GÖTEBORGS UNIVERSITET

Fingertal och datorspel
Att utveckla aritmetiska kunskaper

Line Kavmark Knieling

Examensarbete LAU370

Handledare: Wolmet Barendregt

Examinator: Hans Rystedt

Rapportnummer: VT10-7810-01

GÖTEBORGS UNIVERSITET

Abstract

Examensarbete inom lärarutbildningen

Titel: Fingertal och Datorspel - Att utveckla aritmetiska kunskaper

Författare: Line Kavmark Knieling

Termin och år: VT 2010

Kursansvarig institution: För LAU370: Sociologiska institutionen

Handledare: Wolmet Barendregt

Examinator: Hans Rystedt

Rapportnummer: VT10-7810-01

Nyckelord: Fingertal, antalsuppfattning, datorspel, subitizing

---

Syfte
Syftet med den här uppsatsen var att åskådliggöra barns utveckling av antalsuppfattning genom datorspelet *"The Number Practice Game"*. Resultat skulle skönjas genom att observera barnens relation till del-del- och helhet och deras förmåga till igenkänning av mönster. Fokus i uppsatsen ligger på hur barnen tillägnar sig dessa förmågor med hjälp av sina fingertal.

Huvudfrågor

- Hur utvecklas barns del-del- och helhetsrelationer?
- Sker någon förändring i barnens förmåga att känna igen mönster under spelets gång?

Metod och material
Fyra fallstudier ligger till grund för uppsatsen där kvalitativa videoobservationer och ett strukturerat kategorischema utgör metod för analys.

Resultat
Resultatet av den här studien visar att tre av de fyra observerade barnen utvecklat sin förståelse av tal genom att utveckla sina förmågor i del-del- och helhetsrelationer och att se större mängder genom igenkänning av mönster. *"The Number Practice Game"* är ett datorspel väl anpassat för att kunna främja utvecklandet av de tio bastalens halvdecimala struktur genom de specialanpassade handkontroller som ger deltagarna en chans till att tillägna sig kunskap taktilt.

Betydelse för läraryrket
Om vi sätter på oss våra matematikglasögon och tillsammans med barnen börjar använda matematik i vardagliga sammanhang där barn kan se meningen med matematik kommer det också bli meningsfullt för dem. Som pedagoger och lärare har vi ett viktigt uppdrag, att få barn och elever från förskolan och uppåt att på ett lustfyllt, utvecklande och lärofyllt sätt skapa förutsättningar för en grundläggande uppfattning av tal och begrepp där fingerräkning är ett steg i utvecklingen för att tillägna sig aritmetiska färdigheter.

GÖTEBORGS UNIVERSITET

Förord

Jag vill tacka för att jag fått ta del av forskningsprojektet *Villkor och redskap för utveckling av aritmetisk kompetens* (2009: 2) och det material som kommer därifrån. Det har varit en utmanande resa som jag är glad att jag har genomfört.
Ett stort tack till Wolmet Barendregt, min handledare som gav mig vägledning kring arbetet men också för det stöd som hon givit mig i de stunder när jag tvivlat.
Ytterligare ett tack riktas till min familj och vänner som haft överseende med att de har fått anpassa sig efter mig när jag suttit och skrivit på kvällar och helger.

Göteborg 2010-05-24

Line Kavmark Knieling

GÖTEBORGS UNIVERSITET

Innehållsförteckning

1. Inledning

Under 3 ½ år har jag studerat på Göteborgs Universitet för att bli lärare mot de yngre åldrarna. Fokus har hela tiden legat på arbete i förskolan där en utveckling av IKT, Information och Kommunikationsteknologi, har varit en inriktning jag studerat och intresserat mig extra mycket för. I dag lever vi i ett digitaliserat samhälle där nästan allt du gör innebär användning av teknik. Jag jämför IKT arbetet med den skapande verksamhet som ofta används i förskolan där bild, sång, rytmik, lek och rörelse en stor del av vardagen. För mig står IKT för användandet av digitala verktyg och medier och jag ser det som självklart att använda även i förskolan.

I planeringsfasen av mitt ämne för C-uppsats var det självklart att skriva om IKT och förskolan, men hur det skulle se ut var mer oklart. Jag kom i kontakt med min handledare som presenterade forskningsprojektet *Villkor och redskap för utveckling av aritmetisk kompetens* (Emanuelsson, et al., 2009) vilket syftade till ”att studera hur utveckling av grundläggande talbegrepp och aritmetisk kompetens sker i interaktion mellan barn […] och olika typer av artefakter […]” (2009: 2). Min uppsats skulle innebära en studie i hur barn använder fingrarna när de svarar på specialutformade tangentbord när de spelar ett matematiskt datorspel.

Jag tackade ja till att bli en del av det forskningsprojekt som det här låg under och såg en möjlighet att fördjupa mina kunskaper från tidigare kurser i små barns matematik och med tanke på kommande läroplan för förskolan där matematik ska lyftas fram genom lek och skapande. Jag ställde mig samtidigt nyfiken och frågande till hur ett datorspel kan utveckla barns förståelse av tal och aritmetiska kunskaper.

2. Teori

I det här avsnittet kommer jag att presentera den teori som är relevant för min uppsats. Avsnittet inleds med en bakgrundsdel av det större projektet och min uppsats. Jag kommer efter det presentera barns väg mot antalsuppfattning för att sedan fortsätta med två avsnitt om de centrala begrepp som uppsatsen bygger på, fingerräkning och *subitizing*, för att avsluta med ett kort avsnitt om datorspel som läromedel.

2.1 Bakgrund

I projektet *Villkor och redskap för utveckling av aritmetisk kompetens* har didaktiska modeller som stimulerar talbegreppslig utveckling skapats i form av datorspel. Resultat av tidigare studier gjorda inom detta forskningsprojekt har visat att didaktiska lärandemiljöer kan ha en god effekt på utveckling av grundläggande talbegreppsliga förmågor hos yngre barn (Ekeblad, 1996; Lindström, Marton, Lindahl, & Packendorff, 2002). *The Number Practice Game* är ett datorspel utformat för att utveckla talbegreppen 1-10 genom mönster och del- och helhetsrelationer. Tal visar sig i spelet som olika mönster uppdelade i två delar där barnet ska kunna svara för hur många objekt som visas. För att den taktila förmågan ska komma till användning har handkontroller skapats där barnen trycker ner det antalet tangenter som är lika med antalet som visas på skärmen. Forskningsprojektet tar sin utgångspunkt i en sociokulturell forskningstradition vilket innebär att de studerar barn i deras sociala och kulturella praktiker där fokus ligger på lärande och utveckling i samspel med andra personer och artefakter.

En av de viktigaste grundstenarna i grundläggande aritmetik[1] är taluppfattning. Att förstå innebörden i tal, att kunna ordna mängder efter antal och förståelsen för del-del- och helhetsmönster (Fuson, 1992). För att kunna hantera bastalens del-del- och helhetsrelationer krävs strategier. Dagmar Neuman (1989), lågstadie- och speciallärare doktorerade 1987 på barns tankar om tal, ur ett fenomenografiskt perspektiv studerade hon barns uppfattningar av tal och hur grundläggande matematiska begrepp utvecklades. Olika strategier där fingrarna varit centrala redskap för förståelsen av taluppfattningen och den aritmetiska förmågan synliggjordes och ligger till grund för den här uppsatsens analyser.

En annan viktig del i utvecklingen av grundläggande aritmetiska färdigheter är förmågan att kunna se antalet objekt i en liten mängd utan att först behöva räkna dem. Denna förmåga, *subitizing*, innebär att man har en medfödd förmåga att se antal om 2-3 objekt i en mängd. Forskning säger även att det går att lära sig att se större mängder utan uppräkning, *conceptual subitizing* kallar Clements (1999: 2) förmågan att genom mönsterigenkänning direkt uppfatta antal i en mängd.

Genom fingerräkning och formandet av fingertal lär sig barnen att se mönster och tal kopplade till objekt, vilket i förlängningen leder till en förmåga att använda sig av mer abstrakta sätt att lösa matematiska problem på. Användandet av fingrarna vid utvecklandet av de aritmetiska färdigheterna skapar en taktil erfarenhet, vilket tidigare studier och aktuellt forskningsprojekt anser är av betydelse (Emanuelsson, et al., 2009; Langsrud, Sagström, & Toivonen, 2008).

Det har dock i andra studier framkommit resultat som visar på att barn med svårigheter i matematik saknar grundläggande förståelse av innebörden i talbegrepp (Emanuelsson, et al., 2009). Neuman (1998 i Doverborg & Pramling-Samuelsson, 1999: 21) menar att matematisksvårigheter inte är något man har utan något man får då grundläggande kunskaper inte fått möjlighet att läras in i det vardagliga samspelet där möten med omvärlden sker.

Studier inom området är viktigt att belysa för att svårigheter i matematik ska hejdas och möjligheter att stödja barn i utvecklingen av en god aritmetisk förmåga höjas. Pedagoger, lärare och föräldrar måste se betydelsen av att arbeta mer informellt med lärande utifrån vardagliga situationer. I läroplanen för förskolan, Lpfö 98 (Utbildningsdepartementet, 1998: 9) står att förskolans mål är att sträva efter att varje barn

> utvecklar sin förmåga att upptäcka och använda matematik i meningsfulla sammanhang och utvecklar sin förståelse för grundläggande egenskaper i begreppen tal, mätning och form … (Lpfö 1998: s 9)

Vidare står även att förskolans uppdrag innebär att pedagoger ska arbeta med att genom lek och lustfyllt lärande stimulera barn till problemlösande, samarbete, fantasi och förmågan till symboliskt tänkande (Utbildningsdepartementet, 1998: 6). I läroplanen för det obligatoriska skolväsendet, förskoleklassen och fritidshemmet, Lpo 94 (Utbildningsdepartementet, 1994) står att mål att uppnå i grundskolan är att

---

[1] Aritmetik är den del av matematiken som behandlar de fyra räknesätten, addition, subtraktion, multiplikation och division (Nationalencyklopedin http://www.ne.se.ezproxy.ub.gu.se/lang/aritmetik 2010-04-26).

> skolan ansvarar för att varje elev efter genomgången grundskola behärskar grundläggande matematiskt tänkande och kan tillämpa det i vardagslivet (Lpo 1994: 10)

Genom att göra en studie inom det här området kan kunskap skönjas angående barns tillägnande av grundläggande matematik och speciellt hur olika strategier för att hantera del-del- och helhetsrelationer utvecklas genom de didaktiska modeller som stimulerar talbegreppslig utveckling. Uppsatsen ämnar ge en tydligare bild av hur fyra barn i interaktion med ett datorspel utvecklar sin förmåga att se mönster och del-del-och helhetsrelationer genom att använda både ”intellektuelt-symboliska och kroppsligt-sinnliga dimensioner” (Emanuelsson, et al., 2009: 4).

2.2 Antalsuppfattning

Tillägnandet av matematiska begrepp sker runt omkring oss hela tiden i den sociala och kulturella kontext som vi tillsammans med barnen befinner oss i.

En modell skapad av Ginsburgs (1977 i Doverborg & Pramling-Samuelsson, 1999: 21) för informell och formell matematisk kunskap beskrev hur olika system utgjorde olika former av kunskap. Modellen bestod av tre system där system 1 utgjordes av den informella och naturliga kunskapen, vilket innebär att det var universell kunskap. System 2 var den informella och kulturella kunskap som skapas utanför skolan t ex i hemmet. System 3 stod för den formella och kulturella kunskap som tillägnades i skolan och fördes vidare från generation till generation.

Doverborg och Pramling Samuelsson (1999), Ahlberg (1997) och Neuman (1989) är alla ense om att system 1 och system 2 kunskap är av stor vikt för förförståelsen av tillägnandet av matematiska kunskaper. Dock anser de att man inte bör skilja på kunskap som tillägnas inom och utanför skolan. Alla är överens om att kunskap och erfarenheter är något som skapas och formas utifrån det sammanhang man är en del av och att den erfarenhet man får följer en in i nästa sammanhang. Det är ett vardagligt samspel där språk och handling i olika sociala interaktioner utvecklar förståelsen för tal.

Antal, ordningstal, mätetal, räkneramsan, talens egenskaper är alla grundläggande matematiska begrepp som barn behöver utveckla en förståelse för om de ska kunna tillägna sig en god taluppfattning (Doverborg & Pramling-Samuelsson, 1999: 18). Ahlberg (1995: 7) beskriver hur *förnumeriska* begrepp som storlek, form, mängd och massa skapas i möten med andra och utvecklas genom barns lek, måltidssituationer och i vardagssituationer. Så småningom utvecklas den *förnumeriska* förståelsen till att bli en *numerisk* förståelse där betydelsen av talens innebörd utvecklas och leder till aritmetiska kunskaper.

En god förståelse av förhållandet mellan talen 1-10 är av stor betydelse för att barn ska tillägna sig de fyra grundläggande aritmetiska principerna (Neuman, 1987: 35). Från flera olika undersökningar (Ahlberg, 1995; Doverborg & Pramling-Samuelsson, 1999; Fuson, 1992; Holgersson, 1996) gjorda med barn i förskoleåldern kan man se att kunskapen om räkneramsan skiljer sig åt i olika åldersgrupper och att utvecklingen tar olika lång tid och är individuell. Alla är överens om att kunna använda sig av räkneramsan är grundläggande för att utveckla vidare taluppfattning.

