

Lekfull kreativitet – fysiska användargränssnitt som erbjuder social och fysisk interaktion



Eva Brooks
*PhD, Professor MSO
Aalborg University*

I den här artikeln presenteras en studie som ägde rum under två år i fem olika förskolor i Danmark och som inkluderade 55 barn. Specifikt undersökte vi hur fysiska användargränssnitt kan stötta social och fysisk interaktion. Studien applicerade en designbaserad metodologi som följde en iterativ, cyklisk process. Analysen visade att fysiska gränssnitt som främjar utforskande aktiviteter, verbala interaktioner och samarbete har en potential att erbjuda lekfulla, lärande situationer som understödjer fria men också guidade aktiviteter.

Många av de aktiviteter som hör barndomen till fokuserar på både lek och lärande. Ett exempel på

sådana aktiviteter är skapandet av artefakter utifrån material som finns runt omkring oss i vardagen. Figur 1 visar papper och kartong i olika färger som barnen använder till att skapa collage samt modellera och enkla redskap.

Dessa exempel kan betraktas som lekfulla aktiviteter och som sådana spelar de en central roll i barns utveckling genom att de uppmuntrar till utveckling av motoriska såväl som sociala och kognitiva färdigheter relaterade till kreativitet och fantasi. Barnen är på detta sätt involverade i handlingar där de på egen hand och tillsammans med andra formar, omformar, producerar och reproducerar, presenterar och representerar, och på så sätt bygger vidare på och förbättrar idéer, problemlösningar och koncept.

Resnick, Martin, Berg, Botovoy, Colella, Kramer och Silverman (1998) etablerade begreppet "digital manipulatives" som refererar till en ny generation av datorbaserade/digitala manipulativa artefakter som gör



Figur 1. Traditionella material för lek och lärande.

det möjligt för barn att fysiskt hantera och interagera med digital information. Resnick (2006) har i senare studier liknat sådana datorbaserade manipulativa interaktioner vid en *målarpensel* för att på så sätt belysa att interaktionen i fråga inte enbart handlar om datorer i termer av informationssystem utan också som ett medium för kreativ design som erbjuder användaren ökade uttrycksmöjligheter. Fysiskt påtagliga ("tangible") användargränssnitt utgör exempel på just sådana digitala material som erbjuder andra möjligheter än de traditionella material som beskrivs ovan. Med andra ord erbjuder denna typ av gränssnitt en kombination av digital informationsbehandling och en påtaglig hantering av fysiska artefakter som är avsedd att skapa en länk mellan den digitala och fysiska världen (Zhou & Wang 2015). Vår tidigare forskning (Pettersson Brooks 2013; Pettersson Brooks & Borum 2014; Pettersson & Brooks 2006) visar på att denna typ av digital och fysiskt medierad interaktion främjar barns känsla av lekfullhet, vilken tar sig uttryck i kreativa och utforskande förhållningssätt, samt samarbete, fantasi och lingvistiskt experimenterande. I detta avseende har Price, Rogers, Scaife, Stanton och Neale (2003) definierat en rad komponenter som är väsentliga för det lekfulla lärandet, till exempel att genom interaktion med andra upptäcka världen, reflektion, fantasi, kreativitet och abstrakt tänkande samt samarbete. Dessa aspekter kan relateras till hur barn i sin vardag naturligt, och ofta lekfullt, utforskar världen (Vygotsky 1978; Bruner 1972). De erbjuds möjlighet att utöva och träna sin kreativa förmåga genom att arbeta med olika typer av material. Genom att undersöka, pröva, behärska och utveckla olika material stimuleras en sinnlig upplevelse i själva görandet.

Frågan om hur digitala manipulativer (eller påtagliga gränssnitt) främjar lekfullt lärande är inget nytt påfund. Redan 1837, då Friedrich Fröbel använde teknologi för att utveckla den tidens leksaker ("Froebel's gifts"), var hans avsikt att stötta små barn i deras

lärande av centrala koncept som storlek, form och färg (se till exempel Wiggin och Smith 2010). Maria Montessori utvecklade Fröbels idéer och skapade en mängd manipulativa material som engagerade barn i deras lärande genom lekfullt utforskande (Montessori 1917/2008).

