

Att stödja och utforska lärande med hjälp av digitala läromedel

Agneta Gulz & Magnus Haake

Inledning

Det finns två huvudsakliga svar på frågan varför forskning och utveckling, F&U, i området digitala läromedel är viktig. Det första är relativt uppenbart: Det produceras idag allt fler digitala läromedel som används i ökad utsträckning i skolan. För att kunna ta fram digitala läromedel av hög kvalitet krävs forskning och utveckling. Det andra och mindre uppenbara svaret är att digitala läromedel också kan fungera som forskningsinstrument och ge nya kunskaper och insikter om lärande och läroprocesser. I detta kapitel utvecklar vi, med hjälp av konkreta illustrationer från andras och egna F&U-projekt, dessa två svar.

Utveckla digitala läromedel som ger pedagogiska mervärden

Det digitala mediet i sig – detta förtjänar att understrykas – har inte något pedagogiskt värde. En direkt digitalisering av ett icke-digitalt läromedel är i grunden ointressant. Det talades tidigt om ”bok-på-burk” och det råder samstämmighet om det låga pedagogiska värdet i detta. Däremot är det angeläget att utveckla digitala läromedel som *tillför något* genom att stödja elevers lärande på sätt som är svårt eller omöjligt att göra med icke-digitala metoder. Exemplen i detta avsnitt handlar om detta¹².

Lära själv genom att lära ut – stödja elevers lärande och utveckling genom att erbjuda dem att ta en annan roll än de brukar

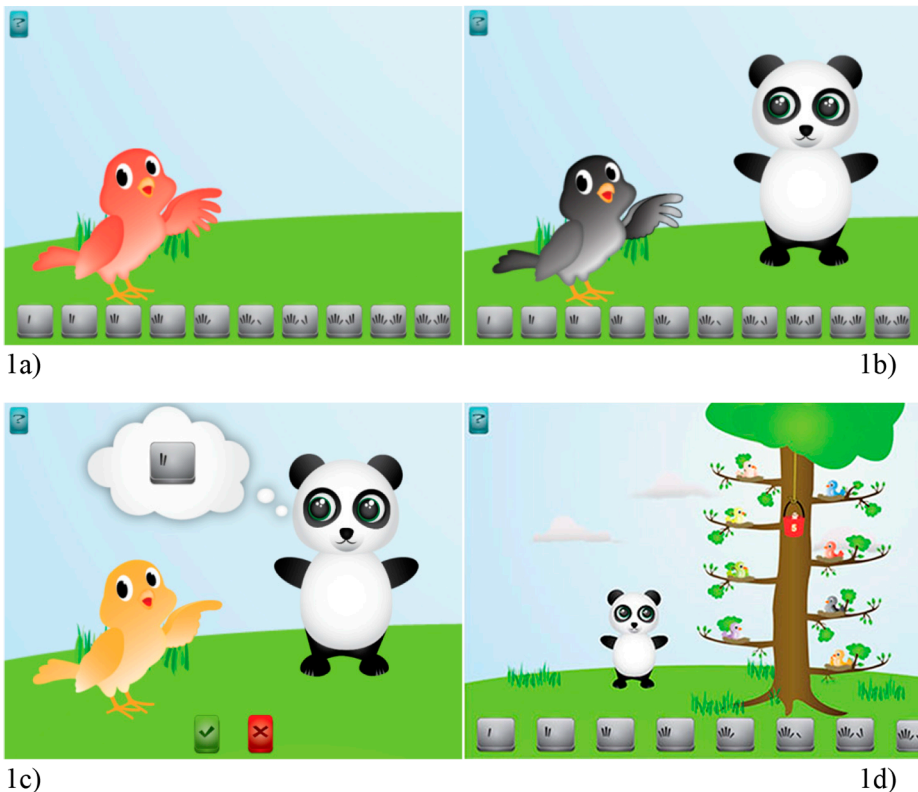
Många lärospel innehåller digitala karaktärer – dels *agenter* som är självständigt agerande karaktärer och dels *avatarer* som eleven själv kontrollerar som en slags digital självrepresentation. En elevs avatar kan ha ett helt annat utseende än eleven själv

12 Vi vill också hänvisa till kapitel 5 av Björn Sjödén, som tar upp följande (möjliga) pedagogiska mervärden i digitala läromedel: automatisk individanpassning genom att systemet identifierar vilken svårighetsnivå som är lämplig för de olika eleverna; ett obegränsat tålamod från systemet i att erbjuda stöd och feedback till en elev så länge hon eller han önskar.

vad gäller ålder, längd, genus, kroppsbyggnad, hårfärg, osv. Detta ger effekter av liknande slag som man känner till från traditionella icke-digitala rollspel, nämligen att man stimuleras att släppa fram och experimentera med andra egenskaper och ageranden än de vanliga. Eftersom det är lättare att laborera med fysiska egenskaper i digitala rollspel än i icke-digitala, kan de digitala rollspelen på ett särskilt kraftfullt sätt underlätta för människor att gå in i roller som är långt ifrån deras gängse. I en serie studier har Bailensson och kollegor (Yee & Bailenson, 2007; Yee, Bailenson & Ducheneaut, 2009) systematiskt visat hur avatarers utseende kan generera ageranden som skiljer sig från personens vanliga *real-life*-ageranden. Som exempel kan en person med en avatar, som till skillnad från henne själv är lång, uppträda betydligt mer självsäkert och uppvisa betydligt större självförtroende än annars. Studierna visar att effekterna delvis härrör från personens självbild eller egenuppfattning, oberoende av hur andra uppfattar henne och vilket gensvar de ger henne (Yee, Bailenson & Ducheneaut, 2009; Yee & Bailenson, 2009). Självbildens påverkan på agerandet kallar forskarna *Proteus-effekten*, efter den grekiske guden Proteus som brukade anta olika skepnader. Resultat från Yee och Bailenson (2007) visar också att man inte bara anpassar sin identitet till sin avatar medan man agerar i den digitala miljön, utan även bär med sig sätt att agera när man lämnar miljön och går tillbaka till *real life*.)

Liksom icke-digitala rollspel kan användas pedagogiskt, finns sådana möjligheter för digitala rollspel. En speciell roll som vi – Educational Educational Group, vid Lunds och Linköpings universitet¹³ – i flera projekt erbjuder eleverna att ta är *lärarrollen*. I så kallade *Teachable-Agent (TA)*-lärspelel agerar eleven lärare och undervisar en digital adept. Figur 1 illustrerar grundtanken i ett av oss utvecklat *TA*-baserat lärspelel för förskolebarn. I ett första steg, figur 1a), spelar barnet själv. Uppgiften är att hjälpa fågelungar att komma till den trädgren där deras föräldrar sitter. I steg två, figur 1b), kommer *TA:n*, här i form av pandan Panders, som vill lära sig hur man gör för att hjälpa fågelungarna att komma till rätt gren i trädet.