Fuson (1992: 248-249) menar att användande av räkneramsan inte nödvändigtvis innebär att barn har en förståelse av innebörden i talen. Förståelsen kommer senare när barnet uppnått en kardinal och ordinal förståelse av talen. Fuson (1992) har utvecklat en modell med fem kategorier där hon presenterar utvecklingen av räkneordens betydelse.

The String Level – Räkneramsan sker i form av upprabblande av ord, det finns ingen numerisk betydelse i räkneorden.

The Unbreakable List Level - Räkneorden i räkneramsan paras ihop med ett objekt, men ännu har ingen kardinal förståelse utvecklats. Den kardinala förståelsen utvecklar barnen genom att förstå att det sist sagda räkneordet i uppräkningen är det antal räknade objekt. Enligt Fuson (1992: 248-249) kommer barnen dit genom att vid uppräknande av objekt kunna svara på frågan ”Hur många?”.

The Breakable Chain Level – Den ordinala strukturen börjar här göra sig påmind genom att barn börjar räkna från vilket tal de vill i räkneramsan och ändå vet vilket tal som kommer näst i följd. Dock behövs fortfarande uppfattbara objekt att räkna mot. De förstår att första delen i ett räknetal är ett kardinaltal men ser den andra delen som endast ordinal. T ex *3+2*, de förstår att *3* är en mängd bestående av tre objekt, medan den andra delen i räknetalet, *2*, är ett ordinaltal att lägga till den första mängden, ”tre… fyra, fem”.

The Numerable Chain Level – På den näst sista nivån har barnen nått en uppfattning om talen i räkneramsan, de förstår att tal kan vara tillsammans i en mängd eller envar för sig. Jämfört med fasen innan då barnen endast kunde se den första delen i räknetalet kan det nu uppfatta att båda delarna består av mängder med objekt men som även kan ses som enskilda tal i räkneramsan. Här kan barnen också behöva objekt av något slag för att hålla ordning på sitt räknande, det kan ske med fingrar, i tanken eller genom språket.

The Bidirectional Chain Level - Räkneramsan är begriplig och förståelsen för deldel- och helhetsmönster finns, likaså kardinal- och ordinaltalsprincipen samt kunskapen kring de 25 kombinationerna inom bastalen 1-10. Man har även uppnått en förståelse för att tal kan sakna numerisk innebörd och istället vara en identifikation eller beteckning av ett telefonnummer, personnummer, portnummer eller numret på en spårvagn.

Ahlberg (1997: 7), Doverborg och Pramling Samuelsson (1999: 25) beskriver istället barns förståelse av antalsuppfattningen genom Gelman och Gallistels (1978 i Doverborg & Pramling-Samuelsson, 1999) fem principer. Enligt Gelman och Gallistel kan de tre första principerna tillägnas utan vidare kunskap om räkneorden medan de två sista principerna är direkt knutna till räkneramsan.

Abstraktionsprincipen – Oavsett vilken typ av objekt som ingår i en väl avgränsad mängd kan det räknas.

Ett till ett – principen – Förmågan att para ihop ett objekt från en mängd med ett annat jämförbart objekt från en annan mängd.

Principen om godtycklig ordning – Uppräknande av objekt i en mängd kan starta från vilket objekt som helst, dock får inget objekt räknas två gånger.

Principen om bestämda räkneord – Objekten i en mängd ska räknas i en viss ordning och strukturen för räkneordens följd i talraden ska följas.

Antalsprincipen – Kardinaltalsprincipen innebär att det sist sagda räkneordet anger det antal objekt som finns i den räknade mängden.

En jämförelse mellan Fusons (1992) kategorier och Gelman och Gallistels (1978 i Doverborg & Pramling-Samuelsson, 1999: 25) principer visar att det viktigaste i båda modellerna för att tillägna sig antalsuppfattning är förståelsen av kardinaltal och insikten om den stabila ordningen i räkneramsan. Dock hävdar Gelman och Gallistel att för att en antalsuppfattning ska konstrueras krävs att alla fem principer i deras modell är uppfyllda.

Tanken med presentationen av de här modellerna för utveckling av antalsuppfattning är att i analys kunna följa var i dessa modeller som barnen befinner sig utifrån de strategier Neuman (1989) funnit angående tillägnandet av aritmetiska färdigheter genom fingerräkning.

2.3 Fingerräkning

Att räkna med hjälp av fingrarna och kroppen går långt tillbaka i tiden, redan på stenåldern använde man sig av fingerräkning om än på ett annorlunda sätt. Räkneorden hade inte uppfunnits, istället använde man sig av talrepresentationer där man t ex ordnade stenar i högar om fem genom att placera en sten framför var och en av handens fingrar (Neuman, 1989: 32). Senare så kom man att använda sig av det romerska siffersystemet, där man avbildade händerna så som man såg dem. V symboliserade talet fem, det vänstra strecket stod för de fyra fingrarna och det högra strecket symboliserade tummen. Siffran tio, X, såg romarna som två händer mot varandra. För att sedan illustrera talet fyra skrev romarna IV, handen minus ett finger, och för siffran nio skrev de IX, händerna minus ett finger (Neuman, 1989: 38). Idag utgår vårt decimalsystem med 10 som bas från det arabiska räknesystemet. För att vi ska uppfatta de abstrakta symboler till tal som vi idag använder oss av har vi skapat ett halvdecimalt system där en 5-stuktur kopplad till våra händer utgör en bas, i likhet med det äldre romerska systemet. Den halvdecimala strukturen innebär att man ser en hand med fem fingrar som en helhet när antalet överstiger fem.

Enligt Neuman (1989) är det förståelsen av det odelade 5-talet, den odelade handen, som är grunden till att ett abstrakt tänkande och räknande utvecklas. Vägen till ett abstrakt tänkande och räknande där man uppfattar den halvdecimala strukturen i de tio bastalen går genom fingertal (Neuman, 1989: 174). Genom att låta barn använda fingerräkning i begynnelsen av sitt tillägnande av de 10 bastalen och dess 25 kombinationer byggs flexibla tankestrategier fram på ett konkret sätt. Att använda fingrarna gör att fler sinnen aktiveras, att känna, se och i vissa fall höra ger barn en sinnlig uppfattning av tal som finns kvar även när fingerräkning gått över i mer abstrakt tänkande (Neuman, 1989: 182-183).

Två viktiga uppfattningar som Neuman (1989: 172) kom fram till i sin studie har betydelse för hur man formar sitt räknande, att *Se* och *Räkna*. Utifrån de här två uppfattningarna menar Neuman (1989) att man antingen skapar sig en uppfattning om talbegrepp eller så stannar räknandet vid ett konkret tänkande där det abstrakta tänkandet inte utvecklas. Han menar också att utifrån de här två uppfattningarna finns olika strategier som används av barn för att tillägna sig aritmetiska kunskaper.

För att barn ska få förståelse för de 10 bastalen och dess 25 kombinationer är förståelsen av del- och helhetsrelationer en viktig utveckling och genom fingerräkning kan utvecklingen underlättas (Neuman, 1989:116).

2.3.1 Uppskatta sista

Den tidigaste fasen i fingerräkning har Neuman (1989: 117) benämnt som ”Uppskatta sista”, vilket innebär att barnen räknar varje finger och benämner dem med ett räkneord. Barn kan ha en viss uppfattning av fingertal på den här nivån, men då är det oftast talen ”fem”, ”sex”, ”fyra” och ”tio”, som de kan spåra på sina händer medan ”sju”, ”åtta” eller ”nio” kräver att de räknar alla fingrar för att komma fram till rätt fingertal. Det är också så att i den här fasen när barnen ska använda sig av sin fingerräkning för att lösa ett räkneproblem ofta inte kommer fram till rätt svar. För att ge ett svar kan barnen chansa eller försöka uppskatta antalet fingrar. Anledningen till att det inte kan räkna rätt har att göra med att de ännu inte lärt sig känna igen strukturen för 5-talet, där fingergrupper kan symbolisera ett tal, t ex kan sju vara lika med ”hela handen plus två fingrar” (Neuman, 1989: 117-118).

I den här första strategin för fingertal har barnen alltså inte börjat räkna upp tal än utan de jobbar fortfarande på att namnge sina fingrar. Det som ändå gör det här till en effektiv metod är att barnen genom att systematiskt namnge varje finger synliggör talen och kopplar dem till ett fysiskt objekt. Gellman och Gallistel (1978 i Doverborg & Pramling-Samuelsson, 1999) kallar metoden ett till ett – principen. Att de räknar alla ord handlar också om att de inte lärt sig fingertalen och då inte heller vet det sista fingrets namn (Neuman, 1989: 117-123).

Räkneorden är svåra att hantera om man inte vet vad betydelsen av dem är. Neuman (1989) beskriver att det är lättare att förstå ett räkneord om du kan koppla det till ett sammanhang. Känner du igen tärningsmönster kan du få en känsla för vad antalet fem är, har du inte den kännedomen skulle fem kanske istället bara vara något som stod för ”ganska mycket”. Från födseln har man en uppfattning om grupper av 2-3 objekt, större tal än så förknippas med ”mycket” eller ”lite” om man inte har en kännedom om vad antal är. Att förstå innebörden av talen är viktig för att kunna lära sig addera och subtrahera (Neuman, 1989: 120).

2.3.2 Det odelade 5-talet

”Det viktigaste steget på vägen mot abstrakta tal har de barn tagit som kommit underfund med att man kan göra både helhet och delar uppfattbara om man undviker att dela på den första handens fem fingrar…” (Neuman, 1989: 116-117)

Den tredje strategin för hur barn utvecklar fingertalsräkning kallar Neuman (1989: 126) för ”Det odelade 5-talet”. Redan innan barn lärt sig alla fingertal kan de uppfatta ett tals delar och helhet utan att räkna, de har upptäckt att man kan låta den första handen vara odelad. Då barnen inte känner igen alla fingertal måste de ibland räkna upp på fingrarna från deras första finger för att se vilket fingertal som t ex slutar med sju. Neuman (1989: 126) har funnit att det går att dela in den här strategin för hur fingertal används tillsammans med den odelade handen i tre olika nivåer där abstraktionsgraden förstärks för varje nivå.

Namnge fingertal

På lägsta nivån jobbar barnen fortfarande på att lära sig namnen på sina fingertal och att förstå betydelsen av att använda den odelade handen. På den här nivån finns en uppfattning om att handen är lika med fem. Däremot har man inte riktigt fått grepp om de större fingertalen. På den här nivån kan man även börja använda sig av en tankestrategi som Neuman (1989: 126-128) kallar ”Välj”. Den visar sig när ett barn ska göra en uträkning som egentligen är utanför barnets kunskap. Neuman (a.a.) ger ett exempel på en flicka som fått talet *2+_=9* att lösa, flickan vet inte hur tal nio ser ut på hennes fingrar, så hon börjar med det hon vet, hon tar fram den odelade handen, fem fingrar. Utifrån sin femhand lägger hon till två fingrar på nästa hand och sen tar hon fram två fingrar till, hon ser då sitt fingertal nio, tar bort två igen och räknar om alla fingrar och kommer då fram till svaret sju. Flickan har uppfattat betydelsen av att utgå från sin odelade hand och vet sedan att det är handen plus något.

Se på fingertal

På nästa nivå har barnen utvecklat en förståelse för en halvdecimal struktur, de är medvetna om sina fingertal och kan enbart genom att se på fingrarna ge ett svar på en matematisk uppgift. På den här nivån är barnen väl bekanta med den odelade handen. Fem är för dem en hand, hela handen plus ett är sex, och de vet att ringfingret är nummer nio. Den ordinala förmågan blir här synlig då barnen visar att de vet att varje tal i räkneramsan har en specifik position i talsekvensen som inte går att ändra, fem kommer alltid vara efter fyra men före sex. Den kardinala förmågan har också utvecklats på den här nivån, barnen ser genom sina fingertal strukturen för talen. När tal större än tre ska räknas kan barnen genom att titta på sina fingrar se exakt antal eftersom de vet att den odelade handen är fem och att två händer är lika med tio (Neuman, 1990: 13-14).

Tänk på fingertal.

På den sista nivån behöver barnen inte alltid ta fram sina fingrar för att kunna räkna, de ser sina fingertal och ”tänker med sina händer”. Neuman (1989: 130) menar dock att det på denna nivå kan finnas två varianter av hur man använder *tänk på fingertal*. En variant är de barn som använder sig av strategin för att de ännu inte lärt sig att se alla sina fingertal och då tycker det är svårt att konkret använda sig av fingerräkning. Den andra sidan är de barn som är fullt medvetna om sina fingertal och inte känner ett behov av att konkret lägga upp dem för att kunna lösa en uppgift. De barn som inte längre är medvetna om sina fingertal har kommit till en punkt då deras kunskaper har gått över till en mer abstrakt nivå. Räknande och tänkande sker utan att barnen tänker på att det är fingertal de använder sig av vid uppräkning eller när de svarar direkt (Neuman, 1989: 130-131).

