6 CASE 1: DESIGN AF FRACTION BATTLE ET ROBOTTEKNOLOGISK LÆREMIDDEL

– ROBOTTEKNOLOGI SOM CENTRUM FOR LÆREPROCESSER

Resume Hvad sker der når den digitale legeplads bringes ind i klasseværelset og er det muligt at transformere det til et værdifuldt digitalt læremiddel? Dette kapitel beskriver ændringsprocessen fra et udendørs klatrestativ til et indendørs læremiddel. Læremiddel drejede sig om matematik, og kunne bruges i forbindelse med simple brøkberegninger egnet for børn mellem otte og ti år. Redesignet skete i samarbejde med PlayAlive og Knowledgelab. Designmetoden og forskningsmetoden er grundlæggende inspireret af Design based action research, og læremidlet og dets didaktik blev udviklet af igennem fire iterationer. En gruppe af børn fra anden klasse deltog igennem alle iterationerne som testere og medskabere. Børnene brugte deres krop, mens de lærte og de fik en før-begrebslig forståelse af brøker, før de egentlige faglige begreber blev introduceret (Majgaard, 2009).

Kapitlet er skrevet med udgangspunkt i udviklingen af "Fraction Battle" og tre artikler (peer reviewed fullpapers):

1. Majgaard, G.,"The playground in the classroom - fractions and robot technology", IADIS CELDA 2009 Proceedings, 2009.
2. Majgaard, G., "Designbased action research in the world of robot technology and learning", IEEE DIGITAL 2010 Proceedings, 2010.
3. Larsen L. og Majgaard G. "Pervasive technology in the classroom", Global Learn Asia Pacific 2010 Proceedings, 2010. (Medforfatter)

6.1 INTRODUKTION

Børn som leger udendørs er ofte engagerede og opslugte (Majgaard og Jessen, 2009). Børn på legepladsen lærer mange forskellige ting uden at tænke så meget over det. Er det muligt at flytte dette engagement ind i klasseværelset ved at transformere et digitalt klatrestativ om til et læremiddel? Kapitlet beskriver transformation fra klatrestativ til læremiddel igennem en iterativ designproces. Målgruppen er børn mellem otte og elleve år.

Læremidlet er udviklet i et samarbejde mellem Knowledgelab, PlayAlive A/S og Mærsk Mc-Kinney Møller Instituttet.

Læremidlet handler om brøker og har fået navnet "Fraction Battle" og er et spil. Spillet og den foreslåede didaktik kombinerer reflekteret læring, engagement, meningsfuld interaktion og fysisk bevægelse. Det kan kaldes et fysisk "serious game", exertainment eller Pervasive learning (Larsen og Majgaard, 2009).

Udviklingen og den didaktiske brug af spillet er inspireret af tidligere eksempler på fysiske "serious games" udviklet af for eksempel Papert og Resnick, jævnfør afsnit 4.1. og 4.2. Fraction Battle er

inspireret af både Paperts og Resnicks eksempler. Men Fraction Battle adskiller sig også fra Paperts og Resnicks eksempler ved at give direkte feedback og ved at gøre børnene fysisk aktive.

Forskningsmetoden, som blev anvendt var Designbaseret aktionsforskning, jævnfør Kapitel 5 *Forsknings- og designmetode: Designbaseret aktionsforskning*. Erfaringerne med brug af metoden vil blive beskrevet (Majgaard, 2010).

Analysen vil tage udgangspunkt i erfaringer fra designprocessen, observationer og interviews. Der vil være et særligt fokus på temaerne fra analysemodellen, jævnfør afsnit 2.6 *Analysemodel for medskabende, reflekterende og innovative læreprocesser.* Analysen undersøger blandt andet vigtigheden af læremidlets kontekst. Læremidlerne kan brugs på mange måder i forskellige kontekster, og der er ingen garanti for, at det forbedrer læringsaktiviteterne. Det, som gør en forskel, er, hvordan læremidlet bliver brugt i den pædagogiske praksis. Fokusset er derfor på samspillet mellem læremidlet under udvikling, det didaktiske design og praksis i klasseværelset.

Kapitlet har følgende opbygning:

- *Beskrivelse af den teknologiske platform og Fraction Battle.* Først beskrives den teknologiske platform, som danner grundlag for udviklingen af Fraction Battle, i forlængelse af dette beskrives den færdig prototype.

- *Gennemgang af faserne i den designbaserede aktionsforskningsproces.* Den eksperimentelle forskning involverer en udviklingsproces der blev udført i fire faser, jævnfør afsnit 5.3 *Designbaseret aktionsforskning i dette projekt* (se nedenstående figur):

FIGUR 42. OVERBLIK OVER DEN SAMLEDE FORSKNINGSPROCES

Fase 1 Planlægning og grundlag for projektet (Fase 1) Udviklingsprojektet blev planlagt og grundlagt.
*Fase 2 Resume af udviklingsprocessen (*Fase 2)Den iterative og interaktionsdrevne proces, hvor der var i alt fire iterationer. Hver iteration består af planlægning, intervention, evaluering, idegenering, formalisering af ideer og implementering.

Fase 3 Det afsluttende interview og præsentation af den opnåede viden (Fase 3)Afsluttende møde med målgruppen, hvor foreløbige resultater blev fremlagt, og hvor elever og lærer havde mulighed for at give feedback. Læreren blev efterfølgende interviewet om forløbet pr e-mail. Se iøvrigt afsnit 5.3

Fase 4 Retrospektive analyse hvor der læringspotentialer og erfaringer med forskningsmetoden bliver analyseret.

- *Opsamling* . Tilslut opsummeres der på hvad der adskiller Fraction Battle fra en bog og på analysen generalt.