13 <http://www.lucs.lu.se/educational-technology/>



Figur 1a) till 1d).

I steg tre, figur 1c), är *TA:n* redo att själv försöka lösa uppgifterna medan barnet guidar – bland annat genom att via två knappar, längst ner i figuren, kommunicera om *TA:n* tänkt rätt eller fel. I steg fyra slutligen, figur 1d), får *TA:n* agera helt på egen hand, vilket kommer gå bättre eller sämre, beroende på hur barnet lärt upp honom.

Den pedagogiska kraften i att *lära själv genom att lära ut*, på engelska *Learning-by-Teaching*, (LBT), är vetenskapligt väl belagd (Bargh & Schul, 1980; Annis, 1983; Papert, 1993; Renkl, 1995). Dessutom har många personlig erfarenhet av att ett bra sätt att verkligen lära sig något är att undervisa någon annan. De faktorer som främst gör LBT-pedagogiken kraftfull är att:

- i) den som lär för att lära ut anstränger sig mer, lägger mer tid och bearbetar materialet mer, än den som lär för egen del. Detta verkar i sin tur härröra från en upplevelse av meningsfullhet, ett ökat engagemang i uppgiften och en känsla av ansvar för den man lär ut till (Biswas, Leelawong, Schwartz, Vye & The Teachable Agents Group at Vanderbilt, 2005; Martin & Schwartz, 2009; Chase, Chi, Oppezzo & Schwartz, 2009).

- ii) undervisande innebär ett externaliserande av de egna tankarna och resonemangen, och frågor från någon annan kan ge nya perspektiv. Detta kan leda till att man upptäcker luckor och oklarheter i den egna kunskapen som man kan söka revidera och vidareutveckla (Graesser, Person & Magliano, 1995; Roscoe & Chi, 2008).
- iii) den stimulerar den som lär ut till att reflektera över problemlösning och lärande hos någon annan. En poäng är att sådan utåtriktad metakognition – tänkande om tänkande – är mindre resurskrävande än metakognition riktat mot det egna tänkandet och lärandet, samtidigt som förmågorna till inåt- och utåtriktad metakognition relaterar till varandra på Vygotskianskt vis (Schwartz, Chase, Chin, Oppezzo, Kwong & Okita, 2009).
- iv) så kallade *self-efficacy beliefs* (Bandura, 1981; Bandura, 1997) – tron på den egna förmågan inom ett område – påverkas: ”Jag är någon som kan undervisa om X.” (Fantuzzo, Riggio, Connelly & Dimeff, 1989).

Dessa faktorer uppträder i både icke-digitaliserad och digitaliserad *LBT*. Men den digitaliserade varianten, i form av *Teachable-Agent*-lärspelet har dessutom, jämfört med den icke-digitaliserade, följande fördelar. Den främsta är att *varje elev* får och kan ta lärarrollen och utvecklas därigenom, inklusive de elever som är svaga eller osäkra på sig själva och sällan eller aldrig antar en sådan roll spontant – med vinster i ökad *self-efficacy* som följd. Därtill går det att säkra att matchningen mellan elev-läraren och hennes digitala elev är god och erbjuder en lagom utmaning för elev-läraren. Det finns inte heller någon mänsklig kamrat eller kompis som missgynnas eller drabbas för att hon eller han fick en dålig lärare. Slutligen upplever många elever själva spelinslagen som motiverande.

Tillämpningen av *LBT*-pedagogik i digitala *TA*-lärspelet är från början utvecklad vid *School of Education*, Stanford, *AAALab*. Sedan flera år har vår forskargrupp, *Educational Technology Group*, ett nära samarbete med forskare därifrån kring *TA*-lärspelet. Vid det här laget finns ett stort antal studier som visar positiva effekter i form av lärp prestationer, *self-efficacy* och motivation för elever som använder *TA*-lärspelet jämfört med elever som använder motsvarande lärspelet utan *Teachable Agents*. Resultaten gäller såväl 7-9-åringar (Pareto, Haake, Lindström & Sjöden 2012; Pareto, Arvemo, Dahl, Haake & Gulz, 2011) som 10-12-åringar (Schwartz, Blair, Biswas, Leelawong & Davis 2007; Schwartz et al., 2009; Sjöden, Tärning, Pareto & Gulz, 2011) som 12-15-åringar (Chase, Chin, Oppezzo & Schwartz, 2009; Gulz, Haake & Silvervarg, 2011).

Ökade frihetsgrader i gestaltning av genus

Den digitala sfären erbjuder större frihetsgrader än verkliga livet vad gäller att kombinera visuella uttryck och ageranden. Avatarer och agenter kan gestaltas på sätt som inte följer gängse normer, och detta kan användas pedagogiskt. Ett exempel är Bay-

lor och kollegors studier (Baylor & Plant, 2005; Baylor, Rosenberg-Kima & Plant, 2006) som visade att en digital mentor porträtterad som en ung och attraktiv kvinna ökade benägenheten hos kvinnliga studenter att välja tekniskt orienterade kurser, samt stärkte deras tro på den egna förmågan att klara kurserna.

De bakomliggande faktorerna tycktes inbegripa *role-modelling* och stöd för identitets-bildande (Bandura, 1977) på så sätt att de kvinnliga studenterna hade lättare att relatera sin egen personliga identitet till en sådan kvinnlig mentor jämfört med en mentor porträtterad som en ”typisk manlig ingenjör”. Att känna eller uppleva att någon som liknar en själv har framgång inom ett visst område har ofta starka effekter på tilltron till den egna förmågan, vilket i sin tur kan bli en drivkraft för ökad ansträngning och framgång (Hannover & Kessels, 2004). Om det är svårt att hitta rollmodeller i verkligheten – som i exemplet ovan på grund av att det (ännu) är gles med naturligt förekommande rollmodeller i form av kvinnliga teknikexperter – kan en digital miljö befolkas på annat sätt. Vår forskargrupp reagerade dock på att Baylor och medarbetare valde kvinnliga digitala mentorer som såg väldigt feminina ut. Betydligt fungerade det för att locka fler kvinnliga studenter. Men vi ställde frågorna: Vad händer om vi istället skapar mer könsneutrala karaktärer? Hur reagerar studenter – och elever i grundskola – på det?