När barnen fått en klar förståelse av fingertal och dess struktur kan de utan att räkna uppfatta olika kombinationer där helheten är större än fem. De lär sig att kombinera sin 5-hand med två fingrar för att få talet sju eller 5-handen plus fyra fingrar för att få tal nio. Dock finns det somliga heltal större än fem som inte är lika enkla att föreställa sig om man inte kan ”transformera”. Att transformera tal innebär att kunna flytta fingrar från den ena handen till den andra. Kombinationer som kräver tankestrategin ”transformera” är bland annat *4+2=6, 3+3=6* och *4+3=7* (Neuman, 1989: 131).

I inledningen till det här avsnittet skrev jag om barns tillägnande av de 10 bastalen och dess 25 kombinationer. Syftet med tillägnandet av fingertal är att ge barn en struktur för hur man på enklaste vis kan lösa ett matematiskt problem. Det gäller inte bara att veta att sju är handen plus två fingrar, det gäller att kunna se heltalet sju i delar om *6+1=7, 1+6=7, 4+3=7* och *5+2=7*, och att förstå att samma kombination *5+2=7* går att presentera på 12 olika sätt. Har man en klar uppfattning om del- och heltal inom de tio bastalen anser Neuman (1989: 52) att grunden för aritmetiska färdigheter är lagd. Det går alltså att dela upp de tio första heltalen i två delar på 25 olika sätt och varje talkombination går att presentera på 12 olika sätt. Barn som *ser* strukturer har en förmåga att ”välja” tankestrategi utifrån de tio bastalens del-del-helhetsmönster. Barn som inte tillägnat sig uppfattningen att *se* talen, måste använda sig av *räknar*, vilket innebär att det blir svårare att lösa matematiska uppgifter.

I *The Number Practice Game* är syftet att de som spelar ska få möjlighet att utveckla sin uppfattning om del- och heltal inom de tio bastalen genom att använda fingertal när de svarar.

Neuman (1989) menar att genom att göra fingertalen synliga kan barn skapa grupperingar av sina fingrar vilket gör att de kan utveckla sin förmåga till att se större mängder, vilket leder oss in på nästa begrepp, *subitizing*.

2.4 Subitizing

Redan innan barn kan uttala räkneramsan kan de vid 2-3 års ålder urskilja mindre mängder om två till tre föremål vilket är en förmåga som alla har med sig från födseln. Att barn kan ”se” antalet i en mindre mängd är av betydelse för att utveckla en förståelse för innebörden i tal (Doverborg & Pramling-Samuelsson, 1999: 19). Denna förmåga att man i en blink kan uppfatta och urskilja mindre mängder benämns av Clements (1999: 1) *perceptual subitizing*.

Förmågan att som väldigt liten se mindre mängder i en grupp innebär inte att man tillägnat sig matematiska färdigheter som att räkna. För att barn ska utveckla en förståelse av tal måste de lära sig dela upp en helhet i delar och sedan ge varje del ett eget räkneord (Clements, 1999: 3). Neuman (1989: 119-120) beskriver också det på detta vis och menar att det inte är så enkelt för barn att koppla räkneord till t ex sina fingrar, det krävs övning och ett tillägnande av förståelse för att varje räkneord är en enhet. Clements (1999: 2-3) menar att *subitizing* kan hjälpa barnen i den här utvecklingen genom att små mängder med objekt räknas och får en kardinal betydelse. Även Fuson (1992: 248) har en tanke om att barn först bara räknar objekt utan att förstå innebörden men att de sedan upptäcker den kardinala betydelse som uppstår när man efter att ha räknat en grupp objekt kan repetera det sista uppräknade talet och förstå att det var den mängden objekt som gruppen innehöll.

Fischer (1992 i Ahlberg, 1997: 3) argumenterar för att förståelsen av mönster kan spela en viktig roll i begreppsutvecklingen, Neuman (1987: 194-195) tänker också att förmågan till *subitizing* är en viktig komponent i utvecklingen av talbegrepp och genom att göra tal uppfattbara på fingrarna, kan barn vidga förmågan till *subitizing*, vilket i sin tur leder till deras förståelse av tal. Barn utvecklar, genom att räkna och se mönster, sin förmåga till att se större mängder, vilket i sin tur utvecklar deras aritmetiska färdigheter (Clements, 1999: 3).

En utveckling av förmågan att se antal där fler än 2-3 objekt förekommer kallas för *conceptual subitizing.* Att se en grupp med fler objekt i är inte medfött utan handlar om igenkänning av mönster och det är något som man lär sig genom att öva på att se olika sorters mönster. Det finns olika mönster som enligt Clements (1999: 3) är av olika svårighetsgrad, rektangulära ska vara enklast att känna igen följt av linjära, cirkulära och kodade. Han hävdar också att olika grupperingar av tal kan göra det enklare eller svårare att känna igen antalet. För yngre barn har dock mönster ingen betydelse, förmågan till *conceptual subitizing* utvecklas enligt Clements (1999: 3) först i skolålder och då handlar det om att lära sig se en mängd om 4-5 objekt. Enkla mönster som barn lär sig att känna igen är t ex tärningsmönster fyra och fem. Genom att träna förmågan att se större mängder skapar man även möjligheter till att se del-del- och helhetsmönster. Att se att tärningen slår en sexa utan att behöva räkna prickarna indikerar på att man har förmågan till att konstruera kunskapen att se större antal i en blink (Clements, 1999: 2-3). Man vet att sexan på tärningen är en enhet men man förstår också att varje prick på tärningen står för en egen enhet (Clements, 1999: 2). För att tillägna sig en förmåga att se antal i en blink kan man även använda andra sätt att lära på. Neuman (1989) talar väl för att använda fingertal, Clements (1999) menar att rytmik kan vara ett sätt, det handlar om att finna vägar att nå en struktur man förstår och kan göra till sin.

En reflektion från de tre begrepp som beskrivits ovan visar att förståelsen av antal genom *subitizing* är av betydelse vilket Neuman (1987, 1989), Fuson (1992) och Ahlberg (1995, 1997) instämmer i. Fuson (1992: 248) menar att antalsuppfattning utvecklas genom att barn först lär sig räkneord utan att förstå innebörden, Ahlberg (1997: 10) beskriver det som att barnen först lär sig en räkneramsa utan en numerisk betydelse. För att komma vidare i utvecklingen av tal menar Fuson (1992) att barn måste uppnå en kardinal förståelse genom att konkretisera räkneord. Clements (1999) hävdar också att räknandet av konkreta objekt bidrar till en kardinal förståelse men även en förmåga att utveckla kunskaper om *subitizing*. Neuman (1989) stämmer också in i tanken att barnen i början måste utgå från konkreta objekt och menar då att fingertal är den strategi barn väljer. Hon menar att genom fingertal utvecklar barn ett seende för struktur vilket synliggör delar och helhet.

2.5 Datorspel som läromedel

Ett modernt och intressant redskap att använda för att utveckla talbegreppslig förmåga är användandet av informations- och kommunikationsteknologi, och mer specifikt för detta ändamål, datorspel. Projektet, *Villkor och redskap för utveckling av aritmetisk kompetens*, avsikt har varit att bygga en mikromiljö för observation med en datoriserad tillämpning som bas. I studier av lärande i matematik är datoriserade tillämpningar ett vanligt förekommande redskap och tanken är ofta att det både ska vara en lärandemiljö och en miljö för att studera lärande (Emanuelsson, et al., 2009).

I den tidigare studie som gjorts med Lindström, et al., (2002) om det aktuella datorspelet *The Number Practice Game* kom man fram till resultat som visade på slående skillnad mellan test- och jämförelsegrupp. Testresultaten visade att barnen blev mer framgångsrika att svara på frågor gällande addition och subtraktion genom att matcha objekt på skärmen med fingrarna på handkontrollerna. Det i sin tur ledde till en ökad förståelse att berätta om hur de löste matematiska uppgifter. Spelet har således inte bara stärkt deras mönsterigenkänning det har även tillägnat sig en förståelse av talens innebörd. I en annan studie gjord av Fuchs et al., (2006) på Vanderbilt University studerades också barns interaktion med datorn för att utveckla aritmetiska färdigheter. Resultaten från den studien visar att datorstödd undervisning fungerade i utvecklingen av talkombinationer med addition men inte med subtraktion. Trots det så anser Fuchs et al., (2006) att datorstödd undervisning kan stödja utvecklingen av grundläggande talbegreppsliga och aritmetiska förmågor.

I en tidigare studie gjord av Lindström och Ekeblad (1989: 12) om datorns möjligheter att användas som ett undervisningsalternativ vid utvecklande av grundläggande aritmetiska kunskaper fann man att som ett självständigt undervisningsverktyg är datorn inte optimal men tillsammans med en lärare eller pedagog som handledare kan barn utveckla sina färdigheter i grundläggande matematik. I en annan studie gjord av Neuman (1990) där hon studerade hur barn med matematiksvårigheter skulle kunna använda datorn som ett verktyg i tillägnandet av de grundläggande kunskaperna om bastalen 1-10 så kunde även hon se skillnad på om det fanns en närvarande lärare eller pedagog vid användandet av datorn. Neuman (1990: 42) och Lindström et al.,(1989: 12) menar båda att datorn och handledaren fungerar som mentorer eller samtalspartners där stöd och handledning ges utifrån närmaste utvecklingszon[2]. Det som datorspelen i de två sistnämnda studierna inte uppfyllde och som enligt forskarna var av betydande var avsaknaden av möjligheten att använda fingertal, vilket enligt Neuman (1990) är av stor betydelse för utvecklandet av den halvdecimala struktur som de tio bastalen består av. I *The Number Practice Game* finns nu möjligheten till att använda fingertal i svarsalternativen vilket kan möjliggöra ett mer komplett matematiskt datorspel.

[2] Den närmaste utvecklingszonen är ett begrepp myntat av Lev Vygotskij (1896-1934), vilket handlar om att stödja barnet i området mellan det som kan klaras av själv och det som kan klaras av med hjälp från en utomstående, lärare eller kamrat (Dysthe & Igland, 2003: 81).

En sista aspekt av datorspel som läromedel är förmågan att som spelutvecklare skapa ett spel av lärande karaktär om är lustfyllt och motiverande. Professor Thomas W. Malone (1984: 1) har studerat tjusningen med datorspel och undersökt vägen till hur man bygger upp ett lyckat program. Han menar att ett spel eller ett program som är utmanande, har fångat användaren genom att presentera tydliga mål där spelaren känner att den inte vet vad följderna av spelet kommer att resultera i. För att lyckas med att motivera en spelare på den nivå som passar spelaren bäst ska man använda sig av *”variable difficulty levels”* alltså varierande svårighetsgrader. Malone citerar Nolan Bushnell grundare av Atari Inc. ”A good game should to easy to learn, but difficult to master” (Malone, 1984: 7).

3. Syfte

I det här avsnittet presenteras syftet med studien samt de frågeställningar jag valt att utgå från.

The Number Practice Game är ett datorspel utformat inom projektet *Villkor och redskap för utveckling av aritmetisk kompetens.* Datorspelet syftar till att utveckla talbegreppen 1-10 genom mönster och del- och helhetsrelationer. Resultat av tidigare studier gjorda inom området har visat att didaktiska informations- och kommunikationsteknologiska lärandemiljöer kan ha en god effekt på utveckling av grundläggande talbegreppsliga förmågor hos yngre barn (Ekeblad, 1996; Lindström, et al., 2002). Ett viktigt inslag i datorspelet är dess svarskontroller som ämnar ge en taktil erfarenhet samtidigt med en visuell erfarenhet. Att förstå innebörden i tal är en förutsättning för att utveckla en antalsuppfattning. Med hjälp av olika strategier såsom fingerräkning kan en utveckling av de tio bastalen och dess halvdecimala struktur ske vilket i sin tur leder till en uppfattning om talbegrepp.

Syfte med den här uppsatsen var att genom fyra fallstudier åskådliggöra barns utveckling av antalsuppfattning vid interaktion med datorspelet *The Number Practice Game.*

3.1 Frågeställning

- Hur utvecklas barns del-del- och helhetsrelationer i datorspelet?

- Sker någon förändring i barnens förmåga att känna igen mönster under spelets gång?

4. Metod

I det här avsnittet kommer jag att redogöra för de tillvägagångssätt som jag använt mig av vid insamlandet av data. Mitt val av metod är baserat på de frågeställningar jag har, där syftet var att åskådliggöra barns utveckling av antalsuppfattning genom att spela *The Number Practice Game.* Viktiga avväganden och urval har varit nödvändiga att göra för att underlätta insamlandet och analysen för att få ett tydligt resultat. Jag använder fallstudien som metod vilket innebär att man arbetar utifrån en kvalitativ ansats (Merriam, 1994).