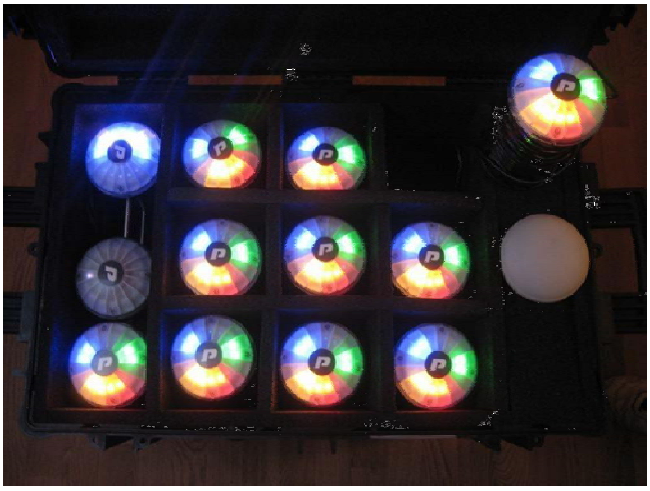
6.2 BESKRIVELSE AF DEN TEKNOLOGISKE PLATFORM OG FRACTION BATTLE

Den teknologiske platform

Det teknologiske udgangs var et udendørs klatrestativ, som var placeret ved indgangspartiet til Rosengårdsskolen (se Figur 43). Klatrestativet var velkendt for børnene, som deltog i eksperimentet, og hed i daglig tale Edderkoppen.

FIGUR 43. PLAYALIVES KLATRESTIV "EDDERKOPPEN" (KILDE: WWW.PLAYALIVE.DK)

Kopier at de elektroniske dele af klatrestativet blev placeret i en kæmpe kuffert og kaldt Blæksprutten (se Figur 44). Blæksprutten havde tolv kabelben med en programmerbar satellit for enden af hvert ben. Hver satellit bestod af en berøringssensor, 16 programmerbare lysdioder, lyd samt en mikrocomputer. Satellitterne er forbundet af en strøm og datakommunikationskabler.



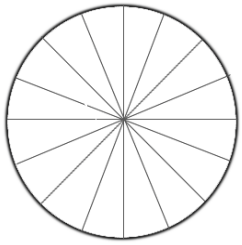
FIGUR 44 BLÆKSPRUTTEN

Softwarearkitekturen var distribueret, hvor to satellitter fungerede som server og resten som klienter. Klienterne udførte klientdelen af koden, serveren styrede kontroldelen, hvor pointene blev samlet og vist, og hvor menuen til valg af spil styredes. Koden blev skrevet i tredjegenerationssproget C. Systemet er udviklet af PlayAlive og har tidligere været brugt på klatrestativet.

Den eksekverbare kode og dermed spillene i blæksprutten var til at begynde med de samme på klatrestativet. Det første spil var et "rød-grøn" spil, hvor to hold skulle kæmpe mod hinanden for hurtigst muligt at trykke på satellitter med holdets farve. Det næste spil var i samme genre. Det tredje spil var et "memory-spil" hukommelsesspil, hvor spilleren skulle trykke på to satellitter ad gangen og finde frem til par i samme farve. Disse spil er brugt som inspiration for de nye læringsspil.

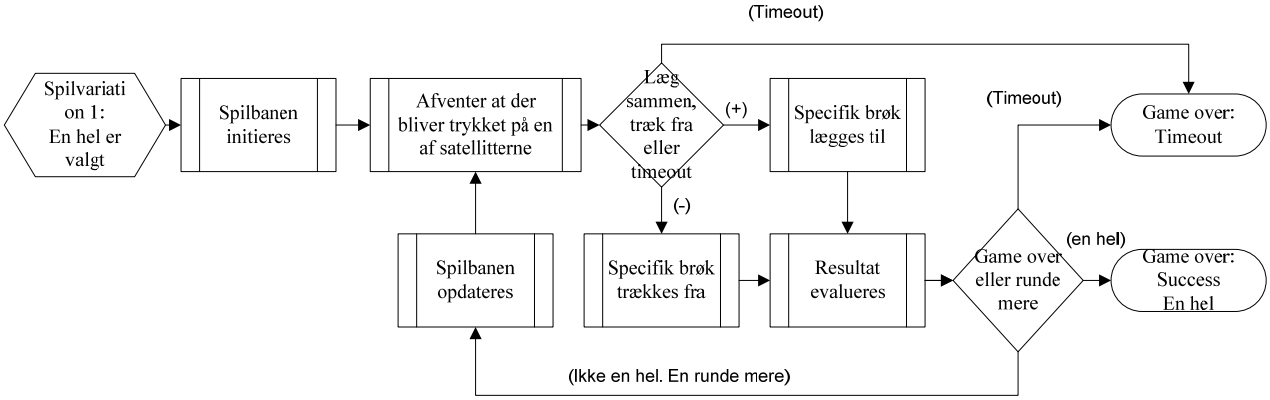
Beskrivelse af Fraction Battle

Brøker blev repræsenteret som dele af den cirkulære satellit, som populær kaldes pizzamodellen for brøker (Se Figur 45).



FIGUR 45 GRAFISK PRÆSENTATION AF BRØKEN FRA EN SATELLIT

Der udvikledes fire varianter af spillet. Målet i det første spil var, at spillerne skulle konstruere brøken "en hel" ved at lægge brøkdele sammen startende fra nul. Blev resultatet mere end en, så måtte de trække fra. Der var sat en timer således, at de havde cirka et minut til at løse opgaven (Se Figur 46). Den anden variant var en videreudvikling af den første, og resultatet kunne her være en tilfældig ægte visbar brøk, f.eks. kunne målet være at lægge sammen og trække fra indtil resultatet gav 10/16.



