



JÖNKÖPING UNIVERSITY

*School of Education and  
Communication*

# Gester - ett verktyg i matematikundervisning

En litteraturstudie

**KURS:** *Självständigt arbete för grundlärare F-3, 15 hp*

**PROGRAM:** *Grundlärarprogrammet med inriktning mot arbete i förskoleklass och grundskolans årskurs 1-3*

**FÖRFATTARE:** *Madeleine Andersson & Ellen Klingberg*

**EXAMINATOR:** *Annica Otterborg*

**TERMIN:** *VT19*

## SAMMANFATTNING

---

Madeleine Andersson & Ellen Klingberg

### **Gester - ett verktyg i matematikundervisning**

En litteraturstudie

### **Gestures - a tool in teaching mathematics**

A literature study

Antal sidor: 23

---

Litteraturstudiens syfte är att genom didaktisk forskning beskriva gesters roll för matematiklärande. För att besvara syftet har två frågeställningar tagits fram: På vilka sätt kan gester användas i matematikundervisning? Hur kan gester hjälpa elever att utveckla förståelse för matematik?

Litteraturstudien är genomförd med hjälp av en litteraturanlys av tio vetenskapliga artiklar som sällats fram i en systematisk databassökning.

Studierna visar att gester används på olika sätt i klassrummet. Resultatet tyder på att elever tar till sig kunskap oavsett om instruktioner med gester sker av lärare i ett klassrum, är videoinspelade eller förmedlas med avatarer. Flera av studierna förespråkar att använda gester vid inläring men att urskilja olika gester och använda dem medvetet.

Slutsatsen är att använda gester kan vara fördelaktigt vid lärande. Gester garanterar dock inte lärande utan behöver sättas i ett sammanhang där det kompletterar talet.

---

Sökord: gester, icke-verbal kommunikation, matematik, kroppslig inläring

---

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>BAKGRUND</b>	<b>3</b>
3.1	Gester	3
3.1.1	Gester i undervisning	3
3.2	Styrdokument	4
<b>4</b>	<b>METOD</b>	<b>5</b>
4.1	Informationssökning	5
4.2	Inklusions- och exklusionskriterier	8
4.3	Materialanalys	8
4.4	Metoddiskussion	8
<b>5</b>	<b>RESULTAT</b>	<b>11</b>
5.1	På vilka sätt kan gester användas i matematikundervisning?	11
5.2	Hur kan gester hjälpa elever att utveckla förståelse för matematik?	14
<b>6</b>	<b>RESULTATDISKUSSION</b>	<b>17</b>
6.1	På vilka sätt kan gester användas i matematikundervisning?	17
6.2	Hur kan gester hjälpa elever att utveckla förståelse för matematik?	19
6.3	Fortsatta studier	21
<b>7</b>	<b>REFERENSLISTA</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>BILAGA</b>	

# 1 Inledning

Innan barn säger sina första ord använder de sitt kroppsspråk för att kommunicera (Acredolo & Goodwyn, 1988, s. 451). Att kommunicera är något som är medfött och används på ett eller annat sätt genom hela livet (Kommunikation, u.å.) En av de arenor som barn stöter på tidigt i livet och där de förväntas ta emot information och kommunicera är skolan. Undervisning är emellertid inte en envägskommunikation från lärare till elev, utan en interaktion mellan elev och lärare samt mellan elev och elev (Lillejord, Manger & Nordahl, 2013, s. 54). Kommunikationen som sker är verbal (muntlig) men likväl icke-verbal (kroppsspråk; *ibid.*). Både genom att kommunicera med varandra och med läraren utvecklar eleverna kunskap (*ibid.*, s. 183). I matematikundervisning används kroppsspråk och framförallt gester som förstärkning eller förtydligande när någon talar för att göra det abstrakta i matematik konkret och fördjupa elevers förståelse (Novack, Congdon, Hemani-Lopez & Goldin-Meadow, 2014, s. 909). Det finns studier som pekar på att ungefär var tionde sekund används icke-verbal kommunikation som stöd till lärarens verbala instruktioner i matematikundervisning, varav gester är den vanligaste (Flevaris & Perry, 2001, s. 342). Vi vill därför undersöka på vilket sätt gester kan vara ett verktyg för lärande i matematikundervisning. Vi vill också undersöka hur gester kan ge elever möjlighet att skapa förståelse för matematik.

## 2 Syfte och frågeställningar

Syftet med denna studie är att genom didaktisk forskning analysera gesters roll för matematiklärande. Detta syfte vill vi uppfylla genom att besvara följande frågor:

- På vilka sätt kan gester användas i matematikundervisningen?
- Hur kan gester hjälpa elever att utveckla förståelse för matematik?

## 3 Bakgrund

I detta kapitel beskrivs begreppet gester samt de nuvarande styrdokumentens förhållningssätt till gester.

### 3.1 Gester

Gester är rörelser som representerar objekt eller handlingar. En gest är en rörelse som utförs med kroppen utan att göra en direkt påverkan på omvärlden (Novack, Congdon, Hemani-Lopez & Goldin-Meadow, 2014, s. 903). Ett exempel är en roterande gest som föreställer att locket på en burk skruvas av. Rörelsen skapar en inre bild hos betraktaren som kan se burken framför sig utan att den är där. Gesten medför dock *inte* att locket faktiskt rör på sig. Enbart ett fysiskt roterande har den påverkan på burken (Goldin-Meadow, 2018, s. 164).

Gester uttrycks av talare i alla språk vid kommunikation. Generellt sett är gester ett komplement till den muntliga kommunikationen och avslöjar mer information (Cook, 2011, s. 554). Gester lyfts fram som handrörelser som ökar ordens värde och gör budskapet tydligare och mer övertygande (Backlund, 2006, s. 89). Handrörelser används för att exempelvis uttrycka ilska, glädje, skam, sorg, när vi påstår eller frågar något. Oavsett vilket språk som talas så är gester ett register vi människor delar tillsammans (ibid.). De tre vanligaste typerna av gester som används är: *beskrivande*, *signalerande* och *ledsagande*. Beskrivande gester är rörelser som används för att visa på ett objekts storlek, form eller antal av något. Signalerande gester är rörelser som signalerar ett budskap, som att räkka upp handen, peka eller vinka. Ledsgande gester är rörelser som spontant följer rytmen och tempot i talet naturligt och följer kommunikationsprocessen istället för att i sig själv vara meningsbärande (Backlund, 2006, s. 90).

#### 3.1.1 Gester i undervisning

Matematik är abstrakt och förknippas inte i första hand med kroppslig inläring. Det kan vara svårt att förstå och applicera det abstrakta i matematik till det verkliga livet (Cook, 2011, s. 553). Gester kan ses som ett naturligt verktyg i undervisning för både lärare och elever (Goldin-Meadow, 2018, s. 165). Det används för att representera och manipulera matematiska begrepp. Gester kan vid lärande av matematik fungera som ett steg i

övergången från konkret handling till abstrakt förståelse (ibid., s. 164), vilket underlättar elevernas förmåga att generalisera (ibid., 2018, s. 165).

I undervisning ses gester som en icke-verbal uttrycksform vid sidan av bilder, symboler och konkreta material (Flevaris & Perry, 2001, s. 330). En aspekt av att kommunicera matematik är att kunna växla mellan olika uttrycksformer. Genom att kommunicera med olika uttrycksformer utvecklar eleverna begreppsförståelse samt sin förmåga att generalisera, analysera och dra slutsatser (Skolverket, 2017, s. 10).

Att lära genom kroppen kallas för kroppsligt förankrad inläring (engelska: embodied cognition). Flera av de analyserade studierna utgår från den teorin. Enligt teorin baseras matematisk kunskap på idén att mänskliga kognitiva och språkliga processer är förankrade i människans kroppsliga och fysiska interaktioner med dess omgivning (Alibali & Nathan, 2012, s. 248).

### 3.2 Styrdokument

Styrdokumentet (Skolverket, 2018) tar inte upp gester som en central del i matematikundervisning. Däremot beskrivs matematik som ett kommunikativt ämne och det framgår att kommunikation återkommer i läroplanen som en avgörande roll i förståelse av ämnets innehåll (Skolverket, 2018). Att kommunicera i matematik innebär att utbyta information med andra om matematiska idéer och tankar med hjälp av olika uttrycksformer (Skolverket, 2017, s. 9). Eftersom uttrycksformer kan vara både verbala och icke-verbala lämnar styrdokumentet utrymme för att tolka vilka uttrycksformer som menas. Exempelvis kan man tolka in att gester är en del av dessa uttrycksformer och därigenom kan de ses som ett sätt att kommunicera och förstå matematik.