4.1 Fallstudien

En fallstudie syftar till att studera enskilda fall, en del av en undervisningsmetod eller en viss pedagogisk profil. Fallstudier används för att få en bild och förståelse av specifika frågor och problem som rör den pedagogiska praktiken (Merriam, 1994: 36), det syftar till att ”förstå och tolka observationer av pedagogiska skeenden och företeelser” (Merriam, 1994: 17). I den här uppsatsen är det fyra barn som studeras när de spelar ett matematiskt datorspel och observationer och analyser sker utifrån det enskilda barnets utveckling. Det primära vid en fallstudie är att man använder sig av flera olika metoder, såsom observation, intervju, enkät och textanalys (Johansson & Svedner, 2006: 71), men det går även att använda sig av endast ett verktyg vilket kommer att göras i den här uppsatsen. Merriam (1994: 41) skriver att i stället för att enbart beskriva sina observationer, tar forskaren all den information han eller hon har tillgång till och utvecklar en uppsättning kategorier som på något sätt ger en bild av olika sätt att gripa sig an uppgiften. I observationerna av de fyra barn som den här uppsatsen är byggd på har jag tillsammans med min handledare utformat ett kategorischema som sedan har använts vid analyser. Kategorierna som vi använde i observationerna har hjälpt till i arbetet att ge en bild av hur en möjlig utveckling kan ha skett.

I studier av kvalitativt slag är huvudsyftet att tolka och förstå händelser och beteenden i olika kontexter och oftast innebär studien färre undersökningspersoner. Man vill genom en kvalitativ studie gestalta något genom t ex en observation. Man tror mer på forskarens egen tolkning och förståelse än att finna mönster som skulle vara generellt för alla människor (Stukát, 2005: 32).

De observationer som jag kommer att genomföra innebär att jag tittar på händelser och beteenden utifrån ett strukturerat schema (Esaiasson, Gilljam, Oscarsson, & Wängnerud, 2007: 352). När observationer utgår från ett kategorischema blir de systematiska vilket innebär att de också skulle passa inom ramen för en kvantitativ studie. Syftet med min uppsats är att åskådliggöra den utveckling som sker under spelets gång, det kan bli fråga om att notera frekvensen av de händelser och beteenden som uppstår (Stukát, 2005: 51), men det är fortfarande det enskilda barnets utveckling som är intressant att studera.

4.2 Observation

I en observation får man kunskap direkt hämtad från ett sammanhang vilket kan vara en fördel jämte intervjuer och enkätundersökningar. I en videoobservation har jag möjlighet att fånga barnens handlingar i stunden (Merriam, 1994: 102). Då mitt datamaterial består av videodokumentation är den självklara metoden observation. Enligt Stukát (2005: 49) kan forskaren genom observation använda flera sinnen och sig själv som mätinstrument. Han nämner även att i en videoobservation kan man ta del av både det verbala och det icke-verbala, i den här uppsatsen kommer fokus ligga på det icke-verbala. Nämnas ska dock att om barnen ifråga uttalar något av vikt kommer det att noteras, men fokus i den här analysen ligger på handling.

Videoobservationen som jag utfört var av strukturerad form vilket innebär att jag använder mig av ett kategorischema där specificerade handlingar ska registreras (Stukát, 2005: s 50). Strukturen för schemat har jag tillsammans med min handledare konstruerat. Kategorierna som jag utgår ifrån i min analys hänvisar till beteenden och handlingar utifrån händelser i datorspelet.

Fördelarna med att använda videoobservation som metod är att jag kan gå tillbaka i materialet fler gånger, data jag samlar in i mitt kategorischema är konkret och lätt att begripa vilket kan mana till fortsatta studier (Stukát, 2005: s 49-50). Nackdelarna med videoobservation kan vara att de observerade barnen kan känna sig obekväma med kameran. En reflektion att ha med sig i analysen av videoobservationerna är att det är svårt att tolka känslor och tankar, det är de yttre handlingarna jag ser och kan arbeta utefter (Stukát, 2005: s 50).

4.3 Urval

Forskningsprojektet som jag tar del av *Villkor och redskap för utveckling av aritmetiska kompetenser* samlade under våren 2009 in videomaterial från en pilotstudie. Det videomaterialet har jag fått ta del av och det består av 24 filmer när barn spelar *The Number Practice Game*. Det är 12 deltagande barn och varje barn har filmats två gånger. Projektets urval av deltagare är barn i förskolan och förskoleklass. Utifrån de 12 deltagande barnen valde jag att titta närmare på 4 av dem. Jag ville ha en jämn könsfördelning vilket gjorde att jag valde två flickor och två pojkar. Barn 1 var intressant då hon verkade ha en god uppfattning av tal men en sämre förmåga till att känna igen mönster, en utveckling av *conceptual subitizing* skulle vara intressant att skönja. Barn 2 utmärkte sig genom sitt annorlunda sätt att placera fingrarna på handkontrollerna när hon svarade i spelet. Barn 3 valdes ut på grunderna att han vid första anblicken verkade ha svårare för matematiken och spelet än de andra och därför skulle en utveckling av hans förmåga att se antal vara intressant att följa. Barn 4 skilde ut sig på sitt sätt att svara under spelets gång, och sin tävlingsinstinkt i spelet.

4.4 Material

The Number Practice Game är ett matematiskt datorspel utvecklat för att studera barns utveckling av aritmetiska färdigheter (Emanuelsson, et al., 2009). Datorspelet syftar till att få barn att se men även känna en mängd utan att först behöva räkna varje objekt i ett mönster. Utformningen av datorspelet är alltså inte bara av visuell karaktär utan tanken är även att en sinnlig erfarenhet ska uppträdda genom att svaren sker med hjälp av barnens egna fingrar (Lindström, et al., 2002).

Tanken med *The Number Practice Game* är att ett eller två mönster visas på skärmen och om barnets förmåga att svara förbättras ökar antalet objekt i ett mönster eller i en mönsterkombination samtidigt som exponeringstiden blir mindre/kortare. Nivån för hur långt man kan nå i spelet är obegränsad, men den går också att sätta till en viss gräns (Lindström, et al., 2002). I den här pilotstudien som jag studerar är gränsen satt till 10.

När ett barn sätter sig för att spela *The Number Practice Game* börjar de med att välja en figur som representerar dem. De har även möjlighet att välja vilken nivå de vill börja på. För att kunna svara finns det specialutformade handkontroller som barnen ska använda. Handkontrollerna består av fem tangenter på vardera kontrollen och är utformade efter handens anatomi. När spelet startar kommer en mönstersekvens visas som innehåller ett mönster med objekt i som kan variera mellan talen 1-10 (bild 1). En mönstersekvens kan också innehålla en kombination av två mönster där det sammanlagda antalet objekt ska fastställas, det sammanlagda antalet överstiger dock aldrig tio objekt. Det är spelet som står för variationen av mönstersekvenser. Under en mönstersekvens ”flyter” mönstret runt på spelytan i olika riktningar och hastighet, när det är en kombination av två mönster rör de sig runt oberoende av varandra. Det här gör det svårare för barnen att räkna varje objekt för sig.

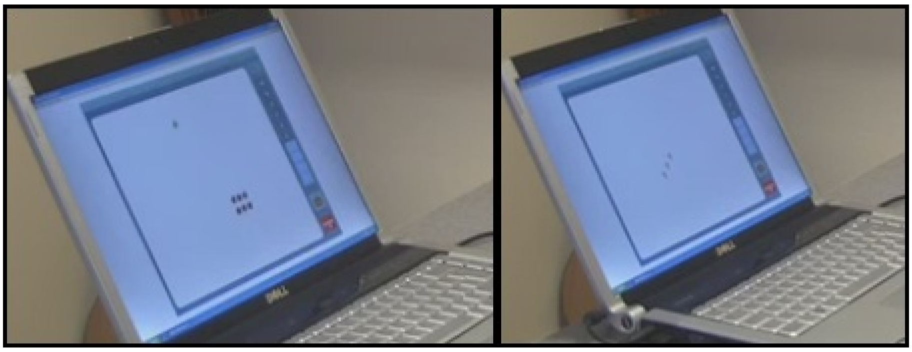


Bild 1. Mönstersekvenser i *The Number Practice Game*

Uppgiften blir att svara på hur många objekt som visas innan svarstiden tar slut. För att svara använder barnen handkontrollerna och svarar med hjälp av sina fingrar. Barnet måste hålla ned tangenterna i ca 1,5 sekund för att spelet ska acceptera svaret. Är det rätt svar hörs en fanfar, är svaret fel hörs ett ljud som visar på att det blev fel. Det finns 10 nivåer i spelet. De första nivåerna visar mönster med mindre antal objekt i och svarstiden är längre, desto bättre det går för barnet desto högre upp på nivåskalan kommer de. Under den tid som barnet klättrar på nivåskalan kortas svarstiden ned och antal objekt i mönstren ökar. Skulle ett barn svara fel på för många mönstersekvenser så flyttas de ned en nivå. Från nivå 6 och 7 är det inte längre möjligt för ett barn som räknar objekten på skärmen att sedan hinna med att svara på handkontrollerna. På nivå 9 visas mönstren i 10 sekunder och på nivå 10 visas mönster endast i 5 sekunder, vilket innebär att man inte ens hinner räkna objekten visuellt (Lindström, et al., 2002).

Handkontrollerna som tillhör datorspelet var från början utvecklade att användas av människor som skrev på maskin. Potentialen att istället använda dem inom forskning gjorde att de byggdes om och anpassades till att användas i studier av barn som spelar datorspel i lärande syfte, som exempelvis *The Number Practice Game*. Utifrån tidigare studier som gjorts med *The Number Practice Game* har både spel och handkontroller vidareutvecklats och uppdaterats. Fördelar med handkontrollerna är att de accepterar olika kombinationer av nedtryckningar och att de är ergonomiskt anpassade efter händerna (Lindström, et al., 2002).

Mönstersekvens kommer jag att använda i uppsatsen och syftar då till en sekvens i spelet där ett eller två mönster visas. Mönsterkombination syftar till de gånger då en mönstersekvens innehåller två mönster och barnet ska kunna svara på hur många sammanlagda objekt två mönster består av.

4.5 Etiskt övervägande

Forskningsprojektet har tydliga ramar för hur de etiska övervägandena ska hanteras. Deras erfarenheter från tidigare forskning inom liknande områden har utvecklat deras etiska och juridiska rutiner. De förhåller sig till Vetenskapsrådets regelverk, etiska forskningsprinciper och personuppgiftslagen.

> att ges i form av personliga kontakter och brev i projektets inledningsskede samt Detta ställer särskilda krav på information om registerhantering och personuppgiftsansvarig samt om studiens syfte, genomförande och resultat till studiens deltagande barn, föräldrar och pedagoger. Denna information kommer kontinuerligt genom hela projektet bl.a. genom en särskild hemsida för föräldrar och lärare (Emanuelsson, et al., 2009: 6)

Jag följer forskningsprojektets föreskrifter och kommer i min uppsats benämna barnen vid siffror, barn 1-4, för att deras identitet ska få vara fortsatt anonym.

4.6 Genomförande

För att skapa mig en allmän uppfattning om datorspelet, deltagarna, beteenden och händelser var första steget i genomförandet att observera alla 24 videofilmer jag fått tillgång till. När jag studerat dem och kommit fram till vad mitt syfte med uppsatsen var formade jag tillsammans med min handledare kategorier utifrån olika händelser i videomaterialet som stämde överens med de frågeställningar jag inledningsvis presenterat. Min uppgift var att observera videofilmerna och utifrån syfte och frågeställning analysera den data som genom kategorischemat (se bild 2) framkommit. Schemat bestod av sju kategorier som skulle hjälpa mig att analysera barnens svarsmetoder och utveckling i spelets gång.

Mönster	Fingersättning	Svarar direkt	Räknar tangenter	Räknar först på skärm, svarar sedan direkt	Räknar först på skärm, räknar sedan tangenterna	Övriga noteringar
4a+1				ja		
1		ja				
2		ja				

Bild 2. Kategorischema

4.6.1 Mönster

Observationen av varje barn utgick från de mönster som visades på skärmen. Varje mönster skrevs ner i schemat i form av mönsterkoder (se bilaga 1). Mönsterkoderna som jag använde mig av är en sammanställning gjord av Langsrud, Sagström & Toivonens (2008).

4.6.2 Fingersättning

I kategorin för *fingersättning* illustrerar varje prick en tangent vilket vidare motsvarar ett finger som trycks ned på handkontrollen. Under observationen tittade jag på hur barnen placerade sina fingrar på kontrollerna. Om barnen *svarar direkt* ringade jag in hela mängden, svarar barnen genom att *räkna tangenterna* är varje tangent inringad var för sig (se bild 3). Om mängden av två mönster t ex är sju och barnen endast kan *svara direkt* upp till fem och sedan *räknar tangenterna* för de två kvarvarande talen ringade jag in hela mängden fem och sedan ringade jag in de andra tangenterna var för sig (se bild 3).

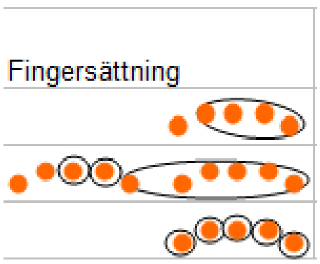


Bild 3. Fingersättning

4.6.3 Svarar direkt

I kategorin för *svarar direkt* markerade jag när ett barn utan att först räkna tangenterna eller räkna på skärmen trycker ned rätt antal tangenter. Om barnen *svarar direkt* men det visade sig att det var fel gjorde jag en notering om det i *övriga noteringar*.