FIGUR 46 FORMEL STRUKTUR OVER SPILLET "EN HEL"

6.3 PLANLÆGNING OG GRUNDLAG FOR PROJEKTET (FASE 1)

Det blev besluttet, at læremidlet skulle udvikles i samarbejde med 2. b og deres matematiklærer på Rosengårdskolen. Målgruppen for læringsspillene var børn mellem otte og ti år. Spillene skulle supplere det faglige indhold i matematik. Klassen og matematiklæren skulle deltage i hele forløbet. Klassens matematikbog og trinmålene blev læst for at blive bekendt med det faglige fundament og stade.

Alle interventioner skulle foregå i klasseværelset, idet børnene og deres lærer skulle tænke i læringsbaner. Da det var kvaliteter ved læring og designprocessen, der var fokus på, gav det det mest mening af at bruge den samme klasse igennem designprocessen. Og når klassen skulle være medskabere, så skulle de også følge hele forløbet.

Det blev besluttet, at alle interventioner skulle vare cirka to timer og videofilmes, og at disse videofilm skulle danne grundlag for den retrospektive analyse. Se iøvrigt afsnit 5.3 *Designbaseret aktionsforskning i dette projekt*

6.4 RESUME AF UDVIKLINGSPROCESSEN (FASE 2)

Læremidlet og den tilknyttede didaktik blev udviklet over fire iterationer. Hver iteration indeholdt en intervention, som var planlagt, udført og evalueret. Temaerne fra disse iterationer var:

1. Evaluering af det teknologiske udgangspunkt i klasseværelset. De originale spil blev afprøvet i klassen
2. Brainstorming i og uden for klassen for ideer til nye læringsspil og valg af spil
3. Evaluering af de to første læringsspil i klassen
4. Evaluering af i alt fire nye og tilrettede spil og et forslag til evaluering

6.4.1 FØRSTE OG ANDEN ITERATION: ANALYSE, BRAINSTORM OG BESLUTNINGSTAGEN

I den første og anden intervention blev alle parter bekendte med den teknologiske platform, og der skulle høstes ideer til den læringsmæssige transformation af blæksprutten.

Vi udforskede også, hvordan blæksprutten kunne placeres i klasserummet, f.eks. på borde, under borde og i stjerneformation. Ingen nye spil blev udviklet i disse to iterationer.

I klasseværelset spillede børnene "rød-grøn-spillet" i konkurrerende teams, se nedenstående figur. Efterfølgende påbegyndtes brainstormingen med børnene.

FIGUR 47 RØD-GRØN SPIL FRA FØRSTE INTERVENTION

Målgruppen var meget begejstrede og ivrige for at deltage i hele forløbet. Børnene kom i skole, selv om nogen af dem var syge. Og de havde en masse ideer til nye læringsspil. Ideerne faldt i fire kategorier: (1) Ideer til fysisk placering i rummet; (2) tal og bogstaver; (3) fra leg til læring; (4)computerspil som kunne konverteres til robotspil, og (4) narrativer.

Fysisk placering

I den første intervention blev børnene blev bedt om at tage stilling til, hvordan man kunne placere satellitterne i klasserummet, se nedenstående Figur 48. Dette var tænkt som en simpel måde at få børnene til at optræde som medskabere, som tog del organiseringen af spillet.

FIGUR 48: IDEGENERERING FRA FØRSTE INTERVENTION – EN SATELLIT PLACERES UNDER BORDET

Da den digitale blæksprutte var i klasselokalet, var det konkret og nemt for børnene at foreslå den fysiske placering. Og i eksemplet på ovenstående billede viser eleven konkret, hvad hun mener. Blæksprutten er fysisk begrænset af de ledninger der er mellem satellitterne, så det er ikke muligt at placere dem frit.

Deres ideer om tal og bogstaver var begrænsede til, hvad de allerede kendte til for eksempel addition, subtraktion og talrækker. Fra computerspilsområdet forslog de kendte spil som ”memory” med tal eller interaktivt Scrabble.

Tal og matematik

Matematiklæreren havde også ideer om talrækker, addition, subtraktion og tidsberegning på ur, hvor tiden skulle symboliseres med grafiske visere. Herunder er to eksempler på elevernes forskellige ideer til matematik og regnestykker (talangivelserne foran citatet angiver dets placering i videooptagelserne):

> *1¤<3143974>(0:52:24.0)Elev n1: Man kan tage den der (plastic kapsel), så kan man skrive et tal eller regnestykke, så kan man prøve at regne regnestykkerne ud*
>
> *1¤<3923173>(1:05:23.2)Elev n2: Man kunne godt få den til at sige nogle stykker - så var der en masse tal rundt om - så skulle man finde det rigtige ud af otte.*

Eksemplerne her handler om regnestykker, som på den ene eller anden måde overføres til satellitterne. Den første elev n1 talte om at påføre satellitterne en kapsel med tal. Af eksemplet kan man se, at det kan være vanskeligt for eleverne af forestille sig, at man kan få edderkoppen til at gøre noget. I den næste eksempel forestiller en elev sig, at edderkoppen læser matematikstykker højt, og at spilleren så trykker på den rigtige satellit som svar.

Det første matematikeksempel (1¤<3143974>(0:52:24.0)) egner sig ikke direkte til at overføre, og er måske ikke konkret nok. Den næste ide (1¤<3923173>(1:05:23.2))kunne godt implementeres, og er sammenligneligt med de brøkspil, der til sidst blev implementeret.

Eksempel på overgang fra en legende kontekst til en lærende kontekst

Nedenstående eksempel viser, hvordan elever i første iteration fabulerede og kom med ideer til, hvordan man kunne forvandle rød-grønspillet til et spil om lige og ulige. Dette eksemplificerer at børnene mestrede overgangen fra en legende kontekst til en seriøs matematisk begrebslig kontekst.