Sedan ett antal år har vi arbetat med både *visuellt relativt könsneutrala* tjej- och kill-karaktärer samt med *visuellt androgyna* karaktärer i digitala läromedel för högstadiet. Bland annat har vi undersökt elevresponser på en visuellt androgyn karaktär jämfört med en tjej- och en killkaraktär i ett *TA*-lärspele i matematik (se figur 2). Spelet består av några delspel ur ett matematikspel utvecklat av Pareto (Pareto, Lindström, Haake, Sjödén & Gulz, 2012), som är utvidgade med en modul för en chattliknande konversation mellan elev och *TA*.



Fig. 2a) Tre karaktärer: en tjejkaraktär, en visuellt androgyn karaktär och en killkaraktär

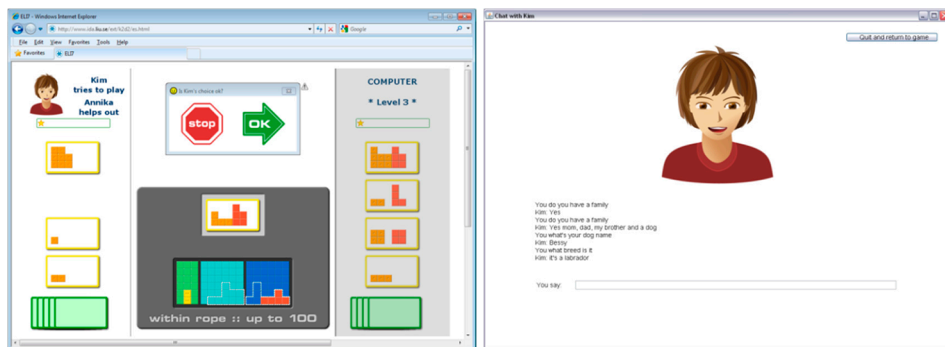


Fig. 2b) Till vänster ett exempel där TA:n Kim prövar att spela mot datorn, guidad av eleven Annika. Till höger ett exempel på en chatt-konversation mellan Annika och Kim (hennes TA).

I en av studierna deltog ca 250 12-15-åringar i Sverige, Korea och USA. Varje elev interagerade med den visuellt androgyna karaktären samt endera kill- eller tjejkaraktären, och efter varje spelsession fick de besvara en digital enkät med värderingsfrågor, två preferensval samt öppna frågor för att motivera sina preferenser. Syftet var att undersöka hur ungdomarna såg på de olika digitala karaktärerna såsom elev till dem och såsom chatt-partner. I alla tre länderna var utfallet ett positivt gensvar till den visuellt androgyna karaktären. Eleverna tenderade att föredra denna framför killkaraktären och tjejkaraktären – både som sin digitala elev och som sin konversations-/chatt-partner. Det ska poängteras att trots att eleverna *uppfattade* den visuellt androgyna karaktären som visuellt androgyn tillskrev majoriteten av dem endera ett manligt eller kvinnligt genus till karaktären, vilket t.ex. reflekterades i ett konsekvent bruk av "han" eller "hon". Detta har betydelse, då det visar att upplevelsen av en karaktär som visuellt androgyn är förenlig med att man tillskriver den kvinnligt eller manligt genus. Dock är det inte den visuella bilden som sådan som avgör. Med andra ord så kombinerar visuellt androgyna karaktärer möjligheter till identifikation på basis av genus och kön – vilket man vet kan vara pedagogiskt värdefullt på grund av rollmodellseffekter – med ökad frihet för eleverna i att själva konstruera och tillskriva genus. (Det fanns också indikationer på att några elever tillskrev den visuellt androgyna karaktären en könsneutral eller androgyn identitet.)

En annan av våra studier tog avstamp direkt från studierna av Baylor diskuterade ovan (Baylor & Plant, 2005; Baylor, Rosenberg-Kima & Plant, 2006) och undersökte möjligheter att påverka flickors intresse för tekniska utbildningar med en mer könsneutral karaktär än den Baylor och medarbetare använde. Resultatet var, att en visuellt mer könsneutral kvinnokaraktär medierade betydligt fler positiva resonemang och argument kring kvinnor i tekniska sammanhang än en visuellt könsstereotyp kvinnokaraktär. Detta gällde för både kvinnliga och manliga gymnasieelever (för mer detaljer, se Gulz & Haake, 2009).

Sammanfattningsvis finns en potential hos digitala karaktärer att erbjuda alternativa uppsättningar av roller och identiteter i förhållande till dem man finner i verkligheten och i traditionell media och, för att låna ett uttryck av Rommes

(2007), att bidra till en ökad frihet för (unga) människor att skapa en personlig "genusidentitets-cocktail". De ger möjlighet att bidra till lärmiljöer som är relativt sett friare från könsstereotyper.

Stödja svaga elever utan att dessa pekas ut samt komplettera den ofta begränsade tillgången till stöd från specialpedagoger

Ett exempel på hur man kan stödja svaga elever utan att peka ut dem är ett lek-och-lärspel för 3-5-åringar, som utvecklas av vår *Educational Technology Group* i samverkan med *Stanford School of Education*. För enkelhets skull kallar vi det ett lärs spel i matematik, men mer precist handlar det om den grundläggande begreppsliga förståelse som är en förutsättning för att ett barn ska vara mottagligt för matematikundervisning i förskola och skola. Lärspelet baseras på forskningsresultat som visar hur en grupp barn redan i 3-4 års ålder hamnar efter sina jämnåriga kamrater vad gäller denna grund. Det kan beskrivas i termer som svagt intresse för *numerosity* (Hannula, Mattinen & Lentinen, 2005) och svag utveckling av *number sense* (Griffin & Case, 1997; Griffin, 2004 a; Griffin, 2004 b; Birch, 2005). Longitudinella studier visar att dessa barn tenderar att inte klara av matematiken i skolan (Griffin & Case, 1997; Hannula, Mattinen & Lentinen, 2005; Jordan, Kaplan, Oláh & Locuniak, 2006). Andra studier visar hur svårt det är att som förälder eller förskollärare stimulera och stödja utvecklingen hos dessa barn, också när man är kunnig om problematiken. Det är svårt att notera de relativt få och svaga signaler som barnen ger jämfört med sina jämnåriga, och den uteblivna förstärkningen av dessa signaler ger snart en negativ snöbollseffekt och barnen kommer alltmer efter (Hannula Mattinen & Lentinen, 2005). Idag sker många satsningar för att stärka just matematik i grundskolan, men det aktuella lärspelet handlar om tidigare intervention än så. Det är designat för att fånga upp och stimulera en utveckling av *number sense* och ett intresse för *numerosity* hos 3-5-åringar. Det är också designat för att stimulera och att vara roligt för *alla 3-5-åringar oavsett var de befinner sig i utvecklingen*. Spelets grundnarrativ centrerar kring en liten figur som är barnets skyddsling, och som genom att barnet lär den klara saker (genom att visa hur man gör) får vattendroppar i sin vattenkanna. (Se figur 3.) Dessa använder skyddslingen för att vattna i sin trädgård, som från början är ganska torftig och tråkig.