Med detta och relaterade studier inom området kreativitet (till exempel, Shneiderman 2007; Fischer, Giaccardi, Eden, Sugimoto & Ye 2005; Brereton & McGarry 2000; Brooks 2013) som utgångspunkt betraktar vi kreativitet som en materiellt medierad praxis. I linje med ett sådant perspektiv är vi intresserade av de kvaliteter som sådana praktiker erbjuder snarare än specifika metoder och tekniker.

I denna artikel presenteras en del av en större studie som ägde rum under två år i tre olika kommuner och fem förskolor i Danmark. Den övergripande målsättningen med projektet var att tillsammans med barn, pedagoger och pedagogstudenter utveckla digitala lek- och lär-koncept såväl som miljöer som byggde på barnens och pedagogernas behov och önsningar. Denna artikel beskriver hur vi designade och utvärderade ett digitalt system som stimulerar barns kreativitet, lekfullhet och lärande. Specifikt ville vi undersöka hur digitala manipulativer kan stötta social och fysisk interaktion. Det finns för närvarande ett begränsat antal studier som belyser frågor om samspillet mellan olika former av gränssnitt i relation till användarnas (barnens) möjligheter till input, barnens handlingar då de interagerar med olika gränssnitt och lek, lärande och utveckling (Antle 2013).

Bakgrund

Lekfull kreativitet

Bakgrunden till den studie som presenteras här är en undersökning som genomfördes för att undersöka hur artefakter kan initiera kreativitet. Mer specifikt studerade vi hur kreativitet kan bidra till lekfulla och produktiva aktiviteter genom att erbjuda två olika ty-

per av materiella resurser, nämligen papper och kartong till att skapa collage och LEGO-bitar®. Barnen var fria att skapa vad de ville med det material som de hade till handa (se figur 2) (Borum, Kristensen, Petersson Brooks & Brooks 2014).

Studien var explorativ och undersökte hur barnen använde de två olika materialen, hur de talade om och kritiserade dem. Analysen bidrog till att visa på designmöjligheter (Ukil & Sorathia 2014) och utifrån dessa formulera designspecifikationer till studien.

Att conceptualisera kreativitet som en materiellt medierad lekfull lärandepraktik betyder bland annat följande:

- Kreativitet och lekfullt lärande medieras av artefakter och resulterar i en transformering av den fysiska världen. Artefakter tillhandahåller väsentliga resurser för barn att kommunicera genom, katalysera, utvärdera och reflektera över idéer och

tankar samtidigt som de försöker att övervinna en obestämd situation. Artefakter, ur detta perspektiv, är inte enbart bärare av information, utan möjliggör och begränsar barnens handlingar och strategier (Petersson & Brooks 2006; Resnick 2006; Biskjær & Dalsgaard 2012).

- Kreativitet och lekfullt lärande går hand i hand med generering av ny kunskap. Genom att kreativa metoder har för avsikt att utgöra redskap att agera med i obestämda situationer, bidrar sådana försök till barns samlade lärande genom att antaganden om situationen är i enlighet med vad barnet antog eller att antagandet var felaktigt. På så sätt kan kreativa praktiker förstås som en undersökningsform (Schön 1992; Sullivan 2011).

Barnen arbetade i fyra grupper om fyra barn i vardera grupp. Två grupper arbetade tillsammans och två grupper arbetade individuellt. Både collage-sessionen och sessionen med LEGO varade i 20 minuter.



Figur 2. Exempel på collage och på LEGO-skulptur.

Collage-grupperna hade cirka 500 bitar av papper i olika färger, former och storlekar (se exempel på former och storlekar i figur 2). I LEGO-grupperna fanns det cirka 1 600 bitar av LEGO i olika färg, storlek och form (se Amabile 1982). Barnen startade omedelbart att undersöka materialet, leka med och prata om det. Analysen visade att sessionerna med papperscollage tillhandahöll mer lekfulla handlingar jämfört med LEGO-sessionerna. När barnen arbetade med att skapa collage, kunde de omedelbart skapa det de ville och planerade att göra, med få eller inga överväganden relaterade till deras förmåga att utföra verket; de behövde inte kommunicera så mycket med varandra, utan skapandet utvecklades framför allt individuellt. Detta är i linje med Antles (2013) resultat som pekar på att barns interaktion med pussel (tillverkat i kartong) visade mindre kommunikation och utforskande jämfört med ett audiovisuellt påtagbart ("tangible") gränssnitt. Det ska påpekas att de deltagande barnen i Antles studie alltid avslutade pusslet. Det var uppenbart att barnen var mer utmanade då de byggde med LEGO. De var mer kritiska till sin förmåga att bygga det de hade satt sig för att skapa, vilket de uttryckte genom kritiska diskussioner och beslutstagande. De delade arbetet effektivt mellan varandra och förde en kontinuerlig dialog. I relation till argumentet att den upplevda bemästringen av ett material påverkar den kreativa processen (Price et al. 2003), visade analysen att barnen först och främst behövde vara klara över vad ett specifikt material kan "göra" innan de började förstå vad de själva kunde göra med materialet i fråga.