> *1¤<3185713>(0:53:05.7)Elev: Det kan være ligesom rød og grøn, bare med lige og ulige tal, hvor man skriver*

Dette eksempel viser, hvordan eleven overfører sine erfaringer fra det oprindelige rød-grøn spillet til et spil med lige og ulige tal. I Batesonsk forstand svarer det til, at den etablerede spil-kontekst fra legepladsen og læringskonteksten fra matematiktimerne overskrides og skaber en ny kontekst for konceptualisering af konkrete læringsspil. Dette er desuden et eksempel på Batesons anden ordenslæring, som netop drejer sig om at tilpasse sin viden og erfaring og bruge den i en ny sammenhæng.

Fra et teknologisk synspunkt ville denne ide være nem at implementere softwaremæssigt i blæksprutten, idet det kunne basere sig på et lige eller ulige antal tændte lysdioder i de enkelte satellitter.

Fra et spilsynspunkt er ideen og interessant, fordi matematik netop bliver kernen i gameplayet. Det er vigtigt, at gameplayet og det, der skal læres, hænger tæt sammen, således at det eleven bruger tid og energi netop handler om det, der skal læres (Habgood, 2007).

Historier

Børnene blev også bedt om at fortælle historier, som havde med edderkoppen og gøre. Mens det gik lidt trægt med at få børnene til at komme med rene matematikideer, så var det som at tænde en hane, når de skulle fortælle historier, hermed et par eksempler:

1. *1¤<3606095>(1:00:06.1)Elev n1: Der var engang en engel og en djævel, men englen kunne rigtig godt lide græs, så hver gang de skulle ud og køre i en bil så kom de altid til et lyskryds hvor - djævlen så altid, at det var rødt, og så skulle man holde stille, kunne man ringe i mobil og tage en donot. Men englen kunne rigtig godt lide grøn og syntes grøn var bedst, fordi så kunne man køre og så kunne man hurtigst muligt komme derhen...*

Det var en kærkommen lejlighed for eleverne til at fortælle om engle, djævle, krigere og meget andet. Der blev fortalt mange historier også med tal og matematik. Herunder er et par eksempler, som relaterer sig til tal og matematikstykker:

2. *1¤<3515693>(0:58:35.7) Elev n2: Der var en gang en dreng han hed Grøn og der var engang en pige hun hed Rød, de var gift og boede i et lille hus ude på prærien. De havde 2 børn, som hed To og Fire. Og de havde en tyr, og den hed Tyve.*

3. *1 ¤<3515693>(0:58:35.7)Elev n3: Der var engang et krighold der hed Rød og et krighold der hed Grøn, og det hold som samlede flest matematikstykker havde vundet*

Der blev fortalt mange historier, men da der ikke var noget grafisk interface på edderkoppen, ud over lysdioderne på de enkelte satellitter, var det svært at forestille sig, hvordan historierne kunne operationaliseres.

Børnene brugte hinandens historier til at bygge videre på, se nedenstående eksempel:

4. *1¤<3606095>(1:00:06.1)Elev n4: Man kunne lave det sådan, at rød var vokalerne, og grøn var konsonanterne i alfabetet. Elev n5: Man var to hold, som var delt op i konsonanter og vokaler, og så kunne man bare tage grønne vokaler, og så kunne man tage røde (Bygger på hinandens ideer)*

Elev n4 foreslår et spil med vokaler og konsonanter, og elev n5 foreslår at spillerne skal være delt i to hold. Børnene tilpasser i dette eksempel deres ideer til hinanden, og elev n5 reflekterer over, hvad elev n4 fortæller og kommer med sin egen version af spillet.

Designbeslutninger på baggrund af første og anden intervention

Ideerne om at konvertere velkendte spil til blæksprutten blev afvist, fordi det lå for langt væk fra deres matematikpensum. De narrative ideer var svære at operationalisere i denne kontekst af matematik og i denne type teknologi.

En rød tråd i børnenes ideer var, at de var glade for at lægge sammen og trække fra. Det ville dog ikke være udfordrende nok for børnene at spille et spil, hvor de lagde sammen og trak fra med hele tal. Vi

besluttede at bygge videre på dette – ved at lade børnene lægge brøker sammen og trække brøker fra hinanden. Denne ide kunne udnytte meget af potentialet i den eksisterende hardware, og division og brøker skulle så småt introduceres i tredje klasse. Skolebørn i Danmark bliver normalt ikke introduceret til brøker i anden klasse, de begynder med division i tredje og går siden videre til brøker. Som resultat kom den første version af læringsspillet til at handle om brøker.

6.4.2 TREDJE INTERVENTION

Før spillet

Herunder er et eksempel fra tredje intervention på deltagelse i undervisningen, som lægger op til den første brug af brøkregningsspillet, og viser elevernes overvejelser over, hvad en brøk er for noget, se nedenstående figur:

3¤<365870> (0:06:05.9) Elev n1: Hvad er en brøk? *Lærer: Måske er der nogen der ved det?* *Elev n1: Er det ikke lige som når - nej jeg ved det ikke..* *Elev n2: En halv, en hel, en kvart* *Lærer: Ja lige præcis* *..(introduktion til spillet)....*	

FIGUR 49: HVAD ER EN BRØK?