Fig. 3) TA:n, här en mus, löser uppgifterna med att skicka upp ödlan till rätt avsats på stegen genom att peka på plattan. (Musen lyckas mer eller mindre väl, beroende på vad barnet gjort i egenskap av lärare.) När TA:n lyckas fylls en vattendroppe i vattenkannan. (TA:ns trädgård syns inte i denna figur.)

För alla barn är grundskeendet detsamma: skyddslingens trädgård växer, blomstrar och överraskar (med ibland ganska fantasifulla uppväxande saker). Men *vägen* varje barn tar genom spelet är individanpassat vad gäller: olika delspel, svårighetsgraden på dessa, hur många gånger ett visst slags problem tränas och hur snabbt man går vidare till svårare utmaningar. Centralt är att spelet erbjuder *variation* för alla och framsteg för alla, och att det finns mycket små möjligheter för barnen att urskilja något bättre/sämare.

Den senaste läroplanen för förskolan, Lgr11, framhåller såväl förberedelser för matematik som användandet av digitala medier som väsentliga inslag. Med ett pedagogiskt välgrundat digitalt lek-och-lärspel för matematik kan båda dessa mål uppfyllas, vilket är långt ifrån en självklarhet. I den uppsjö av lärspele som finns för små barn finns många som är bra som spel betraktade men har ett jämförelsevis begränsat pedagogiskt värde.

En annan fördel med det slags lärspele vi utvecklar är att spelet fungerar även om ingen i personalen är specialist på små barns utveckling av matematiska begrepp. Utan att förneka det oersättliga värdet av en mänsklig specialpedagog, kan man konstatera att en mänsklig pedagog inte räcker till för mer än ett begränsat antal barn. Ett välutvecklat lärspele med specialpedagogiskt syfte kan användas av ett obegränsat antal barn samtidigt, och vid förskolor som har begränsad tillgång till specialpedagoger. För specialpedagogen kan, vidare, ett sådant spel vara ett viktigt hjälpmedel i arbetet (se nästa avsnitt).

Sammanfattningsvis kan spel av detta slag erbjuda meningsfulla praktiker för alla barn, utan att de med särskilt långsam eller särskilt snabb utveckling pekas ut (genom att få något i händerna som är ”speciellt för dem”). Man kan också erbjuda träning för barn med särskilda behov på området utan att motsvarande specialpedagogisk kompetens finns att tillgå just då i den barngruppen eller det klassrummet.

Stöd för formativ och dynamisk utvärdering

Mängden prov, utvärderingar och tester i grundskolan har ökat under de senaste åren. Särskilt har de nationella proven ökat i antal. Ett problem är att dessa innebär *summativ* utvärdering. Resultatet på ett nationellt prov fungerar huvudsakligen som ett slags kvitto på att ”hit nådde du”. Det innehåller inte feedback på den process som föregått resultatet: vad har eleven gjort bra och varför, vad har eleven gjort mindre bra och hur ska eleven göra detta bättre och utvecklas? *Formativ* utvärdering tar, till skillnad från *summativ*, sikte på hur individen kan lära, förbättra saker och utvecklas¹⁴. För en tid sedan talade vi med en 12-åring och en 16-åring om ämnet nationella prov. Tolvåringen hade samma dag fått resultatet på sitt allra första nationella prov och utbrast indignerat: ”Jag fick inte ens veta *vad* jag gjort för fel, man fick bara poäng på de olika delarna. Jag fick inte veta vad jag gjort fel så att jag kan bättra det”. 16-åringen hade satsat ordentligt på att få till en riktigt bra slutuppsats i svenska i åk 9. När den var färdigskriven på datorn kände han sig mycket nöjd. Då gavs instruktionen: Skicka in uppsatsen via datorn och radera den därefter från den egna hårddisken. Eleven fick gå fram och visa att de gjort som de blev tillsagda. Det vill säga: Eleven skulle inte ges någon möjlighet att själva läsa igenom sin egen text, att kunna fundera, reflektera över den – eller bara ha den kvar, gå tillbaka och någon gång jämföra med hur de skriver idag. Eleven ifråga, och enligt uppgift flera av kompisarna, såg dock till att skicka över en egen kopia till annat lagringsutrymme eller spara en dold kopia på datorns hårddisk. Tack och lov för kloka ungdomar, som här agerar enligt eget huvud i en lärfientlig skolmiljö.

Summativa utvärderingar är till sin natur tillbakablickande snarare än framåtpe-kande. De har föregåtts av lärprocesser och utveckling, men lärandet som sådant för-blir i svarta lådan. Med andra ord är summativa utvärderingar otillräckliga för den som är intresserad av lärande, utveckling och pedagogiskt arbete. Varför satsas det då på *summativ*, standardiserad utvärdering snarare än *formativ*? Ett viktigt skäl är att *formativ* utvärdering kräver mycket tid och resurser. Det är här teknologin kommer

14 En annan utvärderingsform som skiljer sig från *summativ* utvärdering och har fokus på utveckling och lärande är det som ibland kallas *dynamisk* utvärdering. Kort innebär detta att man undersöker *under vilka omständigheter* en elev kan lyckas med den givna uppgiften: med si och så mycket extra tid, med si och så mycket stöd och hjälp, etc.? Det är med andra ord en form av utvärdering i linje med Vygotskys teori om *scaffolding*. Vygotsky betonar att den som lär behöver olika former av stöd under lärprocessen för att nå så långt som möjligt. Stödet kan efter hand ofta minskas eller tas bort, i likhet med en byggnadsställning, som är nödvändig under husets konstruktion men inte därefter.

in på scenen: *välutformade digitala lärspele kan ge kraftfullt stöd till formativ utvärdering*, ty med dessa kan man utvärdera *lärandeprocesser* och inte endast resultaten av dem.

Att spela ett digitalt lärspele innebär att hela tiden göra olika val. Lärspelets lämplighet som utvärderingsinstrument ligger just i detta faktum. Ett välutformat digitalt lärspele utgör en rik miljö i termer av pedagogiskt relevanta valmöjligheter: att välja sätt att angripa en uppgift, att välja att gå vidare till en svårare nivå, att välja att hantera en utmaning på olika sätt, att välja mellan olika informationskällor, att välja repetition eller inte, att välja att enträget jobba på eller att välja att ta paus med vissa mellanrum, osv. En dator kan logga alla de val eleven gör och som är av intresse för en lärare eller en utvärderare. Den kan samla information om sådant som är väl så relevant som ett slutresultat på ett klassiskt prov, såsom: hur en elev svarar på feedback av olika slag, vilka egna val eleven gör i en lärsituation när ingen talar om hur man ska välja, hur hon reagerar på förändring, i vilken grad eleven tar ansvar och driver det egna arbetet, i vilken grad eleven använder olika metoder samt väljer metoder som passar för uppgiften och/eller henne själv, hur elevens utveckling under ett lärtillfälle och från gång till gång ser ut, osv.