Design guidelines

Med ovanstående som utgångspunkt formulerades initiala designspecifikationer till det interaktiva system som beskrivs nedan och som grundar sig på barnens situerade förståelse av ett visst material: Barnen visade att förståelse av ett material rymmer olika slags innebörder. De förstod genom att *begripa* materialet, oavsett om det gällde collage eller LEGO,

genom att *prata om* materialet med varandra (framför allt i LEGO-sessionen) och dessutom förstod de genom att de med materialet *konstruerade och realiserade idéer* i samarbete med varandra, vilket bidrog till ny och kreativ kunskap. Med andra ord förstod de genom att tillämpa materialet i en konkret social praktik (se Gadamer 1979:294). Sørensen och Meyer (2007) poängterar att socialt lärande som understöds av digital teknologi leder till individuellt lärande. Det är något som också Jessen (2011) pekar på, nämligen att teknologi medierar social lek där barn transfererar berättelser, från digitala media till lekteman och på så sätt bidrar teknologin till att berika snarare än att begränsa barnens lek. Johansen (2010) visar på liknande resultat från sin forskning där hon fann att barns upplevelser då de interagerar med digitala media reflekteras i deras kroppsliga uttryck, till exempel genom gester.

Beskrivning av det interaktiva systemet

Den fysiska teknologi som vi presenterar här, DEC ("Draw, Engage, Create"), använder Microsoft Kinect som detekterar fysiska objekt genom en kamera och djup genom att använda "computer vision". De fysiska objekt som DEC använder är bollar som representerar färgkriter och som används till att manipulera (teckna och måla) virtuella berättelser. Detta sker genom att en Microsoft Kinect är kopplad till en projektor och en stor skärm som speglar det som sker framför Microsoft Kinect (kameran) i det fysiska rummet. Uttryckt med andra ord är DEC en förstärkt ("augmented") spegel som projicerar interaktionen på en stor skärm (genom en projektor) eller en tv-skärm. En av fördelarna med DEC (och generellt med fysisk teknologi) jämfört med applikationer som drivs av datorer eller "touch"-teknologi, är dess potential att främja samarbete eftersom användare kan manipulera och dela de fysiska komponenter som hör till systemet. Dessutom kan barnen se eller skönja sig själva medan de interagerar, vilket skapar ett utvidgat själv som i sin tur skapar en länk mellan personen och

det virtuella självet (Schultze 2010). Barnet får på så sätt en direkt förnimmelse av de effekter som skapas genom deras rörelser och gester (se figur 3). Uttryckt med andra ord är "speglingen" relaterad till själv-igenkännelse och själv-närvaro som, enligt Brooks-Gunn och Lewis (1984) har positiva effekter relaterade till lärande och upplevelse av självet. DEC möjliggör att flera användare samtidigt kan manipulera det digitala innehållet, vilket ger dem frihet att röra sig och en likvärdig kontroll över handlingar. På det sättet främjar DEC samarbete (Hornecker 2005; Shaer & Hornecker 2010) som understödjer kommunikation och en "genomskinlig" interaktion mellan flera användare (Ullmer & Ishii 2001). Mer precist var det speglingen som möjliggjorde en transparent interaktion medan bollarna erbjöd barnen en manuell interaktion med så kallade "tangible" (påtagliga) eller "manipulative" (manipulativa) objekt (Zhou & Wang 2015), vilken var avsedd att stötta barnen i deras *begripande* och *konstruerande* i interaktion med det interaktiva systemet. Uttryckt med andra ord var systemets design avsedd att expandera barnens möjligheter att skapa, designa och leka (se också Resnick 2006).

Designmetafor

Som designmetafor för DEC inspirerades vi av en äldre version av en bordsteater (se figur 4). Den för-

sta iterationen av DEC utgörs av en 3D-applikation där barnen kan teckna och måla berättelser på en 2D-yta, det vill säga att det är möjligt att måla och se sig själv såväl som sin målning på flera plan.