Forskerne er ved at introducere brøkspillet for første gang, og en elev spørger, hvad en brøk er for noget. Læreren inddrager resten af klassen i dialogen. Flere elever forsøger sig, og én nævner en hel og en halv. Til slut i eksemplet bliver begrebet kort introduceret. Ideen var egentlig, at eleverne skulle have en fysisk forståelse for brøker, inden de fik en begrebslig forståelse. Men da spillet i første omgang var navngivet Fraction Battle, altså brøk-slaget, gav dette anledning til en kort introduktion til brøker. Eksemplet viser i praksis, hvordan elever og lærere i fællesskab deltager i en refleksion over, hvad brøker egentlig er for noget. Elevernes deltagelse er her med til at sikre, at der skabes en fælles grundlæggende forståelse af, hvad brøker er. Den aktive deltagelse er medvirkende til at udvikle en ny fælles forståelse. Det er i selve dialogen læreprocessen kan iagttages, og læreren og forskeren tilpasser dialogen til det faglige niveau.

Undervejs

Herunder er et eksempel på to drenge, som løser en brøkregningsopgave så hurtigt de kan, se Figur 50:

FIGUR 50 HURTIGE BRØKER

Efter

I tredje intervention, efter at eleverne havde prøvet den første version af brøkspillet, blev børnenes ideer mere udfoldede og præcise end i først og anden intervention, se nedenstående eksempel:

> *3 ¤<4909944>(1:21:49.9) Elev n3: Jeg vil gerne finde på et spil selv - et vendespil. Man kunne gøre sådan 1+1 giver 2 og 2+2 giver 4 og så videre*
>
> *Elev n3: først trykker man på to blå og så lyser den grønne... Det skulle være med højere tal, så man kom op i de røde*

Eksemplet handler om talrækker, eleven kalder det et vendespil, fordi det bygger på at finde to ens. Eleven kan, med den erfaring han har med blæksprutten og brøkspillet, bygge nye og operationelle ideer til nye typer spil. Ideen er udbygget til at kunne håndtere større tal end blot seksten. Eksemplet er et godt eksempel på refleksion over praksis (Schön, 2001), idet eleven efter at have spillet overvejer, hvordan han kan optimere spillet. I dette eksempel er der ikke kun tale om optimering, men snarere om egentlig nyskabelse.

6.4.3 ERFARINGER FRA DEN TREDJE ITERATION

Under evalueringen af de to varianter af "Fraction Battle", blev det klart, at der var behov for en didaktisk tilgang til brug af spillene.

Der var ikke nogen indbygget didaktik i blæksprutten, så det var op til matematiklæreren og forskerne at beslutte, hvordan børnene skulle arbejde med brøkspillene. Og da der ikke var udarbejdet nogen detaljeret drejebog, blev tredje intervention derfor temmelig kaotisk fra et didaktisk synspunkt. Man havde nogle gode matematikspil, men ikke nogen klar ide om, hvordan de skulle indgå i undervisningen.

Efter tredje intervention blev læringsmålene klarere. Det overordnede mål var, at børnene skulle forstå ideen med brøker, mere præcist skulle børnene: (a) forstå grafisk og numerisk repræsentation af brøker; (b) de skulle være i stand til at addere og subtrahere brøker med samme nævner; (c) de skulle kunne udtrykke den numeriske brøk med en tæller og nævner; (d) og de skulle kunne transformere brøker mellem grafisk og numerisk repræsentation.

Det blev også klart, at blæksprutten ikke umiddelbart kunne repræsentere brøker numerisk. Hardwaren egnede sig bedst til grafisk repræsentation. Det blev overvejet at udvikle specielle talkapsler, men den endelige beslutning blev at bruge blæksprutten til grafisk repræsentation og udvikle en didaktisk kontekst omkring læremidlet.

Det blev derfor besluttet at udarbejde en didaktisk plan for næste intervention. Og det blev besluttet at udvikle to yderligere variationer af spillet for at variere sværhedsgraden.

6.4.4 FORBEREDELSE AF DEN FJERDE INTERVENTION: DIDAKTISK PLAN OG TO EKSTRA VARIANTER AF FRACTION BATTLE

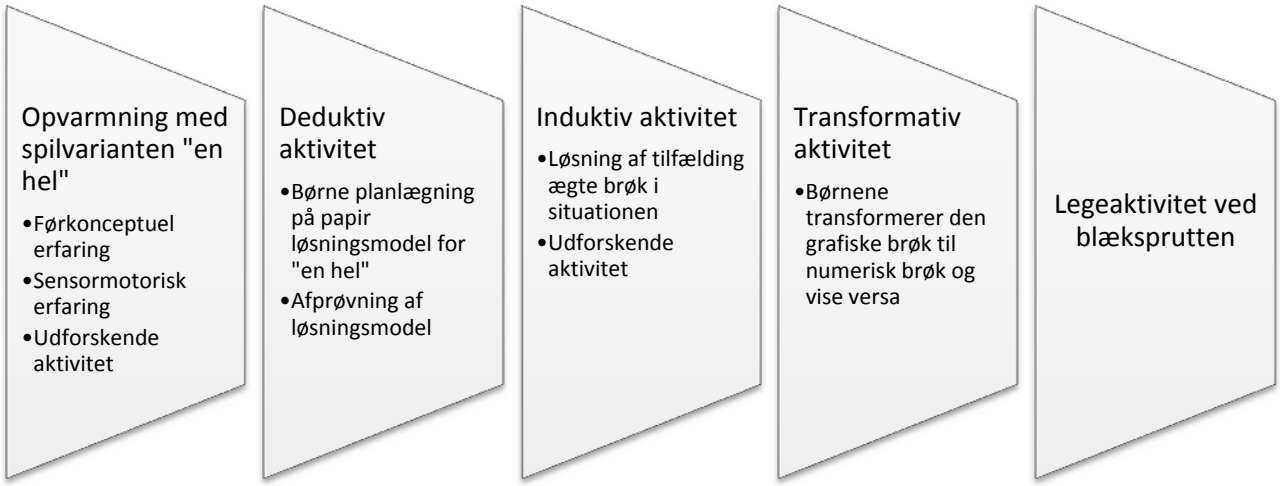
To ekstra niveauer af "Fraction Battle" blev tilføjet. Dette resulterede i fire versioner af spillet, hvor graden af udfordring varierede.