## 4 Metod

I detta kapitel beskrivs vilka databaser och sökord som använts vid informationssökningen samt tillvägagångssättet vid dataanalysen. Avslutningsvis diskuteras sökprocessen.

### 4.1 Informationssökning

För att hitta material till litteraturöversikten valdes några databaser ut. Dessa databaser var ERIC, PsycINFO, MathEduc, Google Scholar och Primo. ERIC är en databas som ger tillgång till litteratur inom pedagogik, PsycINFO håller sig också till pedagogik med inriktning mot psykologi och MathEduc fokuserar på forskning inom matematikdidaktik. Google Scholar och Primo publicerar artiklar, rapporter samt litteratur från internationella och nationella forskare.

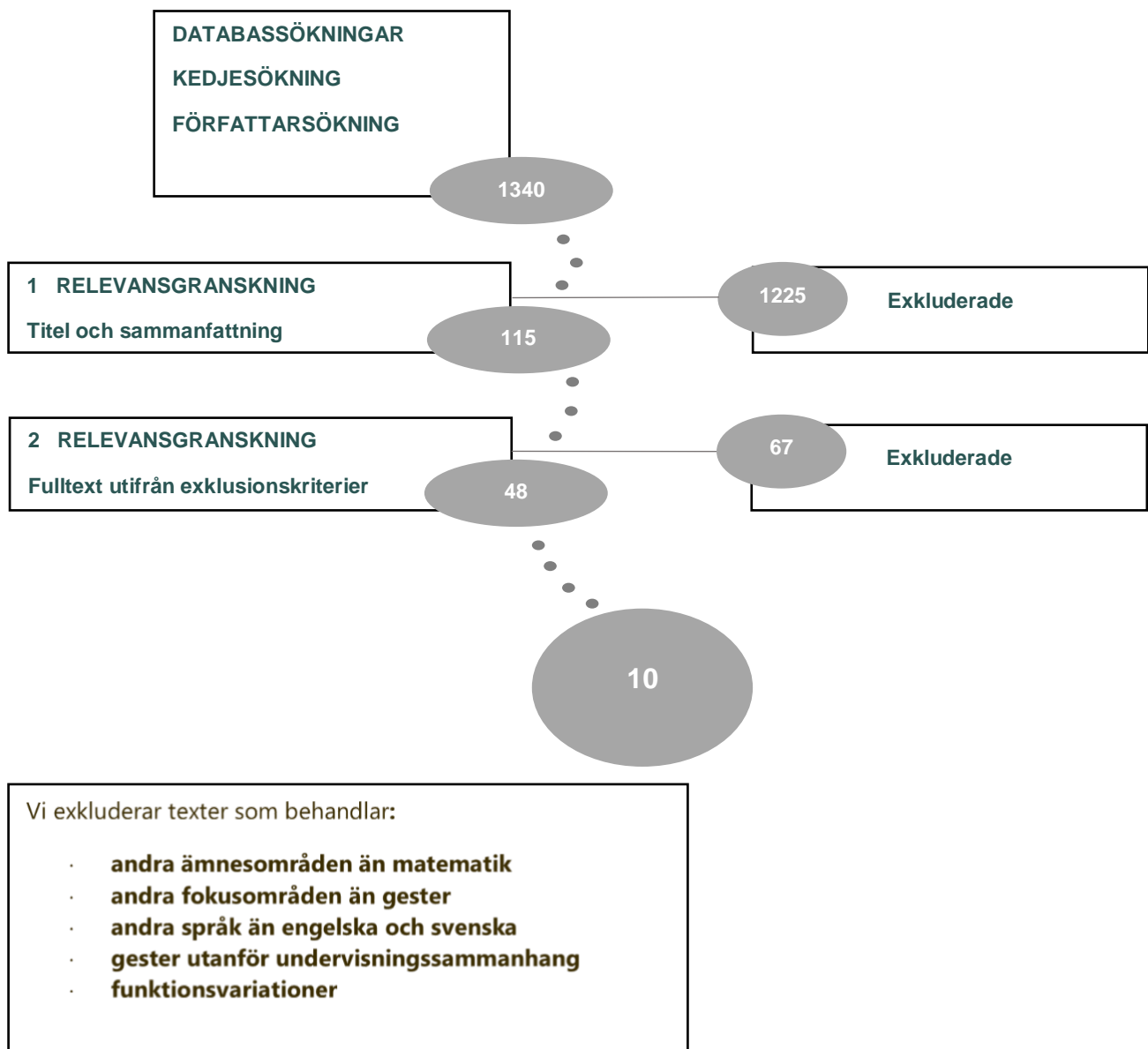
Följande sökord användes: *math\**, *gestur\**, "*hand gestur\**", "*nonverbal communication*", "*nonverbal learning*", *mathematics*, "*classroom communication*", "*nonverbal communication*", *mathematics*, *gestures*. Sökorden kombinerades och bands ihop med OR och AND för att öka respektive minska sökträffarna och finna artiklar som var intressanta för litteraturstudien. Sökorden kombinerades på följande sätt: (DE "*Nonverbal communication*" OR DE "*Nonverbal learning*") AND DE *Mathematics*, DE *Mathematics* AND (DE "*Classroom Communication*" OR DE "*Nonverbal communication*"), DE *Mathematics* AND *Gestures*, *Math\** AND *Gestur\**, DE *Math\** AND *Gestur\**, DE *Math\** AND *Hand gestur\**.

Dessutom har författarsökning och kedjesökning använts som sökmetoder. Följande författare återkom i de publikationer som hittades och var relevanta: Alibali, Cook och Goldin-Meadow. Därför genomfördes författarsökningar genom ResearchGate och Google Scholar. Kedjesökningar utfördes med hjälp av referenslistor via publikationerna *Consolidation and Transfer of Learning After Observing Hand Gesture* (Cook, Duffy & Fenn, 2013) och *Children Learn When Their Teacher's Gestures and Speech Differ* (Singer & Goldin-Meadow, 2005) och relevanta texter hittades i sin tur i högskolebibliotekets söktjänst Primo.

Den första sökningen resulterade i totalt 1340 vetenskapliga publikationer. Därefter gjordes ett urval genom att de olika publikationerna testades mot några urvalskriterier (se



inklusions- och exklusionskriterier, avsnitt 4.2). Sökprocessen tillsammans med urvalsprocessen illustreras i figur 1. Urvalsprocessen med kriterierna (se avsnitt 4.2) ledde fram till tio vetenskapliga publikationer. Dessa arbeten finns listade i tabell 1. Analysen som denna litteraturöversikt baseras på omfattar därmed enbart de arbeten som finns listade i tabell 1. I steg ett gjordes en grovsällning utifrån artiklarnas titlar och abstrakt. Studier som bedömdes kunna vara relevanta togs fram i fulltext. I steg två granskades fulltextartiklarna med avseende på relevans. Studier som bedömdes vara relevanta inkluderades i den systematiska litteratursammanställningen och gick vidare till kvalitetsgranskning. Studier som i detta steg inte bedömdes relevanta exkluderades utifrån exklusionskriterierna (se avsnitt 4.2).



*Figur 1. Flödesschema som visar antal inkluderade/exkluderade artiklar.*

**Tabell 1.** Tabellen visar de vetenskapliga publikationer som litteraturstudien baseras på.

<b>Författare</b>	<b>År</b>	<b>Publikationstyp</b>	<b>Titel</b>
<b>Byrd, McNeil, D'Mello &amp; Cook</b>	2014	Tidskriftsartikel	Gesturing May Not Always Make Learning Last.
<b>Congdon, Novack, Brooks, Hemani-Lopez, O'Keefe &amp; Goldin-Meadow</b>	2017	Tidskriftsartikel	Better together: Simultaneous presentation of speech and gesture in math instruction supports generalization and retention.
<b>Cook, Duffy &amp; Fenn</b>	2013	Tidskriftsartikel	Consolidation and Transfer of Learning After Observing Hand Gesture.
<b>Cook, Friedman, Duggan, Cui &amp; Popescu</b>	2017	Tidskriftsartikel	Hand Gesture and Mathematics Learning: Lessons From an Avatar.
<b>Edwards</b>	2009	Tidskriftsartikel	Gestures and Conceptual Integration in Mathematical Talk.
<b>Flevaras &amp; Perry</b>	2001	Tidskriftsartikel	How Many Do You See? The Use of Non-spoken Representations in First-Grade Mathematics Lessons.
<b>Goldin-Meadow, Cook &amp; Mitchell</b>	2009	Tidskriftsartikel	Gesturing Gives Children New Ideas About Math.
<b>Kim, Roth &amp; Thom</b>	2011	Tidskriftsartikel	Children's Gestures and the Embodied Knowledge of Geometry.
<b>Novack, Congdon, Hemani-Lopez &amp; Goldin-Meadow</b>	2014	Tidskriftsartikel	From Action to Abstraction: Using the Hands to Learn Math.
<b>Singer &amp; Goldin-Meadow</b>	2005	Tidskriftsartikel	Children Learn When Their Teacher's Gestures and Speech Differ.