Figur 4. Bordsteater som designmetafor.

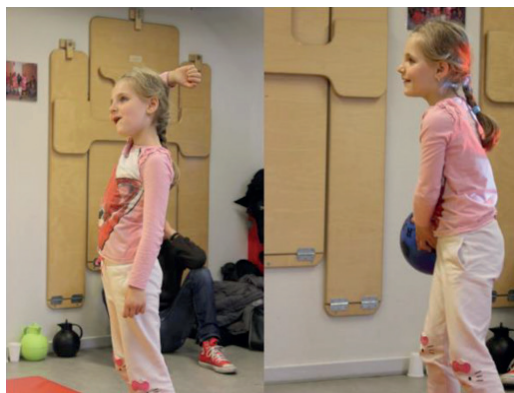
Bordsteatermetaforen representeras i figur 3 av en speglingsmekanism som gör att barnen kan se sig själva i tre lager, vilket betyder att de kan se sig bakom den målning som de har skapat. De kan också vara *helt täckta* av målningen och därmed inte kunna skönja sitt virtuella själv eller ta ett steg *framför* målningen och därmed genom det virtuella självet täcka över hela eller delar av den egna eller andras målning. Dessa möjligheter utgör tre lager som barnen



Figur 3. Till vänster leker några flickor kull med den gröna bollen. Till höger, interagerar barn i deras "egen" del av skärmen.

kan använda för att teckna och måla sina berättelser. De digitala "kritorna" utgörs av de olika bollarna, som var avsedda att initiera social interaktion genom att deltagarna kan passa bollarna (de fysiska eller påtagbara objekten) mellan sig och på så sätt invitera till lekfulla kreationer och berättelser.

De digitala kriterorna som representerades av olika bollar utvärderades i olika iterationer genom designprocessen för att undersöka deras funktionalitet i form av till exempel storlek och form. Vi ville desutom veta om barnen förstod de fysiska bollarna som virtuella kriteror, det vill säga på vilket sätt de kopplade de fysiska komponenterna till det som händer på skärmen (se figur 5 och figur 6).



Figur 5. Till vänster försöker en flicka kontrollera systemet med handen, men upptäcker snart (till höger) att bollen fungerar som input-resurs.



Figur 6. Barn utforskar olika bollar och objekt som input-resurser.

Metod

Den aktuella studien tillämpade en designbaserad forskningsmetodologi (Anderson & Shattuck 2012; Bell 2004) och inkluderade 55 barn i åldrarna tre–fem år från fem olika förskolor i Danmark under en tidsperiod av två år. Studien följde en iterativ, cyklisk process av design, utvärdering och redesign (Barab & Squire 2004; Cobb, diSessa, Lehrer & Schauble 2003), vilken inkorporerade den feedback och de förslag som barnen och pedagogerna bidrog med under utvecklingen av prototyperna. Studien inkluderade videoobservationer och informella samtal med de deltagande barnen och deras pedagoger. Analysen var tematisk (Fereday & Muir-Cochrane 2010; Braun & Clarke 2006) och utmynnade i tre övergripande teman: *Interaktion och samarbete*; *Interaktionsstrategier*; samt *Förkroppsligande interaktion*.

Resultat

Efter att ha utvärderat systemet och de fysiska manipulativerna (de olika lager, bollarna samt länken mellan "manipulatives" och deras länk till det som sker på skärmen) visade analysen att barnen hade svårt för att navigera mellan de tre olika lager. Dessa reducerades därför till två lager som minskade den kognitiva belastning som visade sig vid analysen. En fysisk komponent visade sig vara viktig för DEC, närmare bestämt "suddgummit", vilket motiverade barnen till att utveckla och verbalisera sina berättelser genom att de suddade ut en händelse och ersatte den med en annan. När barnen upptäckte suddgummits (en av bollarnas) funktioner började de genast att använda det flitigt och det blev en viktig del av systemet. Varje komponent har egna predefinierade regler och deras beteende är beroende av barnens rörelser och gester och de övriga komponenternas beteende. Det finns således inga predefinierade eller linjära berättelser, vilket erbjuder en viss grad av oförutsägbarhet och överraskning som stimulerar barnens interaktion och berättande.