4.6.4 Räknar tangenter

I kategorin för *räknar tangenter* angav jag om barnet innan det svarar räknar de tangenter som ska tryckas ned.

4.6.5 Räknar först på skärm, svarar sedan direkt

I den här kategorin angav jag om barnen först räknar de antalet objekt som visas på skärmen. Deras metod för att räkna på skärmen kan visas genom att peka eller nicka mot skärmen. När barnen räknat antalet på skärmen kan de *svara direkt* på handkontrollerna.

4.6.6 Räknar först på skärm, räknar sedan tangenterna

I den här kategorin markerade jag om barnen först räknar de antalet objekt som visas på skärmen. Deras metod för att räkna på skärmen kan visas genom att peka eller nicka mot skärmen. När barnen räknat antalet på skärmen går de vidare till handkontrollerna och *räknar tangenterna* för att kunna svara.

4.6.7 Övriga noteringar

I den sista kategorin gjordes noteringar när barnen svarar fel. Notering görs också om barnet trycker ned rätt antal tangenter men datorspelet ger fel. Dessutom görs en markering om mönsterigenkänning. Om annat som jag trodde kunde vara av betydelse för studien uppkom noterades även det.

4.7 Metodkritik

4.7.1 Reliabilitet

Reliabilitet betyder att man tittar på tillförlitligheten på själva mätinstrumentets kvalité (Stukát, 2005: 125). I den här uppsatsen har en kontroll gjorts av det kategorischema som analysen baseras på. Min handledare har oberoende av mig fått analysera ett av de fyra barn som jag observerat med hjälp av det tänkta kategorischemat. Efter att analysen var gjord träffades vi för att jämföra vad vi var eniga om, vilka punkter som vi inte var eniga om och om det fanns några andra element som borde ha funnits med i schemat.

Resultatet av våra oberoende analyser visar att 1 % av de mönster som visades inte var överensstämmande, även fingersättning var 1 % som inte var överensstämmande. I kategorin *Räknar först på skärm, svarar sedan direkt* var det 6 % som inte var överrensstämmande och kan förklaras med att vi tolkat barnet olika gällande huruvida det räknar innan det svarar eller endast tänker och dröjer något innan det svarar. Sammanfattningsvis kan man konstatera att vi var väldigt överens i våra analyser och efter den här mätningen har vi kommit fram till ett gemensamt sätt att analysera på som jag sedan följt i mina analyser. Att jag tillsammans med min handledare har testat kategorischemat och diskuterat fram en bra analysprocess stärker reliabiliteten.

4.7.2 Validitet

Validitet betyder att man mäter hur bra det man vill veta om något går att finna med sitt mätinstrument. För att validiteten ska kunna mätas måste reliabiliteten också ha undersökts (Stukát, 2005: 126). Validiteten i den här uppsatsen är god, det är ett tydligt syfte som går igen i det kategorischema och den analys jag gjort. Genom kategorischemat har jag fått fram relevant data för att kunna analysera och finna ett resultat på de frågeställningar jag har.

4.7.3 Generaliserbarhet

De resultat som framkommer angående en möjlig utveckling av barns taluppfattning kan inte bedömas vara generella för alla. Antalet barn som jag observerat är väldigt få och varje barn är unikt och utvecklas olika. Möjligt är dock att se mönster som stämmer in på flera av barnen men att uttala sig generellt för barns taluppfattning är inte möjligt. Grunden för fortsatta studier på fler barn är dock möjlig och kanske att man då kan finna mer generella resultat.

5. Resultat och Analys

I det här avsnittet kommer jag utifrån mina observationer att redovisa resultat och analyser. Jag har valt att presentera ett barn i taget där det först är en redovisning av resultat och sedan en analys.

5.1 Barn 1

Observation 1

I observation ett har barn 1 spelat i 9 minuter och 50 sekunder, under den tiden hann hon svara på 97 mönstersekvenser. Resultatet av observation ett visar att barn 1 *svarar direkt* på 66 mönstersekvenser av 97 möjliga. 30 av mönstersekvenserna svarar hon på genom *räknar först på skärm, svarar sedan direkt* och 1 mönstersekvens hinner hon inte med att räkna eller svara på överhuvudtaget. 5 av de 97 mönstersekvenserna svarade hon fel på och 4 av de felen gjordes när det handlade om större tal mellan 6-10. Det visade sig också att det var svårt för barn 1 att känna igen mönster som översteg fem objekt. Barn 1 räknar 11 av de 97 mönstersekvenser som översteg fem objekt i ett mönster men hann ej med att svara. De fel och de gånger som barn 1 ej hann svara var mönster *7a* och *8b* med vid flera mönstersekvenser, men även andra mönster med talen *3, 6, 7* och *8* var svåra för barn 1 att känna igen. Fingersättningen hos barn 1 visade att hon använder höger kontroll och sin högra odelade hand och utgår från den i alla svar som alltid är direkta även om hon vid några tillfällen får räkna objekt på skärmen först. Hon svarar från vänster till höger på höger kontroll. Fingersättningen visar hur barn 1 gör om mönsterkombinationer på skärmen till heltal på kontrollen, men visar även hur barn 1 kan dela upp ett heltal i sina delar.

Observation 2

I observation två spelade barn 1 i 6 minuter och 46 sekunder, under den tiden hann hon svara på 62 mönstersekvenser. I resultatet av observation två visas att barn 1 *svarar direkt* på 46 av 62 mönstersekvenser. 16 av de mönstersekvenserna faller inom kategorin *räknar först på skärm, svarar sedan direkt*. 3 av dessa 16 mönstersekvenser består av mönsterkombinationen *2+3* vilket är ovanligt då det understiger fem objekt i varje mönster, resterande 13 mönstersekvenser bestod av objekt större än fem. 3 av 62 mönstersekvenser svarar hon rätt på men datorn ger fel. Fingersättningen utgår från höger kontroll och den högra odelade handen. Alla svar ges i heltal. Motivationen hos flickan är inte hög, hon gäspar flera gånger och tittar åt annat håll.

5.1.1 Analys

68 % av gångerna svarar barn 1 direkt på de mönsterkombinationer som visas under en mönstersekvens. När hon blir tvungen till att först räkna på skärmen för att fastställa antal kan hon ändå sedan svara direkt. Barn 1 visar redan i första observationen en god uppfattning av räkneramsan, hon är på *The Numerable Chain Level* (Fuson, 1992) där en förståelse för att se att tal kan delas upp i mindre delar eller ses som enskilda tal utvecklats.

Fingersättning

Uppfattning om fingertal har hon vilket också går att se i fingersättning. Hon är medveten om att hennes hand är lika med fem och utgår från den. Hennes tillvägagångssätt är att svara genom att göra om mönsterkombinationerna för varje mönstersekvens på skärmen till heltal på kontrollen, samtidigt som hon visar på en förmåga att även kunna se och dela upp ett heltal i sina två delar. Det kan tolkas som att hon har tillägnat sig en god uppfattning om ”det odelade 5-talet” och är på en nivå där hon ser fingertal (Neuman, 1989).

Mönster

Barn 1 får svårare att *svara direkt* när de mönster som visas under en mönstersekvens består av mer än fem objekt. Hon känner inte längre igen de mönster som visas vilket innebär att hon måste räkna varje objekt i mönstret för att få fram ett svar. Förmågan att se en mindre mängd i en blink, *subitizing,* innebär att man kan hantera grupper om 2-3 objekt. Barn 1 har förmågan att se grupper om 4-5 objekt vilket innebär att hon redan är på god väg att lära sig att se del- och helhetsrelationer (Clements, 1999). Att känna igen mönster av större antal är en förmåga som måste tränas in och att döma av barn 1 har hon inte fått chans till att öva på mönster där större antal förekommer.

I observation två ser man en stor utveckling av barn 1 från observation ett. I observation två hann hon med alla mönstersekvenser, 74 % *svarar direkt* och 26 % *räknar först på skärm, svarar sedan direkt*.

Det som var problematiskt för henne under första tillfället var de mönster där antal objekt översteg fem. Hon kände inte igen dem och hade svårt att genom att titta på dem se antal objekt. Den stora skillnaden är att barn 1 i observation två har lättare att hinna svara även när de högre talen visar sig, hon räknar fortfarande de flesta av talen över sex men hon hinner ändå svara direkt. Genom att räkna och skapa sig modeller för mönster på fingrarna kan fallenheten för att se större mängder t ex i olika mönster utvecklas (Neuman, 1989).

Det här tyder på en utveckling hos barn 1 i förmågan att känna igen mönster men också en bättre förmåga att kunna se relationen mellan del- och heltal vilket hon var på god väg att tillägna sig redan under den första observationen.

5.2 Barn 2

Observation 1

I observation ett har barn 2 spelat i 8 minuter och 35 sekunder, under den tiden hann hon svara på 59 mönstersekvenser. Resultatet av observation ett visar att barn 2 *svarar direkt* på 47 mönstersekvenser av 59 möjliga. 9 av mönstersekvenserna svara hon på genom *räknar först på skärm, svarar sedan direkt* och i 3 av mönstersekvenserna använder hon metoden *räknar först på skärm, räknar sedan tangenterna*. 10 av de 59 mönstersekvenserna genererade fel svar och alla var tal större än 6. De mönster som återkommer när barn 2 svarar fel är *3a* och *6b,* de mönster som är svårast att känna igen är mönster med fler antal objekt i, *6, 7* och *8*. Fingersättningen hos barn 2 visade att hon utgår från vänster kontroll och sin vänstra odelade hand. Mönsterkombinationer där objekten inte överstiger fem i antal lägger barn 2 de flesta gånger ihop till heltal. Dock visar hon på att hon även kan dela upp mindre heltal i delar när t ex en mönstersekvens visar mönster *3b* och barn 2 svarar genom att dela upp svaret i *2+1*. Hon svarar även ofta med en fingersättning där både höger och vänster hand/finger används.

Observation 2

I observation två spelade barn 2 i 8 minuter och 34 sekunder, under den tiden hann hon svara på 73 mönstersekvenser. I resultatet av observation två visas att flickan *svarar direkt* på 71 av 73 mönstersekvenser. Endast 2 av de mönstersekvenserna faller inom kategorin *räknar först på skärm, svarar sedan direkt*. Hon svarar direkt på 25 av de 27 mönstersekvenser där mönsterkombinationerna består av 6-10 objekt. 4 fel markeras varav alla 4 består av mönsterkombinationer där objekten överstiger fem. I observationen ser man hur barn 2 delar upp mönster *6c=3+3*, detsamma gör hon med mönster *6b+1=3+4* och *7b+1=3+5*, för att i nästa stund svara på mönster *6a* med hela handen plus ett finger och detsamma med mönster *7b+1*, hela handen plus två fingrar (bild 4). Hon delar ofta upp mindre mönsterkombinationer när hon svarar.

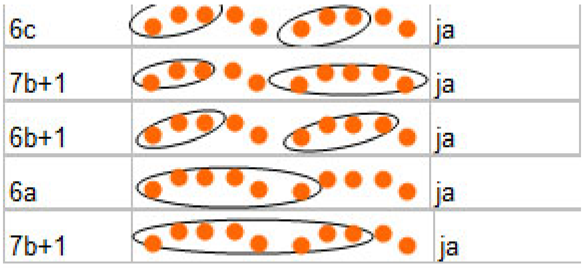


Bild 4. Fingersättning barn 2

Hon ser ut att vara ointresserad, vänder och vrider på sig tittar ut mot annat rum och suckar lätt. Fingersättningen i observation två är väldigt ojämn. Barn 2 använder både höger och vänster hand för att svara.

5.2.1 Analys

79 % av svaren som gavs av barn 2 under observation ett föll under kategorin *svarar direkt*, 15 % av svaren tillhör kategorin *räknar först på skärm, svarar sedan direkt* och 5 % av svaren tillhör kategorin *räknar först på skärm, räknar sedan tangenterna*. Barn 2 ligger inom *The Unbreakable List Level*, vilket innebär att hon är på god väg att uppnå en antalsuppfattning. Hon använder räkneramsan och förstår att koppla räkneord till objekt (Fuson, 1992). Barn 2 har en kardinal förståelse för mindre tal och är på god väg att förstå de större talen.

Fingersättning

Fingersättningen visar att barn 2 har en uppfattning att hennes vänstra hand som hon oftast svarar med är lika med fem. Hon kan se och svara direkt på en mönsterkombination *4+1=5* genom att lägga hela handen på vänster kontroll. Samtidigt kombinerar hon gärna vänster och höger hand vid fingersättning, t ex *3+2=5*, då sätter hon ned tre fingrar på vänster och två fingrar på höger, är mönsterkombinationen *2+1=3* sätter hon ned två fingrar på vänster och ett finger på höger. Barn 2 använder sig av den strategi som Neuman (1989) benämner ”Uppskatta sista”, vilket bland annat innebär att barn 2 inte nödvändigtvis har uppfattat tanken om den odelade handen, hon vet att hela handen är lika med fem men det innebär inte att hon alltid använder den som utgångspunkt vid räknande. Barn 2 har troligtvis inte heller utvecklat en full förståelse för sina fingertal och dess mönster då hon behöver räkna på tangenterna för att se talen, hon är fortfarande i begynnelsen av att förstå att varje finger står för ett räkneord och är en egen enhet.