## 4.2 Inklusions- och exklusionskriterier

För att välja ut relevant forskning till litteraturstudien valdes olika inklusionskriterier. Ett övergripande kriterium var att det skulle vara vetenskapliga publikationer, vilket innebär att de ska redovisa ett resultat och vara granskade innan de publiceras. I de söktjänster där *peer reviewed* eller *scholarly article* fanns som möjliga val användes det för att säkerställa att artiklarna var vetenskapligt granskade. De publikationer som var relevanta inkluderades på grund av att de innehöll *både* matematik och gester. Antalet publikationer begränsades genom att exkludera utifrån på förhand bestämda kriterier. Publikationer exkluderas om de behandlade andra ämnesområden än matematik, andra fokusområden än gester, andra språk än engelska och svenska, gester utanför undervisningssammanhang och funktionsvariationer.

## 4.3 Materialanalys

Artiklarna analyserades i flera steg för att skapa en fördjupad förståelse av ämnet och artiklarnas innehåll. Under tiden fördes anteckningar och viktiga delar i artiklarna markerades. I analysen upptäckte vi att artiklarna kunde kategoriseras på olika sätt, dels utifrån hur gester definierades, dels utifrån hur gester användes, dels utifrån om fokus var på lärande eller undervisningsperspektiv, dels utifrån vilket matematiskt innehåll som behövdes, och dels utifrån hur gester ansågs utveckla den matematiska förståelsen. Samtidigt skrevs en översiktstabell där artiklarna sammanfattades utifrån dessa kategorier (bilaga 1). Översiktstabellen, anteckningarna och det som markerades i texterna var till hjälp för ett fortsatt grundligt och strukturerat arbete. Fortsättningsvis strukturerades materialet genom att frågeställningarna tilldelades varsin färg. Färgerna användes i analysarbetet för att jämföra undersökningsmaterialet samt lyfta fram likheter och skillnader mellan kategorierna från de olika källorna. Allt sammanställdes till sist i ett dokument där texten strukturerades utifrån de frågeställningar som skulle besvaras eller om det tillhörde resultat eller diskussion.

## 4.4 Metoddiskussion

Sökningen utfördes i flera olika databaser vilket vi utgår ifrån har bidragit till att ett antal relevanta artiklar har kunnat identifieras. Materialet i litteraturstudien hittades till största

del i söktjänsterna ERIC och PsycINFO. Söktjänsterna är inriktade mot pedagogik och gav också flest relevanta publikationer för arbetet. Google Scholar och Primo användes i mindre utsträckning eftersom de är databaser som är svårare att begränsa så att sökresultaten enbart behandlade vetenskapligt granskade publikationer. Ytterligare sökningar utfördes i söktjänsten MathEduc. Sökresultatet därifrån var inte relevant för studien, och en orsak kan vara att fel sökord användes. Möjligen har inte sökningen utförts korrekt, vilket kan innebära att relevanta publikationer ofrivilligt exkluderats men samma sökprocedur som beskrivits tidigare användes för alla databaserna. För att få så hög träffnoggrannhet som möjligt i sökproceduren prövades sökord och söksträngen fram tills de ansågs ge ett tillräckligt brett resultat för att prövas genom urvalsprocessen. För att utöka sökningen ytterligare och hitta de författare som är framstående inom ämnet användes kedjesökningar med hjälp av referenslistor samt författarsökningar. Kedjesökningar genomfördes genom att leta i referenslistor på våra sökträffar. Genom kedjesökningar fann vi framstående författare inom ämnet och det genomfördes författarsökningar på följande författare; Alibali, Cook och Goldin-Meadow.

En utmaning i litteratursökningen var att hitta och både utöka och begränsa ämnesord för att få ett tillräckligt antal relevanta artiklar, samtidigt som träffarna inte fick bli för många. Ytterligare en utmaning var att hitta artiklar med olika författare.

I de texter som till slut inkluderades i arbetet fanns det tillgång till artiklar som skrivits 2001–2017 och en del av författarna förekom i flera texter. Det kan ses som en tillgång i arbetet att forskningen är relativt ny och de författare som återkom har haft olika fokus i sina studier, vilket innebär att det finns en bredd inom ämnet. De studier som har analyserats har alla genomförts i Nordamerika och till största del i USA, vilket kan ses som en svaghet. Under sökningen blev det tydligt för oss att gester i matematiken inte är ett lika väl etablerat forskningsområde i hela världen vilket alltså avspeglas i sökresultatet.

Våra tidigare erfarenheter av gesters användning i matematiken är begränsad och därför har de artiklar vi har kommit i kontakt med varit av stor betydelse för vår uppfattning av ämnet. Vi kan därför inte bortse ifrån att det skulle kunna påverka informationssökningen. De flesta ställer sig positiva till gester i undervisning och endast ett fåtal av artiklarna diskuterar emot inlärning med kroppen. Därigenom finns en risk att vår syn på ämnet också påverkat litteraturstudiens resultat.

De kategorier som användes vid materialanalysen hjälpte till att strukturera upp och besvara frågeställningarna. Understrykning och anteckningar med olika färger underlättade kategoriseringen och gjorde det tydligt att hitta de olika delarna i texterna. Kategorierna var till en början breda och gav möjlighet till att samla in artiklarnas studier grundligt. De fick sedan omarbetas när vi insåg att vi behövde konkretisera och begränsa all information för att den skulle besvara våra frågeställningar. Kategorierna omarbetades och det slutade i att varje frågeställning fick en färg och utifrån det grupperades alla resultat vi funnit i artiklarna. Sammanställningen (se bilaga) underlättade sedan det fortsatta arbetet.

## 5 Resultat

I kapitlet presenteras det material som har analyserats. Kapitlet har som avsikt att svara på arbetets syfte och frågeställningar. Inledningsvis presenteras de analyserade studiernas utgångspunkt. Därefter behandlas gester som används i matematikundervisning. Avslutningsvis presenteras hur gester kan hjälpa elever utveckla förståelse för matematik.

Materialet som har analyserats utgår ifrån matematikundervisning och gester. Det har gjorts studier (Cook, Friedman, Duggan, Cui & Popescu, 2017; Singer & Goldin-Meadow, 2005) som undersöker om det spelar någon roll om strategier för ekvationslösning presenteras muntligt eller i gester eller både muntligt och gester. Andra studier (Congdon, 2017; Novack et al., 2014) utgår från forskning som har fokuserat på hur gester kan integreras i instruktioner för att förbättra lärande. Edwards (2009) undersöker hur gester används i kommunicerandet av matematik i lärandesituationer, vilket även Kim, Roth och Thom (2011) gör i sin studie om kroppens roll i kunskapen om och lärandet av matematik. Flera studier har gjorts för att undersöka hur gester påverkar elevers matematikinläring över tid (Byrd, McNeil, D’Mello & Cook, 2014; Congdon et al., 2017; Cook et al., 2013; Flevares & Perry, 2001).

### 5.1 På vilka sätt kan gester användas i matematikundervisning?

Congdon et al. (2017, s. 70), Cook et al. (2017, s. 527), Flevares och Perry (2001, s. 343) och Novack et al. (2014, s. 906) har sett i sina studier att gester kan förbättra elevers lärande i matematikundervisning. Congdon et al. (2017, s. 65) beskriver i sin studie att gester är handrörelser som används tillsammans med den muntliga kommunikationen för att förmedla budskap. De lyfter gesters förmåga att synkronisera med det muntliga vilket tillåter lärare att förmedla två separata, men kompletterande, budskap på samma gång (Congdon et al., 2017, s. 70). Vanligast förekommande i matematikundervisning är gester som används för att representera ett objekt, peka på något specifikt eller demonstrera en fysisk rörelse (Congdon et al., 2017, s. 65). I studien (Congdon et al., 2017 s. 68) används pekande gester för att förtydliga information och beskriva en strategi för ekvationslösning. Pekande gester använder Novack et al. (2014, s. 906) i sin studie och poängterar att det är

användbart. I studien används tre olika typer av handrörelser vid undervisning av strategier för ekvationslösning: *fysiska rörelser* (engelska: actions), *konkreta gester* och *abstrakta gester* (Novack et al., 2014, s. 906). Fysiska rörelser innebar att eleverna fysiskt plockade upp, grupperade och flyttade runt magnetiska siffror i en ekvation. Konkreta gester innebar att de härmade de fysiska rörelserna med de magnetiska siffrorna, men utan att fysiskt röra dem. Abstrakta gester innebar istället pekande gester som visar talens förflyttningar (Novack et al., 2014 s. 906). Alla tre handrörelser ledde till någon form av lärande fast i olika grad. Fysiska rörelser ledde till en ytlig förståelse för matematiska begrepp medan båda gestyperna ledde till ett djupare och flexibelt lärande, varav främst abstrakta gester verkade främja elevers generaliseringsförmåga (Novack et al., 2014 s. 908). Ytterligare en studie (Cook et al., 2017, s. 522) bekräftar att den vanligaste förekommande gesten är en pekande gest som används på samma sätt som tidigare nämnda studier (Congdon et al., 2017; Novack et al., 2014) för att förstärka lektionsinnehållet (Cook et al., 2017, s. 522). Dessutom ger Cook et al. (2017, s. 522) exempel på en gest med båda händerna som föreställer en balansvåg för att symbolisera balansen mellan en ekvations båda sidor och används för att främja förståelse för likhet.