Interaktion och samarbete

De barn som samarbetade använde DEC dubbelt så länge som de barn som inte arbetade tillsammans. Barnen koordinerade interaktionen genom att följa olika mönster, ibland växlade de spontant turordning med målandet, de bytte plats och bollar med varandra samtidigt som de skapade berättelser genom att bygga på varandras input eller starta nya berättelser. Barnen fördelade också uppgifter mellan varandra; när ett barn var berättare målade den andra eller suddade ut detaljer genom att använda de olika bollarna, vilket kan illustreras med följande exempel:

Flicka: Det var en gång en gris som promenerade i skogen [ritar en gris], plötsligt kommer en häxa [ritar en häxa], och så blåste det plötsligt jättemycket och blåste bort grisen och häxan, långt, långt bort [suddar ut grisen och häxan].

Pojke: Skogen förvandlas till ett hus [ritar ett hus].

Pojke: [viskar till flickan som står bredvid] nu kan du rita en sjö där det bor en fisk.

Interaktionsstrategier

Väl designad teknologi är enkel att använda och intuitiv. Då vi utvärderade DEC ville vi undersöka hur barnen manipulerade de fysiska bollarna. Vi observerade att barnen hade lätt för att lära sig att använda systemets manipulativa funktionaliteter. Efter att inledningsvis experimentera med dessa och utforska relationen mellan funktionerna och det korresponderade innehållet som uppenbarade sig på skärmen, började barnen oftast att skapa berättelser och testa olika sätt att hantera bollarna för att se vilka figurer och tecken som utformade sig på skärmen (figur 7). De använde sig också av olika rörelser för att förflytta bollarna mellan sig. Barnen undersökte också om systemet kunde "läsa" andra objekt som fanns i rummet (se höger bild i figur 6).



Figur 7. Barn utforskar systemets funktionaliteter genom att balansera bollen på sina fötter.

Då flickor och blandade grupper interagerade med systemet uppstod en större grad av dramatisering jämfört med då enbart pojkar interagerade. Barnen började ofta sina historier med att definiera en plats för sin berättelse, till exempel i skogen eller i ett hus, och ändrade scenariot beroende på hur berättelsen utvecklar sig.

Förkroppsligad interaktion

Den fysiska manipulationen av de komponenter som barnen använde för att måla och rita bidrog till att barnen drogs in i aktiviteten och deltog aktivt i berättelser och handlingar (Ermi & Mäyrä 2005). Aspekter som reflekterade barnens förkroppsligade interaktion var att de lekte med olika röster, deras gestikulerande blev vidare och intensivare samt att de adresserade de figurer och händelser som de målade med direkt tal, till exempel "grisen springer efter en flicka som bor i ett fint hus med en stor dörr", eftersom flickan inte springer in i huset för att bli av med grisen säger flickan: "Vad är det som händer, gå genast in i huset!". Barnen uttryckte sin glädje, oro eller ilska på ett fysiskt sätt, till exempel genom att vifta med armar, klappa händer eller hoppa. De undersökte också huruvida de kunde kontrollera systemet på alternativa

sätt, till exempel provade de att sitta på bollen och rulla på bollen med hela kroppen.

Sammanfattning

Den genomförda studien gjorde det möjligt att studera 55 barn, som kunde använda verktyget under fri lek i fem olika förskolor i Danmark. Eftersom barnen hade tid på sig att vänja sig vid gränssnittet var det möjligt att samla data som inte var helt påverkade av systemets nyhetsvärde. De fysiska bollarna som användes till att manipulera det digitala innehållet gav barnen en frihet att röra sig, vilket understödde deras fysiska absorbering i aktiviteten (det fysiska berättandet genom gester, vinkande, hoppande) som visade på barnens lekfullhet, kreativitet och involvering i uppgiften. Wright (2007) menar att förkroppsligande är inbäddat i meningsskapande aktiviteter. Tillsammans med den sensoriska dimensionen av interaktionen, som verkade influera kvaliteten i den kreativa och lekfulla aktiviteten på ett positivt sätt, bidrog samarbetet mellan barnen med hjälp av de fysiska "kritorna" till deras involvering i den berättande aktiviteten. Dessutom främjade de fysiska "kritorna" barnens medvetenhet, kontroll och tillgänglighet till olika typer av handlingar (Wright 2007). Suddgummit hjälpte barnen att koordinera sina verbaliseringar genom att det barn som höll i suddgummit också hade kontroll över delar av interaktionen och berättelserna och kunde sudda ut figurer och händelser så att nya kunde påbörjas. Förutom att suddgummit var en motiverande faktor så formade det också interaktionen och handlingarna på ett förkroppsligande (fysiskt) sätt (Wright 2007). Utöver denna förkroppsligande dimension av interaktionen, poängterar Veraksa och Veraksa (2016) att barns intellektuella utveckling stöds av symboliska redskap grundade i till exempel fantasi och metaforer, vilket också bekräftas av Björklund, Nilsen och Samuelssons (2016) studier.