Vi ønskede at demonstrere og teste forskellige didaktiske tilgange for at udforske læremidlets fulde potentiale. Meget ofte fungerer "serious games" som en spændetrøje for underviseren, fordi en snæver didaktisk plan er indbygget i systemet og derfor uomgåelig. Børn har meget forskellige måder at lære på, og de er ofte på meget forskellige faglige niveauer. Vi ønskede udforske potentialerne i læremidlet, og vi ønskede at underviseren skulle være didaktisk frisat. Derfor ville vi muliggøre at kombinere forskellige didaktiske tilgange og undersøge, hvad der virkede i hvilke kombinationer.

Det var vigtigt at organisere undervisningen, således at børnene ikke brugte timen på at vente på, at det blev deres tur ved blæksprutten. Vi havde også opdaget at børnene blev ophidsede og inspireret til fysisk aktivitet, når de arbejdede med blæksprutten. For at sikre at børnene forblev fokuserede på brøker, blev det besluttet, at lektionen skulle bestå af perioder af arbejde med blæksprutten afløst af perioder, hvor de sad og var fordybede.

Det var vigtigt, at børnene reflekterede over brøker, og derfor skulle børnene f.eks. bruge de samme brøker i forskellige kontekster. Vi ønskede også, at de skulle planlægge, hvordan de skulle arbejde med blæksprutten, og de blev også opfordret til at reflektere over den erfaring, de allerede havde fået. Disse ideer om reflekteret læring er baseret på Batesons ideer om forskellige grader af refleksion i læring (Bateson, 1972).

Det didaktiske scenarie blev bygget op af elementer af intuitiv og præ-konceptuelle erfaringer, sensomotorisk erfaringer, deduktiv læring, induktiv læring og transformativ læring. Scenariet var indpakket i en sandwich af opvarmning i begyndelsen og leg til slut (Se Figur 51).



FIGUR 51: OVERSIGT OVER DEN FLEKSIBLE DIDAKTISKE PLAN

Opvarmningen var en introduktion til brøker, hvor børnene legede og udforskede uden at viden noget særligt om brøker endnu. Igennem opvarmningen fik børnene en præ-konceptuel og sensomotorisk erfaring med brøker. Erfaringen er fysisk, fordi børnene kommunikerer ved at trykke på satellitterne, og satellitterne responderer fysisk på børnenes handlinger.

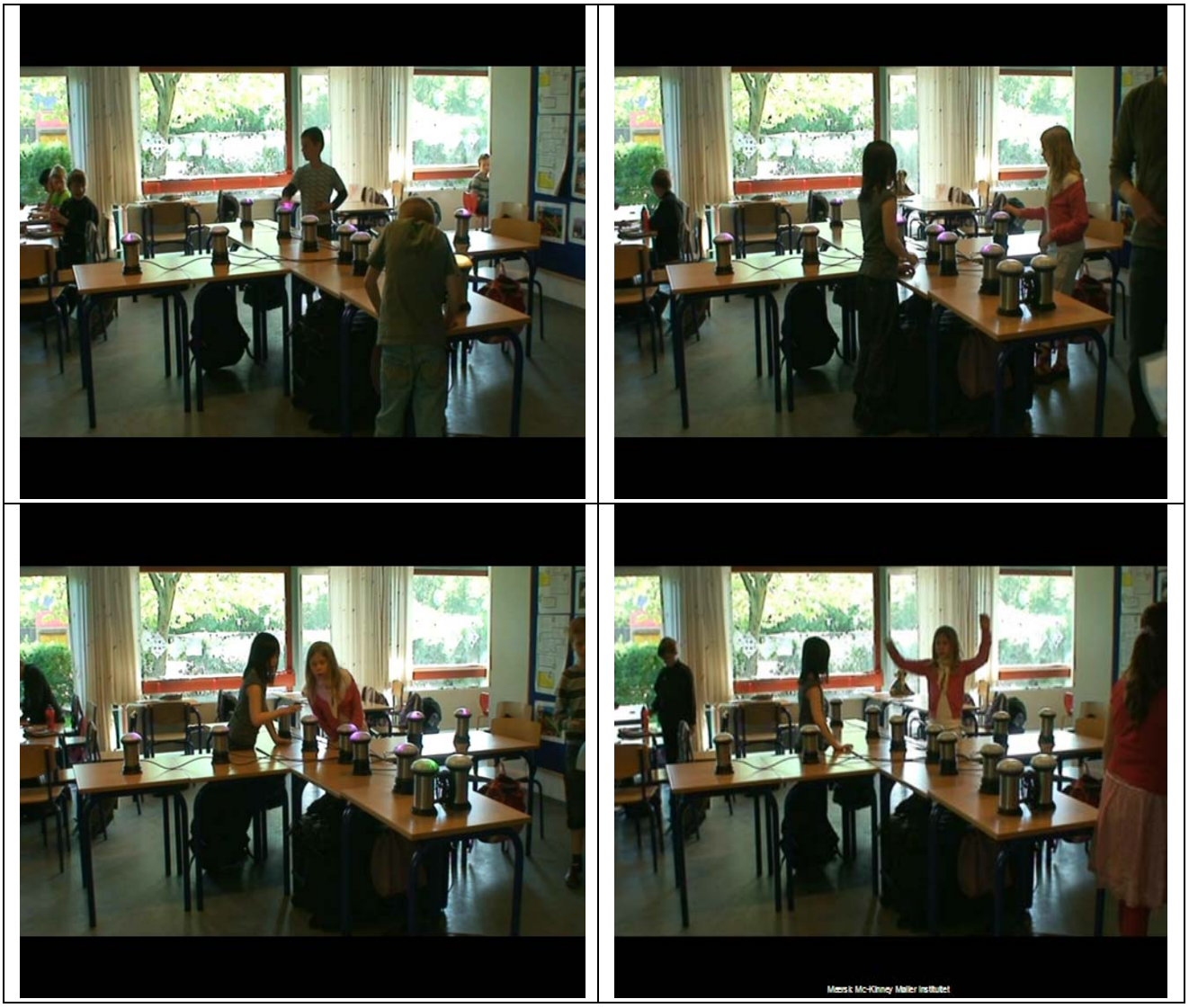
I den deduktive læreproces skulle børnene på papir planlægge, hvordan de skulle løse ”en hel” og derefter teste det på blæksprutten. Når de brugte den deduktive metode, skabte børnene en hypotese, som de derefter testede. Med andre ord planlagde og beskrev de et eksperiment og udførte en test. Denne metode skulle få børnene til at reflektere over deres læreproces ved at tænke forud og planlægge næste skidt. Derudover tegnede de for første gang selv grafisk repræsentation af brøker.