Singer och Goldin-Meadow (2005, s. 85) konstaterar att lärande sker som bäst när gester uttrycker något som *inte* beskrivs muntligt, så kallat mismatching. Till exempel om en lärare muntligt förklarar en strategi för ekvationslösning samtidigt som hen uttrycker en annan strategi i gester (Singer & Goldin-Meadow, 2005, s. 87). Gester som inte ger samma information som det muntliga, utan kompletterar det, är värdefulla för eleverna genom att de ger ytterligare ett sätt att närma sig innehållet, hävdar Singer och Goldin-Meadow (2005, s. 88).

En annan aspekt av gesters användning i matematikundervisning är gester som en uttrycksform. Flevares & Perry (2001, s. 343) beskriver att gester används i undervisningen som en icke-verbal uttrycksform likt bild, objekt och skrift. Deras studie som pågått under tre års tid visar att gester är den vanligast förekommande icke-verbala uttrycksformen i undervisningen (Flevares & Perry, 2001, s. 343). Ur resultatet framgår att gester används för att komplettera och göra det muntliga lättare att förstå (Flevares & Perry, 2001, s. 342) och samma slutsats kommer även Congdon et al. (2017, s. 70) fram till.

Flevares och Perry (2001, s. 330) påstår att lärare förmedlar kritisk information genom icke-verbala uttrycksformer i förklaringar av matematiska begrepp. Deras resultat visar att

icke-verbala uttrycksformer används av lärare vid bemötande av elevers missuppfattningar. Till exempel blev lärarnas icke-verbala agerande ofta mer specifikt och fokuserat, medan det lärare uttryckte muntligt ibland bara upprepade samma sak, vilket tyder på att icke-verbala uttrycksformer i högre utsträckning bidrog till att utveckla förståelse av begreppet (Flevaris & Perry, 2001, s. 343). För att få tillgång till all information som presenteras i matematikundervisning behöver därför elever ta del av både det visuella och det muntliga som uttrycks, påstår Flevaris och Perry (2001, s. 330). Både Flevaris och Perry (2001, s. 343) och Cook et al. (2013, s. 1867) kommer fram till att lärande kan förbättras genom att gester används i undervisningen. Cook et al. (2013, s. 1867) lyfter att en orsak kan vara att gester helt enkelt kan fånga elevernas uppmärksamhet i en distraherande miljö för att det är ett dynamiskt och visuellt uttryck. De påpekar dock att det inte kan fungera som den enda förklaringen till gesters betydelse (Cook et al., 2013, s. 1868).

Gester i undervisning kan förbättra lärande även när det presenteras via en inspelad instruktion, visar en studie av Cook et al. (2013, s. 1869). Deras slutsats är att handgester inte bara förbättrar förståelse i stunden utan påverkar även hur kunskap befasts över tid (Cook et al., 2013, s.1869). Cook et al. (2017, s. 524) utvecklar detta ytterligare (från Cook et al., 2013) genom att använda en avatar istället för en inspelad lärare. På så vis kan Cook et al. (2017, s. 528) skilja gester från lärarens övriga kroppsspråk (mimik, kroppshållning o.d.). Avatarens gester var utformade utifrån lärares användning av gester i tidigare lektioner om ekvationslösning. Till exempel används gesten med båda händerna som föreställer en balansvåg. Cook et al. (2017) kan med avatar-studien bekräfta det som Cook et al. (2013) tidigare sett - att gester kan bidra till ett ökat lärande. Studien av Cook et al. (2017, s. 528) har gjorts i en högt kontrollerad miljö där muntliga instruktioner och mimik varit konstanta faktorer och gester varit den enda varierande faktorn (Cook et al., 2017, s. 528) Studien med avataren (Cook et al., 2017) tillsammans med tidigare forskning, både med lärare i ett klassrum (Singer & Goldin-Meadow, 2005) och videoinspelat (Cook et al., 2013), visar tydliga indikationer på att gester i sig kan underlätta lärande.



## 5.2 Hur kan gester hjälpa elever att utveckla förståelse för matematik?

Det är väl etablerat att motoriska representationer är särskilt effektiva för att skapa varaktig kunskap (Cook et al., 2013, s. 1867). Congdon et al. (2017, s.73) framhäver gester som ett betydelsefullt verktyg i elevers lärande av matematik och lyfter fram att det kan bero på att det är rörelser som görs med kroppen. De problematiserar att det inte finns tillräckligt starka bevis för att kroppsrörelse i sig självt främjar djupare lärande, generaliseringsförmåga och befastande av kunskap. För att det ska ske antyder studien att gester och tal behöver presenteras samtidigt (Congdon et al., 2017, s.73). Cook et al. (2017, s. 528) anser likt Congdon et al. (2017, s. 73) att gester kan hjälpa elever att bättre förstå verbala instruktioner. Cook et al. (2013, s. 1868) framhåller likväl att gester klargör eller förser information som främjar begreppsförståelse och ändrar kunskapen som eleverna tillgodogör sig vid instruktioner i undervisning.

Cook et al. (2017, s. 524) poängterar ytterligare en viktig faktor i hur gester kan hjälpa elever att utveckla förståelse för matematik och påpekar att eleverna lättare kan generalisera kunskapen. Deras studie visar på att elever som fick instruktioner med gester lättare kunde använda kunskapen i fler sammanhang. Congdon et al. (2017, s. 72) understryker att gester och det muntliga presenterade tillsammans i instruktioner i matematik främjar generaliseringsförmåga och hjälper till att befästa kunskap. Elever som fick instruktioner där gester samspelar med det muntliga visade på djupare förståelse, en bättre förmåga att behålla kunskap och generalisera den i andra matematiska sammanhang, i jämförelse med elever som gavs instruktioner genom gester och muntligt i följd eller inga gester alls (Congdon et al., 2017, s.73).

Utöver att gester kan underlätta förståelse för matematik genom att det är en rörelse med kroppen (Congdon et al., 2017) och komplement till det muntliga (Cook et al., 2017), framhåller Cook et al. (2013, s. 1867) att gester inte bara underlättar för förståelse i stunden utan påverkar också hur kunskap förbättrades över tid. I Cook et al. (2013, s. 1866) studie instruerades elever via en videoinspelad lektion om ekvationslösning där lärare uttryckte sig enbart verbalt eller både verbalt och med gester. Elever som enbart blev instruerade via det muntliga förbättrade inte sin prestation över tid. Det jämförs med elever som observerade gester som samspelade med det muntliga, vilka presterade bättre vid första testet samt förbättrade sin prestation över tid (Cook et al., 2013, s. 1867). De visade också

en starkare förmåga att överföra tillämpningen på andra problem enligt studiens resultat (Cook et al., 2013, s. 1867). Resultatet tyder på att gester förbättrar lärandet av abstrakta begrepp och påverkar hur kunskapen befäster lärandet över tid, hävdar Cook et al. (2013, s. 1867).

I kontrast till tidigare nämnda studier antyder resultatet från en studie av Byrd et al. (2014, s. 1987) att gester inte alltid är gynnsamt vid instruktioner i matematikundervisning. Byrd et al. (2014, s. 1982) studerade huruvida eleverna lär genom att härma specifika gester och ögonrörelser från en lärare vid instruktioner av strategier för ekvationslösningar. En grupp elever fick ta del av en video av en lärare som enbart uttryckte sig verbalt. Den andra gruppen fick ta del av en video av en lärare som använde samma fras verbalt i samspel med gester. Den sista gruppen fick ta del av en video av en lärare som använde samma fras verbalt men visade hur eleverna skulle röra sina ögon över ekvationen (Byrd et al., 2014, s. 1983). Tvärt emot deras hypotes behöll elever i gest-gruppen mindre av den kunskap som de hade erhållit under instruktionen jämfört med elever i de andra grupperna (Byrd et al., 2014, s. 1985). Byrd et al. (2014, s. 1986) konstaterar att deras resultat visar att det kan finnas begränsningar med gester. Samtidigt tyder resultatet på att ögonrörelser fram och tillbaka över ekvationen associeras med inläring, alltså att elever som producerar fler ögonrörelser medan de löser en ekvation generellt löser fler problem korrekt, enligt Byrd et al. (2014, s. 1986). De påpekar att resultatet kan bero på att elever kan vara ovana och obekväma med att observera och ta efter någon som inte är fysiskt närvarande i klassrummet (Byrd et al., 2014, s. 1986).