Vi måste dock påpeka att digitala lärspele inte kan användas rakt av för utvärdering. Detta är en *möjlig* funktion av ett lärspele vid sidan av *huvudfunktionen* att stödja lärandet. Ett digitalt lärspele som används som utvärderingsverktyg måste ha en modul som loggar spelaktiviteter och framförallt filtrerar logginformationen på ett adekvat sätt och ger en överskådlig och lättolkad sammanställning av informationen. (Matematiklärspelet för små barn, som beskrivits ovan, utvecklas med en lärarmodul som ger hjälp att identifiera de barn som har svårigheter och med vad, liksom de som tar sig genom särskilt snabbt.) Det kan inte nog betonas att denna slags sammanställningar för lärare måste gå snabbt och enkelt att ta fram och att tolka¹⁵. Om vi tänker oss användning av ett lärspele under en serie lektioner i grundskolan, bör dokumentationen till läraren i första steget handla om enkel grafisk översikt, där de olika elevernas utveckling sammanställs på ett överskådligt sätt. Efter lektionen ska läraren via denna kunna se till exempel följande: Var har många fastnat? Några fastnat? Hur ser det ut vid kända kritiska moment? Finns det elever som gjort särskilt lite eller mycket? Som lagt ovanligt mycket tid på vissa saker?

Utifrån översikten kan läraren i ett nästa steg gå in och få mer detaljerad information för enskilda elever kring sådant som: utvecklingen över tid (progressionen över alla lektioner som varit), vilka moment som klaras enkelt respektive inte, vilka strategier eleven föredrar för vissa uppgifter, vad eleven lagt ner minst och mest tid på, hur eleven hanterar svårigheter/utmaningar, hur eleven svarar på olika former av feedback, hur fokuserat eleven arbetar, och så vidare.

Information av detta slag ger läraren en god grund för att nästa lektion ha formativa pedagogiska samtal med ett antal valda elever – betydligt mindre på måfå än då

15 Viktigt är vidare att utvecklingen av dessa verktyg måste ske iterativt och involvera lärare och elever tillsammans med lärspeleutvecklare med kompetens i interaktionsdesign.

läraren går runt och ser vad eleverna gör, och där de elever som räcker upp handen eller ser ut som att de behöver hjälp blir de som får ett sådant formativt samtal.

Forskning visar entydigt att *metakognitiv kompetens* – kunskap om lärstrategier och förmåga att planera och reglera sitt eget lärande – är avgörande för en elevs framgång. Det har också visats att framgångsrika lärare använder metakognitiv information och instruerar om lärstrategier som en del av undervisningen – dock inte på ett generellt plan utan konkret och integrerat med ämnet och det eleverna arbetar med (Schneider, 2008). Det slags utvärderingsinstrument vi diskuterar ger, för varje enskild elev, sådan konkret information som kan användas i diskussioner om metakognitiva aspekter. Exempelvis, ”Kalle, när du i spelet kommer till uppgifter där du ska skriva bildtexter gör du ofta såhär, men ibland gör du såhär istället, vad tänker du om de två sätten?” eller ”Lisa, när du löste uppdraget att ta reda på hur de där olika uppfinningarna hänger ihop för att visa det för din digitala elev i spelet, jobbade du väldigt snabbt; du valde du bort vissa av källorna, hur tänker du om det?” eller ”Ellen, det här är svårt som du märker och tar tid, du väljer att lösa det bit för bit, lite varje lektion; passar det arbetssättet dig?” Jämför detta med de metakognitiva uppgifter av mer abstrakt och generellt slag, som blir allt vanligare i skolan, till exempel följande uppgift i bild för en 12-13-åring: ”Reflektera över hur nöjd du är med ditt arbete med material och tekniker, med ditt skapande och uttryck samt med din arbetsprocess totalt”, eller ett system där 9-11-åringar en gång per termin ombeskriva en generell kommentar om ”hur jag klarar att planera min arbetstid”.

En självklar men väsentlig poäng med digitala lärspele konstruerade för att både stödja och att utvärdera lärande är att utvärdering och pedagogiskt arbete blir mindre separerade och inte behöver konkurrera om tid och utrymme¹⁶.

Det talas idag en del om tjugohundratalets kompetenser (*21st Century Skills*), t.ex. att kunna ta ansvar för sitt eget lärande, kunna motivera sig själv, kunna reflektera kring de egna sätten att lära – i grunden metakognitiva kompetenser – och dessa är inskrivna i dagens läroplaner. Men utan verktyg för att avgöra om dessa nya lärmål uppnås, blir en sådan satsning ett spel för gallerierna. Här behövs nytänkande. Det behövs också *utvärderingsmetoder för tjugohundratalet*, där digitala läromedel och inte minst digitala lärspele kan spela en betydande roll.

Digitala läromedel som forskningsinstrument

Detta avsnitt handlar om digitala läromedel som verktyg för att studera lärande och läroprocesser. Flera av de lärspele som exemplifierade pedagogiska mervärden återkommer. Skälet är att de två målen för F&U om digitala läromedel – utveckla digitala läromedel med pedagogiskt mervärde samt utveckla digitala läromedel att använda som forskningsinstrument – är tätt förbundna. För utvecklingen av läromedel med pedagogiskt mervärde (mål ett) utgår man från befintlig kunskap, modeller och teo-

16 Detta är däremot en betydande konflikt när antalet summativa tester ökar i antal och betydelse.

rier från utbildningsvetenskap och kognitionsvetenskap. Sedan använder man dessa läromedel som forskningsinstrument för mål två: – att undersöka lärprocesser och i anslutning till det utvidga och förfinas modellerna och teorierna.

Vi börjar med en kort beskrivning av de egenskaper som gör digitala läromedel till potentiellt kraftfulla forskningsinstrument. Dessa utvecklas i följande avsnitt i samband med exemplen.

