta voidaan suunnitella kehollisia harjoituksia ja konkreettisia havainnollistamisvälineitä matematiikan käsitteiden ymmärtämisen lisäämiseksi. Esimerkiksi lukusuora voidaan muodostaa koulun käytävälle ja vastakkaisiin suuntiin otettavien askelten avulla saada tuntuma kokonaisluvuihin sekä niiden suhteesta yhteen- ja vähennyslaskuun.

Lähteet ja lisälukemisto:

George Lakoff ja Mark Johnson, *Metaphors We Live By*, University of Chicago Press, 1980

George Lakoff ja Rafael E. Núñez, *Where Mathematics Comes From*, Basic Books, 2000