Är det bara lärares gester som kan ha betydelse för elevers utveckling av förståelse för matematik eller kan elevers egna gester vara av betydelse? Edwards (2009), Goldin-Meadow, Cook och Mitchell (2009) och Kim et al. (2011) framhäver att elever kan lära matematik med hjälp av kroppen. En skillnad mellan studierna är att elevernas gester har sin utgångspunkt i olika matematiska områden: geometri (Kim et al., 2011), bråk (Edwards, 2011) samt ekvationslösning (Goldin-Meadow et al., 2009). Kim et al. (2011) studie visar att elever kan lära sig matematik genom kroppen och lyfter betydelsen av elevers gester i förhållande till utveckling av begrepps-förståelse (Kim et al., 2011, s. 216). Ur studiens resultat framgår det att elever använder gester utan tal när de utforskar, processar och uttrycker egna tankar och idéer (Kim et al., 2011, s. 234). Vidare visar studien att drygt 40 % av elevers gester inom matematik med fokusområdet geometri, inte var riktade till andra utan tyder på att gester är en del av elevers tänkande, menar Kim et

al. (2011, s. 217) De ger exempel på en elev som använder sig av handgester i ett moment i undervisningen om geometriska figurer. Eleven gör en gest som uttrycker ett rullande objekt. Eleven vänder sig bort från läraren och koncentrerar sig på sitt eget tänkande kring de aktuella objekten (Kim et al., 2011, s. 217). Det bevisar inte att eleven har en klar förståelse för de geometriska figurerna, däremot framhäver författarna att det kan vara ett sätt för eleven att utforska och bearbeta begrepp och nå en djupare förståelse (Kim et al., 2011, s. 219). Edwards (2009, s. 139) observerar i sin studie att rörelser med armar och händer som är nära sammankopplat med talet hjälper elever att bygga förståelse för matematiska begrepp. I likhet med Kim et al. (2011, s. 217) lyfter Edwards (2009, s. 139) betydelsen av elevers tänkande med hjälp av gester. Därutöver betonar Edwards (2009, s.139) att lärare som tar del av elevers gester kan ta hjälp av dem för att skapa förståelse för elevers tänkande.

Ytterligare en aspekt av lärares roll i att lära genom kroppen undersöks av Goldin-Meadow et al. (2009, s. 271). De antyder att det är möjligt att elever kan ta till sig kunskap bara genom att lärare berättar *hur* de ska flytta sina händer vid ekvationslösning. Deras studie visade att elever som lärde sig korrekta gester för strategier vid ekvationslösning lärde sig mer än de elever som enbart behövde använda sig av delvis korrekta gester eller inga gester alls (Goldin-Meadow et al., 2009, s. 270). Resultatet var en följd av att elevers korrekta gester hjälpte dem att fokusera på de "rätta" talen, menar Goldin-Meadow et al. (2009, s. 270). Enligt Goldin-Meadow et al. (2009, s. 271) tyder resultatet på att kroppsrörelser kan både bearbeta gamla kunskapsföreställningar och skapa ny kunskap.

## 6 Resultatdiskussion

I kapitlet diskuteras litteraturstudiens resultat relaterat till studiens syfte och frågeställningar.

### 6.1 På vilka sätt kan gester användas i matematikundervisning?

Litteraturstudiens artiklar pekar på att användande av gester har en positiv påverkan på elevers lärande i matematik. Det skiljer sig hur studierna har utförts och ändå har de visat på liknande resultat. Detta styrker att gester har en påverkan, oavsett om det handlar om instruktioner av förprogrammerade avatarer (Cook et al., 2017), videoinspelningar (Cook et al., 2013) eller lärare i klassrum (Singer & Goldin-Meadow, 2005). I resultatet beskrivs hur gester kan användas i matematikundervisning: för att förtydliga information eller förstärka lektionsinnehåll (Congdon et al., 2017, s. 68; Novack et al., 2014, s. 906; Cook et al., 2017, s. 522); symbolisera samband (Cook et al., 2017, s. 522); representera objekt eller demonstrera ett agerande (Congdon et al., 2017, s. 65); eller som en uttrycksform som kompletterar det muntliga (Fleverages & Perry, 2001, s. 342). Det framgår inte vilken typ av gest (beskrivande, ledsagande eller signalerande) som är mest effektiv vid lärande däremot tyder det på att pekande gester är vanligast förekommande i matematikundervisning, enligt studier av Congdon et al. (2017, s. 68), Cook et al. (2017, s. 522) och Novack et al. (2014, s. 906).

Ur litteraturstudien framgår det att gester i matematikundervisningen oftast används i samspel med den muntliga kommunikationen för att komplettera med mer information och tydliggöra hela budskapet. Det innebär att gester sällan uttrycks ensamt. Samspelet mellan gester och det muntliga ger möjlighet att förmedla två separata men kompletterande budskap på samma gång (Congdon et al., 2017, s. 70). För att det ska bli effektivt och bidra till lärande hävdar Singer och Goldin-Meadow (2005, s. 87) att gester bör förmedla annan information utan att säga emot det muntliga - mismatching (det vill säga läraren säger en sak, men gestikulerar något annat). Det kan finnas en risk med mismatching om informationen som gester och det muntliga uttrycker säger emot varandra, istället för att komplettera varandra. Ytterligare en risk med att använda kompletterande gester i undervisningen är om informationen som uttrycks är överflödigt och inte bidrar till något nytt utan leder till att gester blir distraherande kroppsrörelser. Det kan riskera att förvirra

mer än vad det tillför och elever kan få svårt att urskilja vad som är det viktiga i informationen. Därför kan vi tycka att det är viktigt att i yrkesrollen som lärare vara medveten om den information som sänds ut genom gester. En medvetenhet möjliggör att som lärare kunna utforma undervisning och lyfta fram olika sätt där gester hjälper elever att närma sig den abstrakta matematiken.

Som tidigare nämnts konstaterar Novack et al. (2014, s. 907) i sin studie att rörelser med kroppen leder till lärande. Det gäller oavsett om det är med hjälp av fysiska rörelser, konkreta gester eller abstrakta gester. Det som skiljer de olika inlärningsstilarna åt är att *gester* bidrog till en djupare förståelse och att abstrakta gester gav elever förutsättningar att utveckla sin generaliseringsförmåga (Novack et al., 2014, s. 907). Studiens resultat kan bero på att elever som får instruktioner med abstrakta gester till sig i ett tidigt stadie får möjlighet att skapa egna inre bilder av strategier vid ekvationslösning. De elever som istället gör den fysiska förflyttningen av talen i en ekvation utför fortfarande en rörelse med kroppen, men till skillnad från elever med gester krävs inte skapandet av egna inre bilder på samma sätt. Novack et al. (2014, s. 909) styrker ett sådant resonemang och påpekar att gester är mer abstrakt än fysiska rörelser men fortfarande mer konkret än det muntliga. En problematik med resonemanget är att elever lär på olika sätt. En del elever kan behöva ta utgångspunkt i den konkreta rörelsen för att i sin tur nå det abstrakta tänkandet. Detta styrks av Goldin-Meadow (2018, s. 164) som bekräftar att gester kan vara en övergång från det konkreta till abstrakta tänkandet. Oavsett om elever lär genom fysiska rörelser eller gester bör ingen av dem uteslutas utan istället anpassas efter varje individ, då "undervisningen ska anpassas till varje elevs förutsättningar och behov" enligt styrdokumentet (Skolverket, 2018, s. 6).

Vidare skrivs det i kommentarmaterialet (Skolverket, 2017, s. 11) att elever ska få pröva sig fram med olika uttrycksformer och utgå från konkreta och elevnära situationer och vidare övergå till obekanta och abstrakta situationer. Enligt läroplanen ska eleven kunna använda konkret material, bilder, symboler och andra matematiska uttrycksformer vid matematikundervisning (Skolverket, 2018, s. 60). Begreppet matematiska uttrycksformer lämnar öppet för en tolkning att gester kan ses som en uttrycksform att beakta i matematikundervisningen. Likväl har det framgått ur litteraturstudiens resultat att gester ses som en uttrycksform. Elevers förmåga att använda olika uttrycksformer kan fördjupa elevernas förståelse för matematiska begrepp (Skolverket, 2017, s. 8). Därför kan gester

vara ett verktyg i att fördjupa elevernas kunskap. Utifrån litteraturstudiens resultat och styrdokument kan en slutsats dras att gester inte är att förnimma utan kan bidra till lärande.