- i) Digitala läromedel lämpar sig för jämförande av alternativ, som till exempel alternativhypoteser eller alternativa pedagogiska upplägg. Man kan, i två eller flera versioner av läromedlet, systematiskt variera valda aspekter – medan allt övrigt är konstant – och jämföra utfallen avseende elevernas ageranden, motivation och/eller prestationer.
- ii) Digitala läromedel gör det möjligt att samla data från stora grupper av elever. Loggning av varje elevs val, väg och resultat görs automatiskt, vilket möjliggör storskalighet. Även kvalitativ data, som till exempel chatt-loggar eller frisvar på frågor i enkäter, kan samlas i stor mängd¹⁷.
- iii) De möjliggör hög ekologisk validitet i bemärkelsen att bra digitala läromedel utgör naturligt motiverande och meningsfulla aktiviteter i skolan och för eleverna.
- iv) De möjliggör hög ekologisk validitet också i bemärkelsen att de inte interfererar med eller distraherar från läraktiviteterna (jämför observationer, tänkhögt-metoder, osv.).
- v) Digitala läromedel erbjuder ett sätt att komma nära lärandeprocesser genom att studera lärandet under tiden det sker.

Utvecklingspsykologiska studier av utveckling av *number sense* och av mentaliseringsförmågor

I lärspelet för grundläggande matematik för små barn, som beskrevs ovan, loggas individernas vägar genom spelet samt deras gensvar på det som händer. Detta gör det möjligt att i detalj följa många barn och att tillföra kunskap om vissa väsentliga frågor.

Vad är det som blir svårt, när blir det svårt, och vilka mönster finns i hur barnen hanterar det? Hur ser variationen ut? – Med loggning över Internet finns möjlighet att samla in data med stor bredd och i stor skala och t.ex. hantera variabler som socioekonomiska förhållanden, landsbygd vs. stad, flerspråkighet, osv.

Hur reagerar barnen på feedback i olika former: rätt/fel-feedback vs. korrigerande feedback vs. konsekvensfeedback? – För att systematiskt studera detta skapar vi olika versioner av spelet med dessa olika feedback-former, medan allt annat är likt.

17 Denna storskaliga datainsamling kan – och bör – kompletteras med studier där ett mindre antal informanter observeras, intervjuas, osv., bland annat för att ge en uppfattning om omständigheterna kring när den storskaliga datan samlas in.

Vad betyder en övergripande berättelse eller narrativ i ett spel för så små barn? Motiverar det dem? Förvirrar det dem så att spelet blir svårare att hantera? – För att studera detta jämförs två versioner av samma spel, med respektive utan den övergripande narrativen. Studierna kan genomföras med en relativt stor mängd barn för att belysa eventuella skillnader mellan de två grupperna som använder respektive spelversion, avseende hur länge de spelar (som mått på motivation), hur många speluppgifter de klarar under första spelsessionen, hur snabbt de utvecklas och gör framsteg genom spelets olika nivåer, osv.

Ett annat utvecklingspsykologiskt område som vi utforskar med hjälp av TA-lär-spelet för 3-5-åringar är utvecklingen av så kallade mentaliseringsförmågor (Schneider, 2008). Att fullt ut förstå konceptet undervisning – att en person lär ut något till någon annan – förutsätter en hel del. Det förutsätter en insikt om att det finns andra *minds* med annan kunskap än man själv, som ser saker på ett annat sätt än man själv och därför agerar och svarar på ett annat sätt än man själv (jämför figur 4). Eftersom denna relation med någon, som kan mindre än jag och som jag lär upp, är central i TA-lär-spelet, utgör spelet ett naturligt sammanhang för att genom observation och samtal med barn som spelar, studera deras mentaliseringsförmågor. Om TA:n gör rätt i en uppgift – varför? (vet inte; den gissar; jag har lärt den; den härmar mig). Om TA:n gör fel – varför? (vet inte; råkar bli så; den förstod inte mig; den lyssnar inte på mig; den har glömt). Kognitiva kompetenser av detta slag hänger i sin tur utvecklingsmässigt samman med de metakognitiva färdigheter vi vet är viktiga för att en elev ska bli framgångsrik i sitt lärande (Schneider, 2008).



Fig. 4) Här visas hur den digitala eleven, pandan, "tänker" – vilket kan skilja från lärarens, dvs. barnets, tanke om lösningen på uppgiften.

I en av våra studier undersöker vi, vidare, hur samspelet mellan nivån av mentaliseringsförmågor och graden av förmåga att styra den egna uppmärksamheten påverkar barns fokus på sin *TA* – något vi vet är väsentligt för den pedagogiska kraften i lärspelet för äldre barn.

En metodisk styrka ligger i att studierna är integrerade i naturligt motiverande och meningsfulla aktiviteter i vardagen på den egna förskolan, dvs. den ekologiska validiteten är hög. (Jämför med observationer och samtal med barn som erbjuds leka med leksaker i ett främmande labb.)

Fortsätta undersöka effekterna av olika frihetsgrader i gestaltningar av genus

Med det lärspelet i matematik som beskrevs i avsnitt 2.2., har vi genomfört ett antal interventionsstudier där vi systematiskt varierat visuellt genus hos *TA:n*. En relaterad fråga, som är möjlig att utforska på ett systematiskt sätt med hjälp av spelet, är följande: Hur bemöter olika elever (t.ex. killar-tjejer, självsäkra-osäkra) en digital elev som är en kaxig tjejkaraktär, en kaxig killkaraktär, en undfallande tjejkaraktär respektive en undfallande killkaraktär?

För en sådan studie kan vi manipulera de aspekter vi är intresserade av och samla chatt-loggar för att jämföra de olika villkorens inflytande på hur eleven kommunicerar med sin digitala karaktär. En väsentlig fördel är att underlaget blir bredare än vad som ofta är görbart. Geografisk spridning är lättare att uppnå. Likaså kan man kontrollera för väsentliga variabler som lärare och klass genom att fördela olika versioner inom klasser. Återigen blir den ekologiska validiteten i en sådan studie hög i bemärkelsen att bra digitala lärspelel utgör naturligt motiverande och meningsfulla aktiviteter i skolan och för eleverna. Våra erfarenheter är att eleverna är engagerade och finner det naturligt och vardagligt till skillnad från när t.ex. en forskare kommer in i klassrummet och ber dem att fylla i en enkät. Det är också, som redan påpekats, en datainsamling som är icke-interfererande och helt integrerad i en faktisk läraaktivitet.