Næste skridt i den didaktiske plan var induktiv, fordi børnene skulle beregne en løsning i situationen uden nogen forudgående planlægning. Børnene blev præsenteret for en tilfældig ægte brøk, som de skulle genskabe ved at lægge brøkdele sammen. Induktion skal her forstås som en proces, hvor børnene udvikler deres egen løsning ud fra deres erfaring og forståelse af en konkret situation.

Børnene lærte også at transformere brøker mellem forskellige repræsentationer. Den viden børnene udviklede om brøker ved at bruge blæksprutten, blev transformeret om til papirskitser og numerisk repræsentation med tæller, nævner og brøkstreg. Ændringen af repræsentation er en ændring af kontekst, som tvinger børnene til at reflektere.

6.4.5 DEN FJERDE INTERVENTION

Test af det didaktiske scenarie tog næsten to timer, hvor børnene arbejde parvis, se nedenstående figurer



FIGUR 52 SPILSEKVENSER FRA FJERDE INTERVENTION

Nedenstående viser et eksempel fra dette konstruerede praksisfællesskab, hvor børnene taler med hinanden om matematik og spilstrategi. Situationen udspiller sig i fjerde iteration i køen ved brøkspillet, se nedenstående figur:

4¤<375658>(0:06:15.7) *Elev n1: 4 8 16 24* *Elev n2: Hvis der ikke er en 4'er så kan jeg bare tage 2 2'ere bum bum* *Elev n3: 2 4 6 Vi tager kun 2'ere, 2 4 6 ...8 gange skal vi tage 2'ere* *Elev n1: I skal tage tilbage...(kommentar fra rækken til gruppen der er i gang)* *Elev n2: Det skal du ikke sige til dem* *Elev n5(spillet):Hvordan gør man?* *Elev n3 (rækken): Du skal holde den nede*	

FIGUR 53 EKSEMPEL FRA PRAKSISFÆLLESSKABET I KLASSEN

Elev n2 i køen planlægger at trykke på to gange på 2/16, hvis der ikke er mulighed for at trykke på 4/16. Eksemplet viser en praksis refleksion i situationen (Schön, 2001), hvor en elev står og venter, imens andre er i gang med spillet. Elev n3 i køen står og regner på, hvor mange gange han skal trykke på 2/16 for at få en hel. Imens denne matematiksnak foregår, har eleverne også et øje på, hvad der forgår ved blæksprutten, og elev n1 foreslår gruppen at trække fra, fordi de er kommet over en hel. Elev n5, som spiller, beder om hjælp, og eleverne fra køen giver gode råd. Eksemplet viser, hvordan børnene i praksis og i fællesskab arbejdede med brøkspillet.

Evaluering af fjerde intervention

Denne intervention viste, at børnene fandt det nemt at transformere den kropslige og før-begrebslige erfaring med brøker til en mere begrebslig og intellektuel viden. Nogle af børnene fandt den numeriske repræsentation med tæller, nævner og brøkstreg hurtigere og nemmere end den grafiske repræsentation. De fleste kunne nemt skitsere brøker og transformere brøkerne mellem de forskellige repræsentationer. Nogle børn kunne "se" at 8/16 er det samme som en ½, og at 4/16 er det samme som ¼, men dette var også grænsen for den viden, de havde tilegnet sig om brøker fra den lektion. Matematiklæreren var overrasket over, hvor nemt børnene fangede konceptet.

Tegn på refleksion var typisk: Børnene brugte tid på at diskutere hvordan de skulle løse spillene, f.eks. i hvilken rækkefølge og hvilke brøkdele de ville addere. De kommenterede også hinandens løsningsmodeller, og planlagde f.eks. hvordan de med færrest mulige tryk kunne nå den ønskede brøk. Testen viste både potentialer ved værktøjet og potentialer i en meningsfuld og velforberedt didaktik.

6.5 DET AFSLUTTENDE INTERVIEW OG PRÆSENTATION AF DEN OPNÅEDE VIDEN (FASE 3)

Fire måneder efter den sidste intervention besøgte vi klassen igen for at vise dem videomateriale og interviewe dem som gruppe.

Afsnittet indeholder børnenes refleksioner om brøker og designprocessen. Derudover indeholder afsnittet lærerens refleksioner over processen og børnenes faglige udbytte.

6.5.1 REFLEKSION: BØRNENES REFLEKSIONER OVER FORLØBET

Ved det afsluttende interview så eleverne video af de tidligere interventioner, og denne intervention gav et fingerpeg om langtidsvirkningerne af forsøgene, idet den fandt sted fire måneder efter fjerde intervention. Eleverne havde siden den første intervention haft et ønske om at se sig selv på video, og at se videosekvenser ville desuden gøre det nemmere for eleverne at huske designprocessen og læreprocessen med brøker.