Utifrån resultatet vet vi att gester är betydande för lärande men det går inte fastslå att det är avgörande. Det är inte bara samspelet mellan det muntliga och gester som kan fungera som verktyg i matematikundervisning. Likväl kan andra uttrycksformer (till exempel bilder, objekt och skrift) stötta och komplettera det muntliga utan gesters påverkan. Oavsett om det handlar om att olika uttrycksformer kompletterar varandra eller används var för sig för att förmedla information, krävs det att undervisningen är varierad och erbjuder flera möjligheter för eleverna att skapa förståelse för matematiken.

## 6.2 Hur kan gester hjälpa elever att utveckla förståelse för matematik?

Ett flertal artiklar antyder att det är fortsatt svårt att avgöra vad det är i gester som ger möjlighet till kunskapsinhämtning. Att lära med kroppen är gemensamt, och delvis en förklaring för hur gester utvecklar elevers förståelse. Studiernas resultat kan problematiseras kring huruvida gester faktiskt har en avgörande betydelse för lärande eller inte, samt om resultatet till största del beror på att forskarna utgår ifrån att eleverna lär med kroppen. Hade resultatet sett annorlunda ut om studierna hade tagit en mer neutral eller en annan utgångspunkt? Congdon et al. (2017, s. 73) resonerar om det är att det är just rörelse med kroppen som leder till att resultat visar på att gester är ett betydelsefullt verktyg i lärande. Kanske elever skulle kunna utveckla en djupare förståelse utan gesters påverkan genom att lärare muntligt skulle förklara mer utförligt vad de menar med vissa begrepp eller uttryck i sina förklaringar, menar Cook et al. (2013, s. 1868). Däremot lyfter studier (Congdon et al., 2017; Cook et al., 2013) fram att gester förbättrar lärande över tid i jämförelse med när kroppsspråket *inte* används i samspel med det muntliga. Alltså kan gester ge elever möjlighet att utveckla förståelse för matematik samt bevara kunskapen. Studier har även visat att gester har betydelse för elevers generaliseringsförmåga i matematik. Cook et al. (2017, s.524), Congdon et al. (2017, s. 72) och Novack et al. (2014, s. 908) har i sina studier sett att de elever som tagit del av gester skapat en djupare förståelse och kunnat generalisera kunskapen, vilket innebär att de kan använda kunskapen i andra sammanhang.

Vi kan se att vårt resultat i förlängningen antyder att samtidigt erfarande av muntlig och visuell information verkar minska arbetsminnets belastning och leda till fördjupat lärande. Det kanske är så att gester bidrar till förståelsen genom att den kognitiva belastningen minskar och resurser frigörs som kan ägnas åt lärande, menar Cook et al. (2017, s. 529). Ytterligare en anledning till att gester förbättrar lärande över tid skulle kunna vara att gester integrerar och processar med arbetsminnet under sömn, hävdar Cook et al. (2013, s. 1869). Det stöds även av studien av Cook, Yip och Goldin-Meadow (2012, s. 603) som visar att gester kan vara till hjälp för arbetsminnet. Intuitivt kan vi tänka att gester snarare skulle bidra till att öka den kognitiva belastningen för att en större del av hjärnan får bearbeta informationen. Eftersom hjärnan använder sig av en del till att tolka auditiv information och en del till att tolka visuell information, innebär det att den hanterar och bearbetar mer information än om enbart ett sinnesintryck tas emot. En förklaring skulle kunna vara att en annan del av hjärnan som hanterar alla sinnesintryck får tillgång till mer information och därmed kan en tydligare helhetsbild skapas. Det skulle kunna minska risken för otydlighet för att information saknas.

Utifrån studierna som använts i arbetet kan vi dra en slutsats att gester kan vara fördelaktiga i matematikundervisning. Däremot garanterar gester inte lärande, enligt Byrd et al. (2014, s. 1986). Flera av studierna visade resultat på att elever behöll kunskapen längre efter instruktioner med gester. Byrd et al. (2014) resultat visade istället att elever behöll mindre av den erhållna kunskapen, vilket går emot tidigare forskning. Det är oklart varför. Vad de kunde se var att gester tillsammans med ögonrörelser bidrog till ett bättre lärande. En förklaring kan vara att det är först när gester kombineras med en eller flera uttrycksformer som det sker ett fördjupat lärande. Kanske tidigare studier inte har tagit hänsyn till andra uttrycksformer än det verbala. Det behöver inte innebära att studierna är missvisande eftersom samtidigt erfarande av gester och det muntliga trots allt har visat resultat på lärande. Hade övriga studiers resultat sett annorlunda ut om fler uttrycksformer använts? Utifrån tidigare resonemang kring arbetsminnet kan det vara en fördel att använda fler uttrycksformer för att underlätta belastningen på arbetsminnet.

Det är inte enbart lärarnas användning av gester i undervisningen som studier visat är viktigt för att elever ska utveckla förståelse för matematik. Kim et al. (2011), Edwards (2011) och Goldin-Meadow (2009) har lyft fram elevers gester som ett sätt för elever att uttrycka tankar samt ett sätt för lärare att ta del av elevers kunskaper. Det kan ses som att det finns ytterligare anledningar till att ta hänsyn till gester i matematikundervisningen.

Elever skapar förståelse med hjälp av sina kroppar och de använder gester när de utforskar, processar och uttrycker egna tankar och idéer (Edwards, 2009, s. 139; Kim et al., 2011, s. 234). Elevers gester kan avslöja mer om deras tankeprocess än vad deras tal gör, hävdar Goldin-Meadow (2018, s. 165). Skulle lärare vara uppmärksamma på vad elever uttrycker med sina kroppar kan det ge lärare möjlighet att i större grad ta del av elevers tanke- och kunskapsutveckling. Det skulle kunna innebära att lärare får en större förståelse för elevers kunskaper och lärande. En större förståelse skulle kunna leda till att lärare lättare kan bemöta och anpassa undervisningen utifrån varje individ. Förutom det föreslår Kim et al. (2011, s. 233) att elevers gester kan vara ett alternativt sätt att bedöma och få förståelse för elevers kunskaper utöver det skriftliga och muntliga.

Avslutningsvis drar vi slutsatsen att gester kan fungera effektivt som ett komplement till det muntliga förmedlandet av kunskap. Gester kan också vara ett sätt för elever att uttrycka tankar och idéer. Studier har visat att lärare kan dra nytta av gester för att främja lärande, dels genom att få större förståelse för vad elever tänker, dels för att förtydliga och effektivisera kommunikationen vid instruktioner. Däremot bör lärare inte förlita sig enbart på gester utan vara medveten om att flera olika uttrycksformer kan vara användbara och bör anpassas till olika situationer. Utifrån vår litteraturstudie har vi sett vilken påverkan gester kan ha för elevers förståelse och för att klassrumskommunikationen ska nå sin fulla potential bör gester uppmärksammas och användas mer i matematikundervisning.

### 6.3 Fortsatta studier

Det finns arbete kvar i undersökandet av gester som kan lära skolan mer, både vad gester talar om att elever kan och hur lärare kan använda gester i lärandet. Fortsatta studier kan bidra till mer kunskap om gester som ett verktyg i matematikundervisning samt i andra lärandesituationer. Det vore intressant att observera elevers användande av gester för att få en djupare förståelse för deras kunskap och eventuella svårigheter. Vidare skulle gester kunna utformas och överföras från lärare till elev för att på ett medvetet sätt kunna användas som strategier inom matematiken.



## 7 Referenslista

- Acredolo, L., & Goodwyn, S. (1988). Symbolic Gesturing in Normal Infants. *Child Development, 59*(2), 450-466.
- Alibali, M., & Nathan, M. (2012). Embodiment in Mathematics Teaching and Learning: Evidence From Learners' and Teachers' Gestures. *Journal of the Learning Sciences, 21*(2), 247–286.
- Backlund, B. (2006). *Inte bara ord: En bok om talad kommunikation* (2., omarb. och utök. uppl. ed.). Lund: Studentlitteratur.
- Byrd, C., McNeil, N., D'Mello, S., & Cook, W. S. (2014). Gesturing May Not Always Make Learning Last. *Proceedings of the Cognitive Science Society, 36*(36), 1982-1987.
- Congdon, L. E., Novack A. M., Brooks, N., Hemani-Lopez, N., O'Keefe, L., & Goldin-Meadow, S. (2017). Better together: Simultaneous presentation of speech and gesture in math instruction supports generalization and retention. *Learning and Instruction, 50*, 65-74.
- Cook, W. S. (2011). Abstract Thinking in Space and Time: Using Gesture to Learn Math. *Cognition, Brain, Behavior, 15*(4), 553-570.
- Cook, W. S., Duffy, R., & Fenn, M. K. (2013). Consolidation and Transfer of Learning After Observing Hand Gesture. *Child Development, 84*(6), 1863-1871.
- Cook, W. S., Friedman, S. H., Duggan, A. K., Cui, J., & Popescu, V. (2017). Hand Gesture and Mathematics Learning: Lessons from an Avatar. *Cognitive Science, 41*(2), 518-535.
- Edwards, D. L. (2009). Gestures and Conceptual Integration in Mathematical Talk. *Educational Studies in Mathematics, 70*(2), 127-141.
- Flevaris, L., & Perry, M. (2001). How Many Do You See? The Use of Nonspoken Representations in First-Grade Mathematics Lessons. *Journal of Educational Psychology, 93*(2), 330-45.
- Goldin-Meadow, S. (2018). Taking a Hands-on Approach to Learning. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences, 5*(2), 163–170.