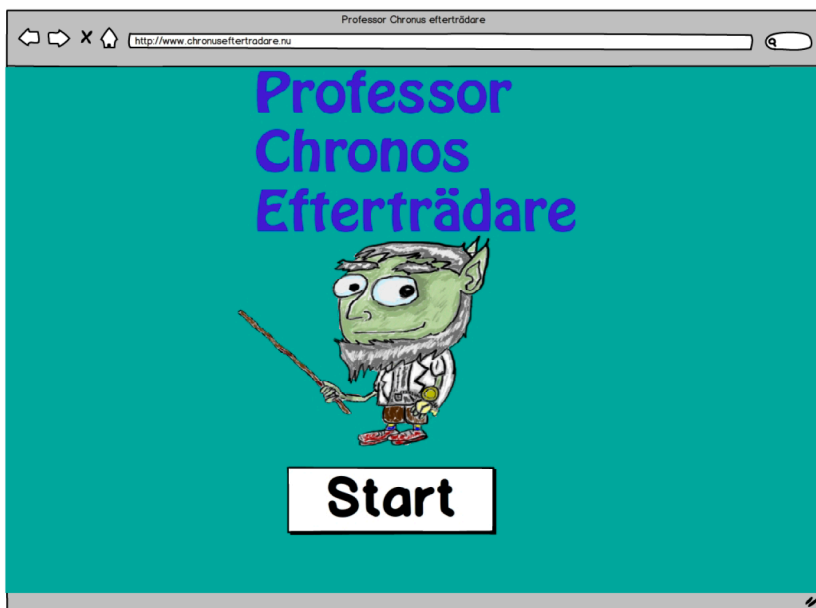
Storskalig datainsamling via webben kombineras lämpligen med observationer på plats för att ge kunskap om omständigheterna under vilka datan ifråga samlas in. (Det är väsentligt att ha en uppfattning om hur det ser ut i högstadielklasser när eleverna spelar lärspelel, chattar med en digital karaktär och fyller i en digital enkät. Hur mycket är lek och allvar, hur koncentrerade är de, pratar de med varandra?) Intervjuer med ett urval elever, gärna i grupp, ger i allmänhet värdefull kompletterande data.

Studera hur elever agerar när de stöter på motstånd samt deras meningsskapande av dessa situationer och det egna agerandet i dem

Hur agerar elever när de stöter på en uppgift de inte klarar av eller en test de inte klarar godkänd nivå på, och hur beskriver de själva denna situation och det egna agerandet? Detta planerar vi att utforska med ett *TA*-baserat digitalt lärspelel för historia, åk

5, (vilket inom parentes är det första *TA*-baserade lärspelet utanför naturvetenskap-matematik-domänen).

Med hjälp av spelet (se de två skärmdumparna i figur 5) avser vi närstudera hur olika grupper av elever agerar när de stöter på motstånd i lärprocessen. Uppdraget eleven ges i spelet är att säkra en efterföljare till Professor Chronos, tidens väktare, som efter 3000 års tjänst ska gå i pension. Kravet på efterföljaren är att hon eller han visar tillräckliga kunskaper i historia. I spelversionen utan *TA* ska eleven själv försöka bli denna efterföljare genom att resa tillbaka i tiden och lära sig tillräckligt för att klara Professor Chronos tester. I *TA*-versionen träffar eleven istället på alven Tidsnisse. Tidsnisse är mycket ledsen: han vill så gärna försöka bli Professor Chronos efterföljare, men blir åksjuk i tidsmaskinen och ber eleven om hjälp. Det får därför bli eleven som far tillbaka igenom historien och lär sig saker för att sedan kunna lära ut till Tidsnisse, så att Tidsnisse ska kunna kvalificera sig som efterträdare till professor Chronos. Det är alltså eleven som först tar reda på saker och genomför läraaktiviteter, för att sedan lära ut till Tidsnisse. Tidsnisse gör professor Chronos tester/prov för att se om det är dags att fortsätta till nästa nivå, medan det i versionen utan *TA* är eleven själv som gör proven/testerna för de olika nivåerna.



Figur 5 a). Tidens väktare, Professor Chronos, som ska gå i pension.



Figur 5 b). I TA-versionen får Tidsnisse, dvs TA:n, hjälp av eleven att lära sig historia.

Historielärspelet är delvis designat för att passa våra forskningsfrågor, enligt följande:

- Tydlig feedback ges för huruvida eleven respektive Tidsnisse (beroende på spelversion) klarar en uppgift/aktivitet eller en nivå.
- I varje ögonblick finns för eleven ett flertal valmöjligheter – inklusive i situationerna när eleven (i versionen utan TA) eller Tidsnisse (i versionen med TA) inte kommer vidare, inte gör framsteg, inte klarar testen för nästa nivå osv. Man kan välja att: samla mer information eller på annat sätt förbereda sig för att försöka sig på uppgiften eller testen igen, göra något annat på samma nivå, backa till en enklare redan avklarad nivå, ge upp eller göra något helt annat som att spela luffarschack.
- Det finns en modul för en chatt-liknande konversation mellan eleven och Tidsnisse (i versionen med TA) respektive mellan eleven och en chatbot (i versionen utan TA). Chatten är utformad för att uppmuntra eleven att reflektera kring och diskutera de situationerna där man inte kommer vidare.

En metodisk fördel är att datainsamlingen följer läroprocesserna medan de sker. Varje faktiskt val eleven gör i motståndssituationer och hennes meningsskapande av situationerna loggas. Datainsamlingen är inbakad i spelet; den tillkommer inte. Det enda som pågår är läraaktiviteterna som sådana. Ingen observerar, spelar in, intervjuar, etc.

Loggning av varje elevs val, väg och resultat genom spelet görs vidare automatiskt, vilket möjliggör storskalighet¹⁸. Viktigt är att storskaligheten gäller även kvalitativ data, som fritextsvar i chattloggar och digitala enkäter. På detta sätt får vi detaljerad kunskap både om vad eleverna de facto gör i situationer när de stöter på motstånd och om hur de resonerar om dem. Den stora mängden data gör det möjligt att se eventuella mönster i ageranden och resonemang relativt personvariabler som kön, lärande- eller prestationsorientering, kunskapsnivå, nivå av tron på den egna förmågan (*self-efficacy*).

Sammanfattningsvis utgör de slags lärspeletsverktyg som beskrivits i detta avsnitt en ny form av forskningsinstrument. De är unika genom att mycket nära och i realtid följa elevers faktiska val under ett lärtillfälle (till exempel under en lektion) – och i en del fall samla information om elevernas meningsskapande av lärsituationen – samtidigt som datainsamlingen är storskalig. Dessa både skarpa och kraftfulla forskningsinstrument är på väg att ta plats i den utbildningsvetenskapliga verktygslådan för att samverka med andra instrument som intervjuer, enkäter, observationer, videoinspelningar, neurokognitiva studier, etnografiska studier, med mera. Parallellt är dessa forskningsinstrument också pedagogiska verktyg. Vi har i detta kapitel diskuterat båda funktionerna och vill avsluta med att lyfta fram den viktiga ömsesidiga påverkan mellan de två funktionerna: De nya och fördjupade kunskaper om lärande vi når genom forskning med hjälp av digitala läromedel, används för vidareutvecklingen av läromedlen såsom pedagogiska verktyg – varpå vi åter använder dem som forskningsinstrument för att söka ta vår kunskap om elevers lärande ytterligare ett steg vidare.