Mönster

Genom att barn 2 använder fingerräkning i sin process att tillägna sig en förståelse av tal kan hon vidga sin förmåga till att se antal större än tre (Neuman, 1989). Hon tillägnar sig en mer utvecklad förmåga till *subitizing*, hon har som Clements (1999) beskriver börjat utveckla en förmåga att dela upp en helhet i delar och sedan ge varje del ett eget räkneord. Barn 2 har dock inte kommit så långt att hon kan hantera mönster större än fem. Mönster *5b* känner hon igen vilket kan förklaras av att det går att jämföra med tärningsmönstret för fem. När mönster bestod av antal om sex, sju eller åtta objekt fick barn 2 räkna på skärm för att avgöra hur många som visades. Det här tyder på att barn 2 inte har lärt sig hur man kan konstruera en förmåga att se större tal i en blink, vilket också visar att uppfattningen att förstå del- och helhetsrelationer inte är fullt utvecklad.

I observation två har en stor utveckling skett av barn 2 förmåga att se och *svara direkt,* i observation två är svarsfrekvensen 97 %. Hennes antalsuppfattning har också utvecklats och hon har enligt Fusons (1992) modell nått *The Breakable Chain Level.* En stor förändring har skett vad gäller tendensen att behöva räkna objekt på skärm, endast 3 % av svaren behövde barn 2 först räkna. I observation ett var det svårt för barn 2 att se antal från sex och upp till tio, hon använde sin hand som att hon visste att den var lika med fem men att uppfatta den odelade handens principer gjorde hon inte. I observation två har barn 2 utvecklats i sitt förhållande till den odelade handen vilket ett tydligt exempel kan illustrera; Mönstersekvensen som visas består av kombinationen *7b+3,* barn 2 ser fem, trycker ned hela vänsterhanden på vänster kontroll samtidigt som hon tittar mot skärmen och verkar avläsa de två objekt som återstår av mönster *7b,* lägger ihop dem med mönster *3a* och får en till ”femma”. Samtidigt som hon tittar mot skärmen ser man hur hon på höger kontroll placerar varsitt finger på varje tangent. Hon behövde inte räkna vare sig mot skärmen eller på tangenterna även fast det var ett högre tal.

Barn 2 har enligt Neumans (1989) strategier utvecklat en uppfattning av ”det odelade 5-talet” där hon uppnått nivån ”se på fingertal”. Att hon utvecklat en uppfattning om ”det odelade 5-talet” kan också styrkas av hennes förmåga att hantera olika mönster som del och heltal. Igenkänning av mönster är också en bidragande orsak till att en förändring skett. Genom att räkna och skapa sig modeller för mönster på fingrarna kan fallenheten för att se större mängder t ex i olika mönster utvecklas (Neuman, 1989).

5.3 Barn 3

Observation 1

I observation ett har barn 3 spelat i 10 minuter och 34 sekunder, under den tiden hann han svara på 54 mönstersekvenser. Resultatet av observation ett visar att pojken *svarar direkt* på 23 mönstersekvenser av 54 möjliga där de flesta mönster består av en mängd på två till tre objekt. 31 av mönstersekvenserna svarar han på genom *räknar först på skärm, svarar sedan direkt* och det är mönster som överstiger tre objekt. 8 av de 54 mönstersekvenserna svarade han fel på och 7 av de felen gjordes när det handlade om tal mellan 6-10.

När en ny mönstersekvens visar sig och pojken ska svara tar han flera gånger hjälp av sig själv genom att uttala de mönster han ser eller räknar högt för sig själv samtidigt som han trycker ned de tangenter som genererar ett svar. De mönster som varit svåra för barn 3 att se var *6c* och *7b* men även andra mönster med tal sex och sju.

Fingersättningen hos barn 3 visade att han använder höger hand, en förändring sker dock i mitten av spelet då barn 3 börjar använda vänster hand, det gäller främst när han ska trycka ned tal fem och fyra. Under spelet upptäcker pojken att han kan svara genom att titta på mönstren och sedan svara precis som de visar sig, t ex *2+1,* då trycker han ned två tangenter och sedan en tangent. När barn 3 svarar genom delar utgår han de flesta gånger från det största talet. Ett problem som uppstår hos barn 3 och som blir väldigt tydlig i observationen är hans förmåga att räkna rätt på skärm men svara fel på kontrollerna, det gäller då främst högre tal mellan 6-10.

Observation 2

I observation två spelade barn 3 i 8 minuter och 31 sekunder, under den tiden hann han svara på 31 mönstersekvenser. I resultatet av observation två visas att pojken *svarar direkt* på 7 av 31 mönstersekvenser. 8 av 31 mönstersekvenser använder han *räknar först på skärm, svarar sedan direkt* och 16 av de 31 mönstersekvenserna hamnar under kategorin *räknar först på skärm, räknar sedan tangenterna*. Av de 31 mönstersekvenser som visas under spelets gång är det 4 gånger som pojken inte hinner svara. 9 av de 31 mönstersekvenserna genererade fel svar och 8 av dem var tal större än sex. Svåra mönster som noterades under observation två var *3b, 3e, 4a, 4b och 6b* även mönster med objekt större än fem var svåra att hantera.

Fingersättningen hos barn 3 visar att höger hand och kontroll är utgångspunkt. Under observation två ser man vid upprepade tillfällen hur barn 3 räknar objekten på skärmen och sedan svarar genom att trycka ner hälften av de tangenter som representerar ett svar. Ett exempel är då ett mönster för tal sju visas, pojken räknar på skärmen säger, ”7”, han vänder sig mot kontrollerna och trycker ned vänster pekfinger och möjligtvis två fingrar till och en tangent på motsvarande hand. Han får fel men fortsätter på samma vis tills forskaren som finns med i rummet frågar pojken om han verkligen trycker ned så många tangenter som behövs. Pojken anser att han gör det och fortsätter spela och få fel. Vid ett tillfälle tittar så pojken ned mot kontrollerna och sina fingrar och börjar räkna dem, han inser då att endast tre tangenter varit nedtryckta istället för de sju som han trott.

5.3.1 Analys

42 % av gångerna svarar barn 3 direkt på de mönsterkombinationer som visas under en mönstersekvens, 57 % av gångerna tillhör svaren kategorin *räknar först på skärm, svarar sedan direkt.* Barn 3 använder sig av räkneramsan och kopplar ihop räkneord och objekt, han ligger på *The Unbreakable List Level* (Fuson, 1992).

Barn 3 har svårt för att se tal större än tre, det är då han går över till att använda metoden med att först räkna på skärmen innan han kan svara. När barn 3 räknar på skärmen säger han ofta det slutgiltiga talet högt, man kan ana en ordinal och kardinal förståelse. Att han använder sig av sin egen röst och att han räknar genom att peka på skärmen kan vara ett sätt att förtydliga och än mer förkroppsliga intrycken av talen.

Fingersättning

Barn 3 utgår i de flesta fall från höger hand men han använder även vänster hand. Det kan påvisa att han fortfarande inte tillägnat sig en full förståelse för den odelade 5-handen även fast han svarar med den och kan se att hela handen + ett finger är sex. Tydligt blir också att förståelsen för den odelade handen inte infunnit sig när barn 3 efter fingertal sex har svårt för att placera fingrarna på rätt fingertal, han chansar eller svarar med sex fast han räknat till att det är sju eller åtta objekt i mönsterkombinationen. När barn 3 svarar direkt blir det väldigt tydligt att han har en förmåga till *subitizing* då antalet objekt inte överstiger två eller tre. Han kan både lägga ihop de mindre talen och dela upp dem, det tyder på en utveckling av räkneorden och deras innebörd (Neuman, 1989). Som jag nämnt i resultatet så börjar barn 3 efter en stund in i spelet se att mönsterkombinationerna är i två delar, han börjar då svara genom att dela upp fingrarna (bild 5). Det leder till att han i viss mån även kan hantera en grupp om fyra objekt. Barn 3 är enligt Neumans (1989) teori om fingertalens utveckling på den första nivån ”Uppskatta sista”.

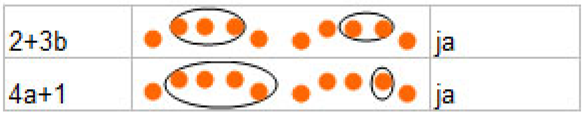


Bild 5. Fingersättning barn 3

Mönster

Det är svårt för barn 3 att tyda de mönster som består av objekt större än fyra. Han har inte lärt sig känna igen tärningsmönster, vilket kan vara en första steg till att skapa sig en förmåga att se större mängder. Om barn 3 ska komma vidare i sin begreppsutveckling av tal är förmågan att uppfatta tal genom fingerräkning av betydelse för en vidgad *subitizing*.

I observation två kan ingen utveckling uppfattas. Det är istället svårare för barn 3 att svara direkt, han använder sig av metoden *räknar först på skärm, räknar sedan tangenterna* i 51 % av svaren. Han får många fel, 29 %, och flera gånger hinner han inte med att svara när han räknat, 9 %. Orsaken till att barn 3 agerar så annorlunda mot första observationen är svår att förklara.

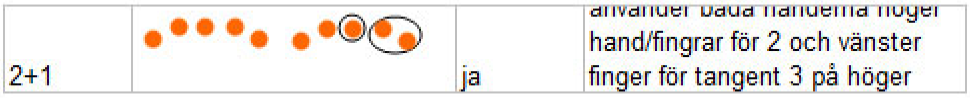
5.4 Barn 4

Observation 1

I observation ett har barn 4 spelat i 8 minuter och 50 sekunder, under den tiden hann han svara på 104 mönstersekvenser. Resultatet av observation ett visar att barn 4 *svarar direkt* på 96 mönstersekvenser av 104 möjliga. 4 av mönstersekvenserna svara han på genom *räknar först på skärm, svarar sedan direkt* och 1 mönstersekvens hamnar under kategorin *räknar först på* *skärm, räknar sedan tangenterna*. 3 gånger noterades att barn 4 inte hann svara på en mönstersekvens, 2 av dessa tillfällen handlade det om tal över fem. 12 av de 104 mönstersekvenserna svarade han fel på, alla felen gjordes när det handlade om större tal mellan 6-10.

De mönster som var svåra för barn 4 att följa var speciellt *7a*, men de andra mönstren som bestod av sex, sju och åtta objekt var också svåra för pojken att se. När mönsterkombinationerna blir högre får barn 4 räkna på skärm först, vilket innebär att han blir stressad och istället chansar när det blir många objekt på skärmen.

Fingersättningen hos barn 4 visade att han utgår från höger kontroll och höger hand. När mindre mönsterkombinationer visas använder barn 4 dock gärna båda händerna för att svara på höger kontroll. T ex; en mönstersekvens där en mönsterkombination av *2+1=3* visas, då lägger han två högerfingrar och ett vänsterfinger på höger kontroll (bild 6).



2+1		ja	använder båda händerna höger hand/fingrar för 2 och vänster finger för tangent 3 på höger

Bild 6. Fingersättning barn 4

Fingersättningen visar hur barn 4 svarar med likadan uppdelning av antal objekt som mönsterkombinationerna på skärmen är uppdelade. 42 % av gångerna svarar barn 4 genom delarna. När han svarar med delar börjar han oftast med att trycka ned det största talet. När objekten på skärmen blir större och barn 4 inte längre kan se antal trycker han ned alla tangenter för att sedan titta upp mot skärmen och försöka se eller räkna det rätta antal objekten.

Observation 2

I observation två spelade barn 4 i 6 minuter och 18 sekunder, under den tiden hann han svara på 76 mönstersekvenser. I resultatet av observation två visas att pojken *svarar direkt* på 72 av 76 mönstersekvenser. 2 av 76 mönstersekvenser använder han *räknar först på skärm, svarar sedan direkt* och 1 av de 76 mönstersekvenserna hamnar under kategorin *räknar först på skärm, räknar sedan tangenterna*. Av de 76 mönstersekvenser som visas under spelets gång är det 2 gånger som pojken inte hinner svara. 1 av de 76 mönstersekvenserna genererade fel svar.

De mönster som är svårare för barn 4 att se består av objekt om sex och åtta. Fingersättningen har blivit mer finslipad, barn 4 använder kontrollerna vant och sitter hela tiden med fingrarna över dem för att enkelt kunna trycka ner rätt tangenter när en mönstersekvens uppenbarar sig. Barn 4 delar upp svaren men inte lika ofta, de mindre talen svarar han med genom heltal. Barn 4 är lugn och ser smått uttråkad ut framför spelet.

5.4.1 Analys

92 % av gångerna svarar barn 4 direkt på de mönsterkombinationer som visas under en mönstersekvens, 3 % av gångerna tillhör svaren kategorin *räknar först på skärm, svarar sedan direkt*. 11 % är svar som var fel. Barn 4 ligger på *The Unbreakable List Level* (Fuson, 1992), vilket innebär att han är på god väg att uppnå kardinal förståelse vilket i sin tur leder till en utvecklad antalsuppfattning.