Goldin-Meadow, S., Cook, W. S., & Mitchell, A. Z. (2009). Gesturing Gives Children New Ideas About Math. *Psychological Science*, 20(3), 267–272.

Kim, M., Roth, W-M., & Thom, J. (2011). Children's Gestures and the Embodied Knowledge of Geometry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(1), 207–238.

Kommunikation. (u.å.). I nationalencyklopedin. Hämtad från: [www.ne.se](http://www.ne.se)

Lillejord, S., Manger, T., & Nordahl, T. (2013). *Livet i skolan : Grundbok i pedagogik och elevkunskap. 2, Lärarprofessionalitet* (1. uppl.. ed.). Lund: Studentlitteratur.

Novack, A. M., Congdon, L. E., Hemani-Lopez, N., & Goldin-Meadow, S. (2014). From action to abstraction: Using the hands to learn math. *Psychological Science*, 25(4), 903–10.

Singer, M., & Goldin-Meadow, S. (2005). Children Learn When Their Teacher's Gestures and Speech Differ. *Psychological Science*, 16(2), 85–89.

Skolverket. (2017). *Kommentarmaterial till kursplanen i svenska*. Stockholm: Skolverket.

Skolverket. (2018). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011: reviderad 2018* (3., kompletterade uppl.).

## 8 Bilaga

### Översikt över analyserat material

<b>Författare Publiceringsår Titel Tidskrift Land Databas</b>	<b>Syfte</b>	<b>Design Urval Datainsamling</b>	<b>Gester</b>	<b>Studiens teoretiska utgångspunkt/ram</b>	<b>Resultat</b>
Byrd, C., McNeil, N., D'Mello, S., & Cook, S. (2014). <i>Gesturing May Not Always Make Learning Last.</i> USA Google Scholar	Studera huruvida eleverna lär genom att hära specifika gester och ögonrörelser från en lärare under instruktioner om ekvationslösning.	70 elever, 8-9 år. För-test, efter-test och ett uppföljningstest efter 4 veckor.  Videoinspelat under testen samt att läraren som undervisar är videoinspelad.	Gester med hela handen för att förtydliga var eleverna ska titta under tiden de arbeta med ekvationslösning. Händerna flyttas mellan de olika sidorna av ekvationen.	Embodied cognition (Kroppslig inläring) Bygger på idén om att mänskliga kognitiva och språkliga processer är förankrade i människans kroppsliga och fysiska interaktioner.	Studien motbevisar deras hypotes om att elever som får instruktioner med gester prestera bättre. Studien visar att gester inte alltid är fördelaktigt utan att kunskapen hos de elever som fick instruktioner med gester försämrades vid uppföljningstest efter fyra veckor. De kommer fram till att ögonrörelserna eleverna gör under tiden de löser ekvationsproblemet är viktig och hur ögonen rör sig kan bidra till inläring tillsammans med gester.

<p>Congdon, L. E., Novack A. M., Brooks, N., Hemani-Lopez, N., O'Keefe, L., &amp; Goldin-Meadow, S. (2017). <i>Better together: Simultaneous presentation of speech and gesture in math instruction supports generalization and retention.</i> USA PsycINFO</p>	<p>Undersöker i denna studie <i>hur</i> gester integrerade i instruktioner förbättrar lärande av ekvationslösning.</p>	<p>103 third-grade (USA) elever. För-test, instruktion av strategier, test, uppföljningstest nästa dag och till sist ett test efter fyra veckor.</p>	<p>Handrörelser som ofta samspelar med tal och förmedlar information. Exempelvis kan en gest visa på storleken av ett objekt. Peka på eller hänvisa till något i omgivningen. samt demonstrera hur en rörelse kan utföras.</p>	<p>Teorier av multimodalt lärande. Embodied cognition (Kroppslig inläring)</p>	<p>Ett resonemang är att gester skapas samtidigt med talet. Gesters förmåga att inträffa i samband med tal tillåter lärare att förmedla två separata men kompletterande budskap på samma gång (synkronisering). Barn som fick instruktion med både tal och gester kunde bättre behålla och generalisera matematiken än barn som fick samma tal och gest presenterade för sig fast i följd. Det är möjligt att gesters inverkan på inläring kan beror på att de produceras av kroppen. Det finns inte tillräckligt starka bevis för att det i sig självt leder till lärande men tillsammans med tal kan kroppsrorelserna göra att det underlätta djupinläring, bidrar till att eleverna kan generalisera.</p>
<p>Cook, W. S., Duffy, R., &amp; Fenn, M. K. (2013). <i>Consolidation and Transfer of Learning After Observing Hand Gesture.</i> USA ERIC</p>	<p>Syftet att undersöka hur gester påverkar lärandet över tid.</p>	<p>184 barn i åldrarna 7-10 instruerades via en videoinspelad lektion om likhetstecknet och testades direkt efter övningen och sedan 24h senare. Lektionen</p>	<p>Naturlig del av kommunikationen. Spontana handrörelser Gester som dynamisk visuell representation.</p>		<p>Lektionen innehöll antingen tal och gester eller enbart tal. Elever som såg gester presterade bättre överlag och prestationen förbättrades efter 24h. Gruppen med gester visade också en starkare förmåga att överföra tillämpningen på andra problem.</p>

		innehöll antingen tal och gester eller enbart tal.			<p>Resultatet tyder på att gester förbättrar lärandet av abstrakta begrepp och påverkar hur lärandet befästs över tid. En orsak kan vara att gester helt enkelt kan fånga elevernas uppmärksamhet i en distraherande miljö då gester fungerar som en dynamisk, visuell representation.</p> <p>En annan orsak att gester främst påverkar lärandet över tid kan vara att gester interagerar, processar, med arbetsminnet under sömn.</p> <p>Föreslår att gester ändrar kunskapen som barnen får tillägnad vid instruktioner då gester klargör eller förser information till begreppsförståelse.</p>
<p>Cook, W. S., Friedman, S. H., Duggan, A. K., Cui, J., &amp; Popescu, V. (2017). <i>Hand Gesture and Mathematics Learning: Lessons from an Avatar</i>. USA PsycINFO</p>	<p>En instruerande avatar används för att undersöka hur gester påverkar matematikinläring. De gester som avataren gör är antingen gester som förstärker lektionsinnehållet eller gester som i sig själva inte är</p>	<p>65 elever, 9 år. De gör ett för-test och ett efter-test på datorn. Eleverna får se videoklipp på datorer där en avatar gör gester. Tillsammans med inspelat ljud. En del av eleverna ser videon med tal och gesterna men en del får se videon med enbart tal.</p>	<p>Handrörelse. Mest förekommande är pekande gester för att förtydliga vid instruktioner för ekvationslösning. Avataren gör både naturliga i samband med tal och gester som förtydligar lektionsinnehållet. Gester som avataren</p>	<p>Cognitive development</p>	<p>Resultatet visar att elever som fick ta del av den instruktionen där avataren gjorde gester lärde sig mer än de som inte fick ta del av gesterna.</p> <p>Resultatet visar att eleverna under lektionen visade liknande resultat oavsett om de var med eller utan gester däremot visade efter-testet att eleverna som fått se instruktionen med gester lyckats bättre.</p> <p>Resultatet visar att eleverna som sett</p>