Våra studier visade att barnen snabbt förstod de olika funktionaliteterna och mekanismerna bakom syste-

met, vilket gjorde att de kunde skapa berättelser och engagera sig i lekfulla konstruktioner. Detta tillsammans med den förkroppsligade interaktionen öppnade upp för lekfullt kreativa handlingar som stimulerade barnens fantasi och triggade nya idéer till lekar och berättelser. På det sättet skapade systemet möjligheter för diversifierade interaktioner och utvidgade de möjligheter som erbjuds av traditionella material.

Studiens resultat föreslår att pedagogiska material som inte är designade för att uteslutande vara instruktiva, utan i stället främja utforskande aktiviteter, verbala interaktioner och samarbete har en potential att erbjuda möjligheter till lekfullt lärande och under-

stöjda fria men också guidade aktiviteter i en förskolekontext. Detta kan informera design av framtida teknologier. Vår forskning visade också på vikten av ett nära samarbete mellan forskare, pedagoger och barn för att förstå teknologins pedagogiska potentialer.

För att summera, studien beskriver implementeringen av ett digitalt manipulativt system i en pedagogisk praktik och visar på att detta var ett användbart verktyg som integrerade lekfullhet med kreativitet och skapade förutsättningar för barnen att kommunicera, samarbeta och gestalta sina kunskaper och erfarenheter genom ett aktivt görande.

Litteratur

- Amabile, T.M. (1982). Children's artistic creativity: Detrimental effects of competition in a field setting. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 8, 573–578.
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research. *Educational Researcher*, 41(1), 16–25.
- Antle, N.A. (2013). Exploring how children use their hands to think: An embodied interactional analysis. *Behaviour & Information Technology*, 32(9), 938–954.
- Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *Journal of Learning Sciences*, 13(1), 1–14.
- Bell, P. (2004). On the theoretical breadth of design-based research in education. *Educational Psychology*, 39(4), 243–253.
- Biskjær, M. M., & Dalsgaard, P. (2012). Toward a constraint-oriented pragmatist understanding of design creativity. *Proceedings of the 2nd international conference on design creativity (ICDC 2012)*, Glasgow, UK, September 18–20, 65–74.
- Björklund, C., Nilsen, M., & Samuelsson, I. P. (2016). Berättelser som redskap för att föra och följa resonemang. *Nordic Early Childhood Education Research Journal*, 12(5), 1–18.
- Borum, N., Kristensen, K., Petersson Brooks, E., & Brooks, A. L. (2014). Medium for children's creativity: A case study of artifacts' influence. I: Stephanidis, C., & Antona, M. (Red.), *Universal access in human-computer interaction: Universal access to information and knowledge, UAHCI/HCI 2014, LNC Vol 8514 part II*, 223–244. Heidelberg: Springer International Publishing.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Brereton, M., & McGarry, B. (2000). An observational study of how objects support engineering design thinking and communication: Implications for the design of tangible media. *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, 217–224. ACM.
- Brooks-Gunn, J., & Lewis, M. (1984). The development of early visual self-recognition. *Developmental Review*, 4(3), 215–239.