Barn 4 har en förmåga att hela tiden svara i delar. Han ser *2+1* och svarar då med två fingrar på två tangenter och ett finger på en annan tangent. Det är med hjälp av den här metoden som han har en sån hög *svara direkt* frekvens. Han behöver inte fundera ut hur mycket det blir eller hur många objekt som visas då han inte lägger ihop mönsterkombinationer till heltal.

Fingersättning

Han utgår från höger hand och kontroll, men använder vänster hand frekvent. Han delar upp sina svar och förflyttar vänster hand mellan de båda kontrollerna, när mönsterkombinationerna är lika med eller mindre än fem. Utifrån de uppfattningar och strategier Neuman (1989) beskriver har barn 4 inte ännu helt tillägnat sig en förståelse för sina fingertal, då han inte kan hantera antal över sex. Barn 4 ser tal över sex som många. Barn 4 är medveten om att hans högra hand är lika med fem men att från det förstå hur han kan dela och lägga ihop tal med hjälp av fingerräkning är inte uppnått. Är det tal större än fem börjar han alltid med det största talet först men har sedan inte en uppfattning om hur han går vidare utan trycker då ned ”många” tangenter på andra kontrollen. Det här kan tyda på att han är i fasen Neuman (1989) kallar för ”det odelade 5-talet”, han lär sig fortfarande att ”namnge fingertal” men har börjat förstå att hans hand är lika med fem och att tal över fem är ”handen + något”. Att han inte har en uppfattning om hur många tangenter han ska trycka ned när en mönstersekvens med en mönsterkombination som *7a+1* visas, gör att han i flera fall inte hinner svara eller att svaret han ger blir fel.

Mönster

Barn 4 har en förmåga till *subitizing* som alla har med sig från födseln, han kan urskilja grupper om två och tre, till och med fyra och fem. Att barn 4 tillägnat sig förmågan att urskilja grupper om fyra och fem kan ha att göra med igenkänning av tärningsmönster, det betyder inte att han förstått innebörden i talbegreppen. Hade barn 4 en förmåga till att konstruera större mängder av objekt hade han sett delarna i de mer avancerade mönster som visades (Clements, 1999).

I observation två har en utveckling av barn 4 uppfattning av fingertal skett. Han har uppnått en nivå där han är medveten om den odelade handen som är lika med fem. Han kan genom att titta på sina fingrar avgöra vilka tangenter som ska tryckas ned. Han har enligt Neumans (1989) strategi ”det odelade 5-talet” uppnått nivån ”se på fingertal”. I andra observationen har barn 4 utvecklat sin ordinala och kardinala förståelse, han kan börja räkna från vilket objekt som helst och ändå hålla ordning på talsekvensen och vilket objekt han redan räknat. Enligt Fuson (1992) har han uppnått *The Breakable Chain Level.*

En förändring har även skett i sättet som han väljer att svara, mindre tal som i observation ett delades upp i två delar lägger han nu ihop till en helhet. De större tal som han vid observation ett chansade på genom att trycka ned alla tangenter när han svarade har han nu strukturerat upp. Barn 4 använder sig av metoden ”störst först”, men verkar nu ha en uppfattning om den halvdecimala struktur som ”det odelade 5-talet” medför. Barn 4 kan enkelt svara direkt när en mönsterkombination som *6b+1* visas då han vet att *5+1=6+1=7*

6. Slutdiskussion

I den här avslutande delen kommer jag att väva samman det teoretiska avsnittet med det resultat jag fått. Jag kommer att diskutera intressanta observationer och funderingar som kommit upp under uppsatsens gång samt reflektera över valet av metod och förslag till fortsatt forskning. Till sist kommer en avslutande reflektion.

Syftet med den här uppsatsen var att åskådliggöra barns utveckling av antalsuppfattning genom datorspelet *”The Number Practice Game”.* Resultat skulle skönjas genom att observera barnens relation till del-del- och helhet och deras förmåga till igenkänning av mönster. Av de fyra barn jag observerade visade tre på en förändring från observation ett till observation två. Det var en utveckling i förmågan att *se* och *svara direkt*.

6.1 Resultatdiskussion

Barn 1 hade en god uppfattning om sina fingertal redan under det första observationstillfället. I Fusons (1992) modell över tillägnandet av taluppfattning anser jag att barn 1 redan under första observationen nått en nivå där hennes kunskaper är jämförbara med *The Numerable Chain Level.* Hon verkade ha en förståelse för den kardinala och ordinala struktur som hennes fingertal utgör, jag tolkade det även som att hon hade uppnått en förståelse för delar och helhet och addition. I observation två är det än tydligare att barn 1 är på en nivå där hon kan *se fingertal* som ingår i Neumans (1989) strategier för utveckling av bastalen men även som går att jämföra med Fusons (1992) *The Numerable Chain Level.*

Både barn 2, 3 och 4 är under första observationstillfället anser jag på god väg att uppnå en taluppfattning. Precis som Ahlberg (1995), Doverborg och Pramling Samuelsson (1999), Fuson (1992) och Holgersson (1996) menar använder sig alla av räkneramsan vilket är grundläggande för vidare talutveckling. Det är i första observationen inte troligt att de helt förstått den samtida kardinala och ordinala struktur som de tio bastalen utgör (Fuson, 1992; Neuman, 1990) vilket innebär att de är någonstans i *The Unbreakable List Level* (Fuson, 1992). I observation två ser det ut som i alla fall barn 2 och 4 kommit vidare till en ny nivå på sin väg mot att tillägna sig en god taluppfattning. Enligt Fusons (1992) modell tolkar jag det som att barn 2 och 4 har uppnått nivån *The Breakable Chain Level,* samtidigt som de också enligt Neumans strategier nu använder sig av att se på fingertal och har en uppfattning om den odelade 5-handen.

Barn 3 som i den första observationen låg på samma nivå som barn 2 och 4 utifrån Fusons (1992) modell, har i observation två stagnerat. Vad det beror på är svårt att säga utifrån en videoobservation, vilket gör att jag inte kommer att tala närmare om barn 3s andra observationstillfälle.

Det som försvårade för alla fyra barn i första observationstillfället var den förkortade svarstiden i kombination med de olika mönster som visade sig där antal objekt översteg fem. Det är svårt även om man har en god uppfattning om tal att hinna med att både räkna och svara om de mönster som visar sig inte är kända för en. För alla fyra barn var mönster från fem objekt och uppåt svåra att *se.* Alla fick vid första observationstillfället *räkna på skärm* för att komma fram till ett svar. I de situationerna kunde man även skönja de olika kunskaper barnen hade om räkneramsans innebörd. Barn 1 som inte kände igen mönster men ändå hade en god uppfattning av räkneramsan, kunde svara direkt efter att hon räknat medan de tre andra barnen fick räkna tangenter efter att ha räknat på skärm för att kunna svara.

I observation två hade dock även barn 2 och 4 utvecklat sin uppfattning om räkneramsan och dess tal vilket gjorde att de inte behövde räkna tangenter när de svarade. Barn 1, 2 och 4 visade en markant förändring anser jag i deras sätt att bemöta mönster där antalet objekt översteg fem i andra observationen. Alla hade tid att räkna eller se mängden och svara innan tiden gick ut. Det påvisar att med endast lite övning genom att spela datorspelet kunde barnens förmåga att uppfatta större mängder och förmågan att hitta strategier för att räkna objekt i en större mängd utvecklas. Detta kan styrkas av både Neuman (1989) och Clements (1999) teori om att en förståelse för del-del- och helhetsrelationer utvecklas i takt med att man ser mönster både på sina fingertal men även genom att träna på att se olika kanoniska mönster.

Alla barn hade en hand som de oftast utgick ifrån när de skulle svara på handkontrollerna. Men både barn 2, 3 och 4 kunde ibland byta hand eller använda båda händerna för att svara på en kontroll. Barn 1 utgick konsekvent från sin högra hand när hon svarade och jag lade märke till att hon alltid började från vänster på den högra handen när hon svarade. Neuman (1989) hävdar att en korrekt fingersättning ska utgå från att lillfingret på den hand som är ens odelade hand är fingertal 1, men när barn 1 använder sin odelade hand så är alltid tummen fingertal 1. Enligt Ahlberg (1997: s 69) är det inte alls säkert att barn namnger sina fingrar såsom Neuman (1989) hävdar, Ahlberg (1997) såg i en studie hon gjorde med sexåringar att de inte gav specifika namn till sina fingrar däremot skapade de enheter mellan tal och finger eller till en grupp fingrar. Jag tolkar barnens fingersättning som att de utgår från en hand men de har inget specifikt finger som är deras tal 1.

Barn 2 verkar i båda observationerna men främst i den första inte vara helt bekväm med handkontrollerna då hon ofta vrider och formar händer och fingrar väldigt annorlunda när hon ska placera dem, även barn 3 och 4 har svårt för att vara konsekventa i sin placering av fingertal. Ahlberg (1997: 57) talar om variationer i hur barn använder sina fingrar när de löser matematiska problem. Hon konstaterar också hur barn kan vrida och vända på händer och fingrar för att lösa en uppgift och att de kan börja från olika håll och med olika fingrar för att räkna. Hon menar att det är svårt för vissa barn att lära sig använda sina fingrar när de löser matematiska problem och det krävs övning för att blir mer förtrolig med sin fingerräkning. I observation två är det en skillnad både hos barn 2 och 4 vilket kan ha att göra med deras möjlighet till att öva på hur de ska hantera sina fingertal när de använder handkontrollerna i datorspelet.

I en tidigare c-uppsats som gjorts inom samma forskningsprojekt var deras slutliga resonemang kring resultat att barn utvecklar talbegreppslig förmåga genom användandet av fingerräkning vid svarandet istället för att svara med talsymboler (Langsrud, et al., 2008). Även i den första studie som gjordes om *The Number Practice Game* av Lindström et al., (2002) visade resultaten att barnen genom att spela ett datorspel där en taktil förmåga stimulerades utvecklade en förståelse av de tio bastalen samt att deras aritmetiska förmåga utvecklades. Resultaten blev än mer tydliga när barnen i de intervjuer som gjordes efter experimentet visade på en utvecklad förmåga att lösa olika aritmetiska uppgifter genom att använda sig av fingerräkning. Jag anser det intressant att göra en jämförelse med de tidiga studier som gjorts med Lindström och Ekeblad (1989) och Neuman (1990). Syftet med de studierna var att visa hur man kunde använda datorn som ett verktyg för att gynna utvecklandet av grundläggande aritmetiska begrepp (Lindström & Ekeblad, 1989). I den rapport som gjorts av Neuman (1990) diskuterades även hur datorns möjligheter och begränsningar fungerade som läromedel för barn med matematiksvårigheter. De datorspel som användes i de två sistnämnda studierna var av liknande karaktär som *The Number Practice Game*. Skillnaden på de äldre datorspelen och *The Number Practice Game* var möjligheten till att använda sin taktila förmåga genom handkontroller.
Resultaten från de två studierna visade att insikter om räknestrategier infann sig hos barnen och även förmågan att skapa separata talföreställningar om del-del- och helhetsmönster. Det

var dock inte fulländat enligt Neuman (1990) då den viktigaste komponenten inte visade sig utvecklas, den gemensamma halvdecimala del-del-helhets struktur inom de tio bastalen. Denna förmåga kräver användning av fingertal vilket inte var möjligt i något av spelen, det innebar att den samtida kardinala och ordinala strukturen inte kunde uppnås vilket är av stor betydelse för att nå en antalsuppfattning. I förhållande till de här resultaten tänker jag att *The Number Practice Game* är ett datorspel väl anpassat för att kunna främja utvecklandet av de tio bastalens halvdecimala struktur.

En annan viktig aspekt av de resultat som Lindström, Ekeblad (1989) och Neuman (1990) kom fram till är att datorn inte på egen hand ska fungera som ett läromedel, de ser istället datorn som ett verktyg där barn och elever tillsammans med pedagoger och lärare skapar sig mer kunskap. Det här är något som jag finner väldigt intressant då jag själv anser att om datorspel ska vara ett verktyg i undervisningssammanhang eller finnas tillgängligt på förskolor så ska det vara minst två barn som tillsammans spelar och det ska finnas en pedagog nära som kan handleda och stödja barnen i spelet. I *The Number Practice Game* har barnen i den pilotstudie jag tagit del av suttit i ett separat rum ensamma med endast en forskare närvarande som inte är där för att samspela med barnen under spelets gång. Det är möjligtvis ett medvetet val från forskarna men intressant skulle vara att se vilka resultat som visar sig om situationen istället varit mer samspelande.

Jag har som jag tidigare skrivit observerat barnens svårigheter med att placera sina fingrar på handkontrollerna. Jag har i litteraturen funnit relevanta förklaringar till deras fingersättning men jag vill ändå belysa en annan möjlig förklaring till det. Handkontrollerna har utvecklats sedan den förra studien gjordes (Lindström, et al., 2002) och ska nu vara enklare i sin utformning och det ska vara lättare att trycka ned tangenterna. Jag tror dock att handkontrollerna kanske fortfarande inte är helt anpassade efter ett barns hand och fingrar. Det ser ut som att alla fyra barn ibland avstår att använda tummen överhuvudtaget då det inte går att ha tummen placerad på den tangent som är avsedd för tummen.