	meningsskapande men "naturliga" i samband med tal.		gör är bestämda utifrån gester som är vanligt förekommande hos lärare som undervisar.		gesterna till instruktionen lättare kan använda kunskapen i flera sammanhang i jämförelse med de som inte sett gesterna och ändå lyckats ta till sig kunskapen.
Edwards, D. L. (2009). <i>Gestures and Conceptual Integration in Mathematical Talk</i> . USA ERIC	Undersöka de sätt som spontana fysiska gester, används i kommunikation om matematiska idéer och problemlösning.  Undersöker hur gester uttrycker mening, utifrån cognitive linguistics. Samlar och analysera en samling av gester relaterade till bråk inom matematiken för att förstå hur gester används i kommunicerandet av matematik.	12 volontärer från en klass av vuxna som håller på att utbilda sig till lärare. Intervjuades i par om bråk i matematiken. Paren ombads att lösa fem problem tillsammans och sedan förklara sina lösningar och beskriva hur de skulle förklara de för eleverna.	Gester anses i studien vara spontana rörelser med armar och händer som är nära sammankopplat med talet. Gester är en särskild modalitet av Embodied cognition som tillsammans med tal, skrift, bild kan få förståelse för hur eleverna tänker och pratar om matematik.  Gester är både komponerade av och förser information till begrepp inom matematiken.	Embodied cognition Cognitive linguistics (Sambandet mellan tankar, egna föreställningar och hur vi ger uttryck för dem med ord eller meningar. Sambandet mellan språk och annan kognition.)	Elever kan lära matematik med kroppen. Matematik är en av få mänskliga aktiviteter där det vi talar om i första hand är abstrakt. Matematikens abstrakta natur bevisas genom det stora antal metaforiska gester som skapades i studenternas förklaringar. Studien ger djupare förståelse för hur elever konstruerar förståelse av matematiska begrepp och kommer fram till att de genom gester kan göra kunskapen kroppslig. Det är viktigt att som lärare ta vara på elevernas gester för att förstå deras tänkande.

<p>Flevaris, L., &amp; Perry, M. (2001). <i>How Many Do You See? The Use of Nonspoken Representations in First-Grade Mathematics Lessons</i>. USA PsycINFO</p>	<p>Undersöka hur modaliteter av icke-verbala representationsformer (gester, bilder, objekt, skrivande) används i undervisningen.</p>	<p>Totalt 44 matematiklektioner har spelats in på video. Studerat tre lärare under tre år. Fokuserade på fyra vanliga icke-verbala representationer: bilder, konkreta material, skrivna symboler och gester för att förmedla information i instruktion.</p>	<p>Gester beskrivs som en icke-verbal representationsform likt bild, objekt och skrift.</p>		<p>Kunde se att under alla tre åren var gester den vanligaste representationsformen. Gester, den spontana som produceras i samband med tal för att göra talet lättare och förstå. De anser att forskare bör bli mer uppmärksamma på gester och information som de förmedlar för att få ut mer av hur elever inhämtar kunskap. Studien gav förutsättningar att få en djupare inblick på hur lärare använder icke-verbala representationsformer för att undervisa grundläggande begrepp och såg att de gav eleverna möjlighet att skapa förståelse då det inte bara är genom våra öron vi tar till oss kunskap utan också genom våra ögon.</p>
<p>Goldin-Meadow, S., Cook, W. S., &amp; Mitchell, A. Z. (2009). <i>Gesturing Gives Children New Ideas About Math</i>. USA ERIC</p>	<p>Undersöker hur gestikulerande kan bidra till lärande utifrån att eleverna få lära sig förflytta sina händer/göra gester.</p>	<p>128 elever som är 9–10 år. För-test, instruktion, lektion, efter-test och till sist ett test på tid för att få kunskap om elevernas olika beräkningskunskaper. Eleverna delades in i tre</p>	<p>Använder pekande gester för att förtydliga de viktiga i ekvationen och för att underlätta den strategi som krävs för att lösa uppgiften.</p>		<p>I studien såg de att elever som fick lära sig korrekta gester vid ekvationslösning genom att läraren talade om hur de skulle förflytta händerna presterade betydligt bättre än de som inte fick möjlighet att lära med gester eller enbart delvis korrekta gester. Detta kan bero på</p>

		grupper: inga gester, delvis korrekta gester och korrekta gester. Lektionen spelades in.			att de elever som fick lära sig den korrekta gester lättare kunde fokusera på de tal som var viktiga för att lösa ekvationsproblemet Resultaten tyder på att kroppsrörelser hjälper till att bearbeta gamla idéer likväl som att skapa nya. De diskuterar utifrån sitt resultat huruvida lärare kan lägga grunden för ny kunskap genom att bara berätta för eleverna hur de ska flytta sina händer.
Kim, M., Roth, W-M., & Thom, J. (2011). <i>Children's Gestures and the Embodied Knowledge of Geometry.</i> Kanada Google Scholar	Undersöker kroppens roll i kunskapen om och lärandet av matematik. Identifierade 4 påståenden: Gester stödjer elevers tänkande och vetande. Gester som samspelar med andra elevers gester i interaktiva situationer. Gester som hanterar abstrakta begrepp. Hur eleverna använder sina kroppar för att visa geometrisk kunskap.	Kanada 3 veckors videoinspelning av 1-grades (USA) matematikundervisning. Inkluderar lärare och elever med fokus på elevernas gester.	Gester används av barnen för att konkretisera sina tankar. Exempelvis demonstrerar de olika geometriska figurer och diskuterar om de kan rulla, glida eller inget av det.	Embodied Cognition  Sociokulturellt perspektiv	Drar slutsatsen att elever tänker och lär genom kroppen, det abstrakta kan tydliggöras och konkretiseras. Elever använde gester utan tal när de utforskade, processade och uttryckte egna tankar och idéer. Gester uppstår i reflektionen av idéer i nya situationer. Tankande utvecklas i och genom gestikulerande.  Studien visar att kroppen spelar en viktig roll i undervisning och används i så väl elevernas egna tankeprocess som i förklaringar för sina klasskamrater.



<p>Novack, A. M., Congdon, L. E., Hemani-Lopez, N., &amp; Goldin-Meadow, S. (2014). <i>From action to abstraction: Using the hands to learn math.</i> USA PsycINFO</p>	<p>Undersöker om gester främjar lärande för att det <i>är</i> en fysisk handling eller för att det använder fysisk handling till att representera abstrakta idéer.</p> <p>Utgår från tre olika typer av handrörelser: fysiska rörelser, konkreta gester och abstrakta gester.</p>	<p>142 third-grade (USA) elever. För-test, lektion/öva, efter-test och generaliserings-test. Individuella tester.</p>	<p>Handrörelser som används för att eleverna ska fokusera på rätt del av ekvationen. Använder fingrarna för att tydliggöra den strategi som används för att lösa en ekvation. Exempelvis pekande gester.</p>	<p>Cognitive Development</p>	<p>Eleverna delades in i tre grupper: Fysiska rörelser, konkreta gester och abstrakta gester. När eleverna får göra handrörelser i form av fysiska förflyttningar (actions) av termer i en ekvation visade det på en yttlig förståelse för matematiska begrepp, konkreta gester efterliknar fysiska rörelser (actions) utan att göra en fysisk påverkan på talen i ekvationen vidgade kunskapen ytterligare något. De abstrakta gesterna (pekande gester som inte innebär någon fysisk förflyttning) visade på ett mer djupt och flexibelt lärande. Abstrakta gester främjar även elevers generaliseringsförmåga.</p>
<p>Singer, M., &amp; Goldin-Meadow, S. (2005). <i>Children Learn When Their Teacher's Gestures and Speech Differ.</i> USA ERIC</p>	<p>1. Underlättar det för elever att lära sig mer än en strategi vid ekvationslöning?</p> <p>2. Spelar det någon roll om strategierna presenteras i tal, i gester, eller i både tal och gest?</p>	<p>160 elever i 'third' och 'fourth grades' USA gavs instruktioner i likhetstecknets innebörd. De fick lära sig antingen en eller två problemlösningstrategier genom tal utan gester, med gester som förmedlar samma strategi</p>	<p>Gester används för att förklara strategier t.ex. peka och visa på förflyttning av. Peka för att förtydliga. Ej fysisk påverkan. Säger att gesterna som lärarna gör</p>		<p>Mismatching (gest och tal förmedlar inte samma strategi i att lösa ekvationer) enligt studien leder till mest effektivt lärande. Talar om en strategi och tar hjälp av en annan strategi som presenteras med gester för att utveckla förståelse och komplettera den talade informationen gav bäst resultat. Studien visar därför att</p>

		<p>som talet eller gester som förmedlar ytterligare strategi förutom talets strategi.</p> <p>Eleverna blev slumpmässigt valda till en av sex instruktioner. Varje elev deltog individuellt i ett för-test, i en instruktion av strategi och ett efter-test.</p>	<p>förmedlar inte alltid samma information som deras tal gör.</p>		<p>gester har en positiv inverkan på lärandet. Resultatet visar på att gester som inte förmedla samma budskap som talet är användbara då det bidrar till ännu ett sätt att närma sig problemet.</p>
--	--	---	---	--	---