Referenser

- Annis, L. (1983). The processes and effects of peer tutoring. *Human Learning*, 2, 39-47.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self Efficacy: the exercise of control*. New York, NY: W.H. Freeman&Co.
- Bandura, A. & Schunk, D. (1981). Cultivating competence, self-efficacy, and intrinsic interest through proximal self-motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41(3), 586-598.
- Bargh, J. & Schul, Y. (1980). On the cognitive benefits of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 72, 593-604.

18 De ger möjlighet att göra interventionsstudier av experimentell karaktär.

- Baylor, A. & Plant, E. (2005). Pedagogical agents as social models for engineering: The influence of appearance on female choice. I C. K. Looi, G. McCalla, B. Bredeweg & J. Breuker (red.), *Artificial intelligence in education: Supporting learning through intelligent and socially informed technology*, 125, (ss 65-72). Amsterdam, Holland: IOS Press.
- Baylor, A., Rosenberg-Kima, R. & Plant, E. (2006). Interface agents as social models: The impact of appearance on females' attitude toward engineering. I *CHI'06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing*, (ss 526-531). New York, NY: ACM.
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 333-339.
- Biswas, G., Leelawong, K., Schwartz, D., Vye, N. & The Teachable Agents Group at Vanderbilt (2005). Learning by teaching: A new agent paradigm for educational software. *Applied Artificial Intelligence*, 19(3-4), 363-392.
- Blair, K., Schwartz, D., Biswas, G. & Leelawong, K. (2007). Pedagogical agents for learning by teaching: Teachable Agents. *Educational Technology* Special issue. 47, 56-61.
- Chase, C., Chin, D., Opezzo, M. & Schwartz, D. (2009). Teachable agents and the Protégé Effect: Increasing the effort towards learning. *Journal of Science and Educational Technology*, 18, 334-352.
- Fantuzzo, J. W., Riggio, R. E., Connelly, S. & Dimeff, L. A. (1989). Effects of reciprocal peer tutoring on academic achievement and psychological adjustment: A component analysis. *Journal of Educational Psychology*, 81, 173-177.
- Griffin, S. (2004a). Building number sense with Number Worlds: a mathematics program for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 173-180.
- Griffin, S. (2004b). Teaching Number Sense. *Educational Leadership*, 65(5), 39-42.
- Griffin, S. & Case, R. (1997). Re-thinking the primary school math curriculum: An approach based on cognitive science. *Issues in Education*, 4(1), 1-51.
- Graesser, A. C., Person, N. K. & Magliano, J. P. (1995). Collaborative dialogue patterns in naturalistic one-to-one tutoring. *Applied Cognitive Psychology*, 9, 22, 495-522.
- Gulz, A. Haake., M., & Silvervarg, A. (2011). Extending a teachable agent with a social conversation module – Effects on student experiences and learning. I G. Biswas m.fl. (red.), *LNAI: vol. 6738. Proc. of AIED 2011* (ss 106-114). Berlin/ Heidelberg, Tyskland: Springer-Verlag.
- Gulz, A. & Haake, M. (2009). Virtuella rollmodeller och androgynitetens potential. I J. Linderöth, R. Säljö & U. P. Lundgren (red.), *Individen, tekniken och lärande*. Stockholm, Sverige: Carlssons bokförlag.

- Hannover, B. & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and instruction*, 14, 51-67.
- Hannula, M. M., Mattinen, A. & Lehtinen, E. (2005). Does social interaction influence 3-year-old children's tendency to focus on numerosity? A quasi-experimental study in day care. I E. De Corte, G. Kanselaar & M. Valcke (red.), *Studia Paedagogica*, 41, (ss 63-80), Leuven, Holland: Leuven University Press.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Oláh, L. N. & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, 77(1), 153-175.
- Martin, L. & Schwartz, D. (2009). Prospective adaptation in the use of representational tools. *Cognition and Instruction*, 27(4), 1-31.
- Pareto, L., Arvemo, T., Dahl, Y., Haake, M. & Gulz, A. (2011). A teachable-agent arithmetic game's effects on mathematics understanding, attitude and self-efficacy. I G. Biswas m.fl. (red.), *LNAI: vol. 6738. Proc. of AIED 2011* (ss 247-255). Berlin/Heidelberg, Tyskland: Springer-Verlag.
- Pareto, L., Haake, M., Lindström, P., & Sjöden, B. & Gulz, A. (2012). A teachable agent based game affording collaboration and competition – evaluating math comprehension and motivation. *Educational Technology Research and Development*, 60, 723-75.
- Rommes, E. (2007). Images and identities; sex, sexuality and soaps. Manuskript (inbjuden talare), *the 3rd Christina Conference on Women's Studies*, Helsingfors, Finland.
- Renkl, A. (1995). Learning for later teaching: An exploration of mediational links between teaching expectancy and learning results. *Learning and Instruction*, 5, 21-36.
- Roscoe, R. & Chi, M. (2008). Tutor learning: The role of explaining and responding to questions. *Instructional Science*, 36, 321-350. Med?
- Schneider, W. (2008). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents: Major trends and implications for education. *Mind, Brain and Education*, 2(3), 114-121.
- Schwartz, D. L., Blair, K.P., Biswas, G., Leelawong, K. & Davis J. (2007): Animations of thought: interactivity in the teachable agents paradigm. I R. Lowe & W. Schnotz (red.), *Learning with animation*, (ss 114-140). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Schwartz, D. L., Chase, C., Chin, D. B., Oppezzo, M., Kwong, H. Y., Okita, S. Y., Biswas, G., Roscoe, R., Jeong, H. & Wagster, J. (2009). Interactive metacognition: Monitoring and regulating a teachable agent. I D. J., Hacker, J. Dunlosky A. C. Graesser (red.), *Handbook of metacognition in education*, (ss 340-358). New York, NY: Routledge.

- Sjödén, B., Tärning, B., Pareto, L. & Gulz, A. (2011). Transferring teaching to testing – an unexplored aspect of teachable agents. I G. Biswas m.fl. (red.), *LNAI: vol. 6738. Proc. of AIED 2011* (ss 337-344). Berlin/Heidelberg, Tyskland: Springer-Verlag.
- Yee, N. & Bailenson, J.N. (2007). The Proteus Effect: Self transformations in virtual reality. *Human Communication Research*, 33, 271-290.
- Yee, N. & Bailenson, J. N. (2009). The difference between being and seeing: The relative contribution of self perception and priming to behavioral changes via digital self-representation. *Media Psychology*, 12(2), 195-209.
- Yee, N., Bailenson, J. N. & Ducheneaut, N. (2009). The Proteus Effect: Implications of transformed digital self-representation on online and offline behavior. *Communication Research*, 36(2), 285-312.