- Bruner, J. S. (1972). Nature and uses of immaturity. I: Bruner, J. S., Jolly, A., & Sylva, K. (Red.), *Play: Its role in development and evolution*. New York: Penguin.
- Cobb, P., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Research*, 21:1, 9–13.
- Ermi, L., & Mäyrä, F. (2005). *Fundamental components of the gameplay experience: Analyzing immersion*. *Proceedings of the conference on digital games research association*. Vancouver.
- Fereday, J., & Muir-Cochrane, E. (2010). Demonstrating rigor using thematic analysis: A hybrid approach of inductive and deductive coding and theme development. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(1), 80–92.
- Fischer, G., Giaccardi, E., Eden, H., Sugimoto, M., & Ye, Y. (2005). Beyond binary choices: Integrating individual and social creativity. *International Journal of Human-Computer Studies*, 63(4-5), 482–512.
- Gadamer, H.-G. (1979). *Truth and method*. London: Sheed and Ward.
- Hornecker, E. (2005). A design theme for tangible interaction: Embodied facilitation. I: Gellersen, H. et al. (Red.), *Proceedings of the 9th European conference on computer-supported cooperative work*. 18–22. Heidelberg: Springer International Publishing.
- Jessen, C. (2011). Game and play. I: Egenfeldt-Nielsen, S., Meyer, B., & Sørensen, B. H., (Red.), *Serious games in education: A global perspective*, Aarhus: Aarhus University Press.
- Johansen, L. S. (2010). Medier i hele kroppen: Når små børn bruger medier. *Barn*, 1, 63–78.
- Montessori, M. (1917/2008). Spontaneous activity in education. <http://www.gutenberg.org/files/24727/24727-h/24727-h.htm>. Hämtat 29 april, 2017.
- Petersson Brooks, E.: (2013). Ludic engagement designs: Creating spaces for playful learning. I: Stephanidis, C., & Antona, M. (Red.), *UAHCI 2013*, Part III. LNCS, vol. 8011, 241–249. Heidelberg: Springer.
- Petersson Brooks, E., & Borum, N. (2014). KidSmart© in early childhood learning practices: Playful learning opportunities?. I: Stephanidis, C., & Antona, M. (Red.), *Universal access in human-computer interaction. Applications and services for quality of life. Lecture notes in computer science*, 581–592. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Petersson, E., & Brooks, A. (2006). Virtual and physical toys – open-ended features towards non-formal learning. *CyberPsychology and Behavior*, 9(2), 196–199.
- Price, S., Rogers, Y., Scaife, M., Stanton, D., & Neale, H. (2003). Using 'tangibles' to promote novel forms of playful learning. *Interacting with Computers*, 15, 169–185.
- Resnick, M. (2006). Computer as paintbrush: Technology, play, and the creative society. I: Singer, G. D., Golinkoff, M. R., & Hirsh-Pasek, K. (Red.), *Play = Learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth*. 170–192. New York: Oxford University Press.
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Botovoy, R., Colella, V., Kramer, K., & Silverman, B. (1998). Digital manipulatives: New toys to think with. *Proceedings of the conference on human factors in computing systems*, 281–287. New York, NY: ACM Press.
- Schultze, U. (2010). Embodiment and presence in virtual worlds: A review. *Journal of Information Technology*, 25, 434–449.
- Schön, D.A. (1992). The theory of inquiry: Dewey's legacy to education. *Curriculum Inquiry*, 22(2), 119–139.
- Shaer, O., & Hornecker, E. (2010). Tangible user interfaces: Past, present, and future directions. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 3(1–2), 1–37.
- Shneiderman, B. (2007). Creativity support tools – accelerating discovery and innovation. I: *Communications of the ACM*, 50(12), 20–32.
- Sullivan, F. R. (2011). Serious and playful inquiry: Epistemological aspects of collaborative creativity. *Educational Technology & Society*, 14, 55–65.
- Sørensen, B. H., & Meyer, B. (2007). Serious games in language learning and teaching – a theoretical perspective. *Situated play: Proceedings of DiGRA 2007 conference*, 559–566.
- Ukil, M., & Sorathia, K. (2014). RE-defining learning experience for kids. *Proceedings of the 2014 IEEE students' technology symposium*.

- Ullmer, B., & Ishii, H. (2001). Emerging frameworks for tangible interaction: Embodied facilitation. I: Carroll, J. M. (Red.), *Human-computer interaction in the new millennium*, 579–601.
- Veraksa, A., & Veraksa, N. (2016). Symbolic representation in early years learning: The acquisition of complex notions. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(5), 668–683.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wiggin, D. K., & Smith, A. N. (2010). The republic of childhood. Froebel's gifts. <http://www.gutenberg.org/files/31097/31097-h/31097-h.htm>. Hämtat 25 april, 2017.
- Wright, S. (2007). Graphic-narrative play: Young children's authoring through drawing and telling. *International Journal of Education Through Arts*, 8(8), 1–27.
- Zhou, Y. & Wang, M. (2015). Tangible user interfaces in learning and education. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (2 uppl.), 24, 20–25.