En annan observation jag gjort är att spelet vid ett flertal tillfällen under olika barns sessioner ger dem fel fast de tryckt ned rätt antal tangenter. Barnen kanske i vissa lägen ser ut att hålla ned alla tangenter men ändå missar någon enstaka, jag tror dock det kan leda till att barnen när de ska trycka ned tangenterna vid andra tillfällen tar i väldigt mycket, de använder flera gånger två händer som för att verkligen pressa ned en ”hand”. Langsrud et al., (2008) tar också upp det här i sin uppsats och beskriver hur de observerar att barnen blir trötta och att det kan påverka barnens intresse för att spela. De menar att barnens motivation, lust och koncentration försvinner efter ca 10 minuter och att handkontrollerna kan vara en del av problemet. Jag ser också att barnen i observation två har mindre motivation och snabbare tröttnar på spelet men tror inte det har med handkontrollerna att göra utan snarare att det har blivit för enkelt för dem och att spelet i sig är ganska enformigt.

Jag såg en stor skillnad på barn 4 från observation ett jämfört med observation två vad gäller lust att spela. I första observationen var han väldigt uppspelt och ivrig, han tog sig an *The Number Practice Game* med stort engagemang. Jag tolkar det som att han spelat mycket datorspel innan och han hade en vana av att hantera datorn, kontrollerna och musen. Han hade en mycket högre svarsfrekvens än de andra tre barnen och han tävlade mot datorn och strävade efter att nå den högsta nivån, han övade inte på fingertal. I den andra observationen var han inte alls lika engagerad. Han svarade direkt i 92 % av mönstersekvenserna, hade endast ett fel så han gjorde bra ifrån sig men glöden att tävla mot spelet och nå den högsta nivån i spelet var borta. Barn 1 och 2 visade också på ett mindre engagemang men det var inte lika tydligt som för barn 4.

Om spelet behöver bli roligare är svårt att säga, kanske är det så att barnen utvecklats så pass att spelet blir för enkelt, en annan nivå eller en svårare ”bana” kanske skulle finnas. Langsrud et al., (2008) ställer sig i sin uppsats frågande till om *The Number Practice Game* enkla utformning räcker åt barn av idag som är vana vid datorspel och kanske kräver mer för att vilja spela. Med tanke på att *The Number Practice Game* är ett spel tänkt att användas i lärande syfte och resultat som Lindström och Ekeblad kom fram till redan 1989 visar på att barn blir distraherade av andra saker i det spel de studerar så kanske ett spel utan en massa finesser är att föredra. Det kan fortfarande vara ett spel som lockar till engagemang så länge det är på rätt nivå och barnen märker att deras färdighet förbättras. Malone (1984) talar om olika svårighetsgrader, *variable difficulty levels*, som syftar till att skapa en viss osäkerhet hos spelarna inför vad som komma skall. Det i sin tur skapar motivation hos spelare att fortsätta. Det är viktigt att ett spel inte är för lätt eller för svårt, det kan då bli svårt att behålla spelaren intresserad.

6.2 Metoddiskussion

Att arbeta utifrån en fallstudie där kvalitativa observationer utgör metod var självfallet då jag ville titta på varje barn och se deras individuella utveckling. En större studie med fler barn hade möjligtvis kunna ge en mer generell bild av hur *The Number Practice Game* fungerar som ett lärande datorspel.

För att få fram mer detaljerad data hade kategorischemat kunnat utvecklas. Jag upptäckte att den kategori jag benämnt ”övriga noteringar” blev fylld med data som kunde ha utgjort fler kategorier.

Min utgångspunkt för den här studien baseras endast på videomaterial, vilket innebär att jag endast kan observera det jag ser. Om för- och efter intervjuer gjordes med barnen hade det varit intressant att ta del av för att kunna komplettera observationer och utifrån de båda metoderna skönja en eventuell förändring eller utveckling i deras taluppfattning.

Jag anser att det resultat jag fått stämmer överens med vad jag förväntat mig att finna, känner dock att jag endast varit och skrapat på ytan av ämnet. Tillgång till mer bakgrundsmaterial hade kunnat ge en bredare och utförligare analys av spelets potential och barns möjligheter till utveckling.

6.3 Vidare forskning

Vidare forskning inom ämnet skulle kunna behandla de mönster som i spelet är återkommande. Enligt Clements (1999) så finns det vissa mönster som är lättare att känna igen än andra. Barn ser i regel rektangulära mönster enklast, följt av linjära, cirkelformade och kodade mönster. Jag noterade de mönster som upprepade gånger gav barnen problem och såg då att mönster *6a, 6b, 6c, 7a, 7b, 7e* var mest förekommande, Langsrud et. al., (2008) hade också noterat mönster som gav svårigheter för barnen i deras studie, *4c, 5a, 6a*. Våra iakttagelser skiljer sig åt och det ska tilläggas att jag inte vet hur de analyserat och kommit fram till just dessa mönster, därför skulle en mer samlad studie där man fokuserar mer på mönster möjligtvis vara en idé att forska vidare på.

Ett annat spår att forska vidare på kan vara att titta närmare på hur barnen använder fingrarna utifrån Neumans (1989) teori om att lillfingret alltid är nummer ett och att barnen använder fingrarna i rätt ordning vid räkning. Utifrån mina observationer använder barnen olika fingrar för fingertalen, och det barn som utifrån mina tolkningar i första observationen har mest förståelse av fingertal börjar med tummen utan att hon verkar ha bekymmer med det.

6.4 Avslutande reflektion

Resultatet av den här studien visar att tre av de fyra observerade barnen utvecklat sin förståelse av tal genom att utveckla sina förmågor i del-del- och helhetsrelationer och att se större mängder genom igenkänning av mönster. I inledningen till den här uppsatsen skrev jag om mina förväntningar på vad jag själv skulle ta med mig från den här studien. Jag hoppades på fördjupade kunskaper i yngre barns matematik och ställde mig frågande till om ett datorspel verkligen kan hjälpa barn i deras utveckling av förståelse av tal och aritmetiska kunskaper. Jag har utan att göra någon djupdykning i litteratur kring datorspel som lärande redskap sett att *The Number Practice Game* har en viss inverkan på barns utvecklande av tal, dock kan jag inte säga om det är enbart spelet eller om det fanns andra yttre faktorer som påverkade taluppfattningen hos tre av de fyra barnen. *The Number Practice Game* är precis som jag nämnt tidigare i uppsatsen ett datorspel för observation av lärande även om möjligheten till att utveckla aritmetisk kompetens finns. Det viktiga från det här datorspelet är den information man får genom att studera barnen, hur och vad tillägnar sig barnen genom spelet. Min kunskap om yngre barns matematik var begränsad innan studiens avstamp, vid studiens slut kan jag konstatera att mina erfarenheter av tillägnandet av grundläggande matematik har stärkts. Det jag känner är den största förändringen är hur jag ska tänka kring matematik och hur jag tillsammans med barnen kan arbeta kring fingertal.

Om vi sätter på oss våra matematikglasögon och tillsammans med barnen börjar använda matematik i vardagliga sammanhang där barn kan se meningen med matematik kommer det också bli meningsfullt för dem. Vygotskij menar att vi som lärare och pedagoger har en viktig uppgift i att stödja barnen i deras utveckling av ”vardagsuppfattningar till begrepp - alltså att ge ord innebörder som efter hand blir allt mindre bundna till sammanhanget” (1977 i Neuman, 1989: s 120). Läroplanen påvisar att ”arbetslaget skall stimulera barns nyfikenhet och begynnande förståelse av skriftspråk och matematik” (Utbildningsdepartementet, 1998: s 10)

Jag tänker att man som pedagog och lärare måste vara medveten om och intresserad av att veta hur den livsvärld som dagens barn befinner sig i ser ut. Datorspel är en stor del av barnens vardag och genom studier där datorspel är redskap för lärande kan nya kunskaper skönjas och utvecklas och man kan förhoppningsvis se möjligheten med datorspel som ytterligare ett verktyg i undervisning. Även om *The Number Practice Game* är ett verktyg för observation av aritmetiktillägnande anser jag att man kan resonera om datorspel som ett nytt redskap för lärande i skolans verksamhet. I läroplanen för förskolan står att pedagoger och lärare har ansvar för att,

> ”Den pedagogiska verksamheten skall genomföras så att den stimulerar och utmanar barnets utveckling och lärande” (Utbildningsdepartementet, 1998: 8).
>
> ”Skolan skall ansvara för att eleverna inhämtar och utvecklar sådana kunskaper som är nödvändiga för varje individ och samhällsmedlem. Dessa ger också en grund för fortsatt utbildning” (Utbildningsdepartementet, 1994: 9).

Vi som pedagoger och lärare har ett viktigt uppdrag, att få barn och elever från förskolan och uppåt att på ett lustfyllt, utvecklande och lärofyllt sätt skapa förutsättningar för lärande. Att utgå från den livsvärld som barn och elever befinner sig i där bland annat datorspel finns anser jag visar på engagemang och intresse. På rätt vis kan vi tillsammans med barnen skapa förutsättningar för lärande.

Barns användande av fingertal i samspel med datorspel kan utveckla aritmetisk kunskap.

7. Referenslista

Ahlberg, A. (1995). *Att möta matematiken i förskolan : matematiken i temaarbetet* (No. 1995:14). Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för pedagogik.

Ahlberg, A. (1997). *Children`s way of handling and experiencing numbers*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

Clements, D. H. (1999). Subitizing: What Is It? Why Teach It? *Teaching Children Mathematics*.

Doverborg, E., & Pramling-Samuelsson, I. (1999). *Förskolebarn i matematikens värld*. Stockholm: Liber AB.

Dysthe, O., & Igland, M.-A. (2003). Vygotskij och sociokulturell teori. In O. Dysthe (Ed.), *Dialog, samspel och lärande*. Lund: Studentlitteratur.

Ekeblad, E. (1996). *Children - learning - numbers : a phenomenographic excursion into first-grade children's arithmetic*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

Emanuelsson, J., Holgersson, Lindström, B., & Ottosson, T. (2009). Villkor och redskap för utveckling av aritmetisk kompetens. Vetenskapsrådet.

Esaiasson, P., Gilljam, M., Oscarsson, H., & Wängnerud, L. (2007). *Metodpraktikan : konsten att studera samhälle, individ och marknad* (3:1 ed.). Stockholm: Norstedts juridik.

Fuchs, L. S., Fuchs, D., Hamlet, C. L., Powell, S. R., Capizzi, A. M., & Seethaler, P. M. (2006). The Effects of Computer-Assisted Instruction on Number Combination Skill in At-Risk First Graders.

Fuson. (1992). Research on whole number addition and subtraction. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 190-200). New York: Macmillan.

Holgersson, I. (1996). Utveckling av talbegrepp. *Nämnaren, Nr 3*. Retrieved from http://nbas.ncm.gu.se/node/16790 2010-05-24

Johansson, B., & Svedner, P. O. (2006). *Examensarbetet i lärarutbildningen : undersökningsmetoder och språklig utformning*. Uppsala: Kunskapsföretaget.

Langsrud, E., Sagström, J., & Toivonen, J. (2008). *Ett matematiskt datorspel – En fallstudie av barn som spelar the Number Practice Game* (Examensarbete inom lärarutbildningen No. VT08-7810-02). Göteborg: Göteborgs Universitet, Sociologiska institutionen.

Lindström, B., & Ekeblad, E. (1989). *The computer as a tool for deeloping basic arithmetic skills* (No. 22:1989:14). Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för pedagogik.

Lindström, B., Marton, F., Lindahl, M., & Packendorff, M. (2002). Enhancing Arithmetic Skills by Boosting The Sensuous Experience of Numbers Through Perceptual – Bodily Interaction with a Computer Game. Göteborgs Universitet.

Malone, T. W. (1984). Heuristics for Designing Enjoyable User Interfaces: Lessons from Computer Games. In J. C. Thomas & M. L. Schneider (Eds.), *Human factors in computer systems*

New Jersey: Ablex Publishing Corporation.

Merriam, S. B. (1994). *Fallstudien som forskningsmetod* (B. Nilsson, Trans.). Lund: Studentlitteratur.

Neuman, D. (1987). *The origin of arithmetic skills : a phenomenographic approach*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

Neuman, D. (1989). *Räknefärdighetens rötter* (1.3 ed.). Stockholm: Utbildningsförl.

Neuman, D. (1990). *Datorn som möjlighet för elever med matematiksvårigheter* (No. 23:1990:08). Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för pedagogik.

Stukát, S. (2005). *Att skriva examensarbete inom utbildningsvetenskap*. Lund: Studentlitteratur.

Utbildningsdepartementet. (1994). Läroplanen för det obligatoriska skolväsendet, förskoleklassen och fritidshemmet Lpo 94 Available from http://www.skolverket.se/publikationer?id=1069
Utbildningsdepartementet. (1998). Läroplanen för förskolan: Lpfö 98 Available from http://www.skolverket.se/publikationer?id=1067

Bilaga 1

Mönster förklaring (Langsrud, Sagström &Toivonen 2008)