Det var planen, at eleverne skulle evaluere forløbet og i Schönsk (Schön, 2001) forstand reflektere over deres arbejde med brøker. Og endelig skulle eleverne bevidstgøres om den samlede forskningsproces, de havde deltaget i. I det efterfølgende resumeres hovedpointerne i børnene refleksioner, se nedenstående figur:

FIGUR 54: BØRNENES TILBAGEBLIK OVER DESIGNFORLØBET

Først gik det lidt trægt med at huske processen og selve brainstormingen. Eleverne kunne i første omgang huske rød-grønspillet, at de havde malet grafiske reræsentationer af brøker, og at det var noget med at få 16.

PLUS og MINUS

For hvert filmklip kunne eleverne huske mere, og at de havde arbejdet med at lægge sammen og trække fra, se nedenstående eksempel:

> *5 ¤<695879>(Filmklip) Elev n2: Når man skulle minuse skulle man holde dem nede, og når man skulle plusse skulle man bare trykke på den*

Eksemplet viser, at nogle elever kunne huske, at de havde trukket fra, og hvordan det præcis var foregået på blæksprutten.

Fra et spiludviklingssynspunkt kan det dog undre, at forskerne i udviklingsprocessen ikke lavede spil, hvor den primære opgave var at trække brøker fra hinanden. Minus blev kun brugt, hvis der var blevet lagt for meget sammen, hvilket eleverne så vidt muligt undgik.

Bevægelse og motion i timerne

For at spille spillet skulle børnene bevæge sig rundt i lokalet for at trykke på satellitterne, se et par af børnenes kommentarer herunder:

> *5¤<771529> Elev n1: Hvis nu man var herovre, og man skulle trykke på en dernede, det var lidt irriterende*
>
> *Forsker: Er det godt at få motion i timerne5¤<834363> Elev n4: Nej, kun hvis man spiller bold*
>
> *5¤<851208> Elev n5: Så kan man også få det bedre i timerne (når man bevæger sig (red.))*

Nogle elever syntes, at det forstyrrede spillet, at de skulle bevæge sig rundt for at spille. Der var dog andre, som syntes, at man fik det bedre i timerne, når man fik motion.

Brugervenlighed og navigation

Det var interessant at få vurderet, om spillet var brugervenligt, og om eleverne kunne navigere rundt i spilmenuen, se nedenstående eksempel om valg af spil:

> *Elev n1: ..man tog de to nederste - det er lidt svært at forklare*
>
> *Elev n1: Man trykkede på den ene, så skiftede spillene, og så holdt man inde når man f.eks. kom til rød-grøn*
>
> *Elev n3: Hvis man kom til at gå ind i et forkert spil, så kunne man bare holde (knappen)inde, indtil man kom ud at spillet igen*

Elever havde klar erindring af, hvordan man valgte spil, og hvad man gjorde, hvis man havde valgt forkert. Eleverne havde et tilsvarende digitalt legeredskab i skolegården, så det har nok også medvirket til at gøre det nemmere for eleverne dels at huske og dels at navigere rundt. Eksemplet viser også, at det kan være lidt krævende at omsætte en fysisk "hands on" erfaring til en eksplicit forklaring (Wenger, 1998).

Lydsiden var i første omgang ikke ændret fra udendørsspillene, lyden var derfor lavet med henblik at fange børns interesse i en udendørs legekontekst, se nedenstående eksempel:

> *Elev n3: Det var mærkeligt at høre lydene indenfor end - de lød ligesom højere*

Eleverne syntes, at lyden var lidt vel høj til indendørsspillene, og at lydene oplevedes højere inden døre. I de sidste interventioner blev der dog skruet ned for lyden, så den var mindre påtrængende. Lydsiden var samlet set for dominerende til en indendørs undervisningskontekst.

Male cirkler og brøker

Børnene fik vist konkrete filmklip af, hvor de tegnede brøker, som beskriver to at de tre repræsentationer af brøker, som eleverne blev præsenteret for: grafisk satellit-repræsentation og grafisk papirrepræsentation. Begge repræsentationer afbilder brøker grafisk. Den ene med mulighed for digital interaktion, den anden type skulle de farvelægge. Eleverne forklarede, at de var i gang med at tælle og farvelægge cirklerne på papirer. Eleverne kunne forklare, at cirklerne forestillede satellitter og brøker. Eleverne kunne dermed overføre deres gryende forståelse af brøker mellem cirklerne på papir og satellitterne. At overføre sin forståelse og erfaring mellem kontekster er i følge Bateson (Bateson, 2000) læring på niveau to, som giver en god dyb og adaptiv læring.

Cirkler, tal og brøkstreger

Det næste eksempel viser, hvor meget børnene kunne huske om omsætning mellem grafisk repræsentation og tal-repræsentation.

> *5¤<1501480> Elev nr2: Det var sådan noget med 1 ud af 15. Elev nr3: Og så var der også en der var 4 ud af 16*

Eleverne kunne benævne brøker mundtlig ved at sige 4 ud af 16 eller 1 ud af 15, når de skulle forklare hvad en grafisk repræsentation viste. De kunne skrive en brøk som tal og vidste, at der skulle være en streg i mellem, og efter et par gæt kunne de huske, at stregen hed en delestreg. Det var faktisk imponerende efter fire måneders pause. Læreren fortalte desuden, at de havde haft noget med brøker i begyndelsen af tredje.

Overgangen fra en grafisk repræsentation til talrepræsentation er at gå fra en konkret visuel kontekst for brøker, hvor man kan se på f.eks. cirkler, at 4 felter ud af 16 er farvede, til en tal-repræsentationen af mere abstrakt karakter. Eleven skal her vide, at 4/16 felter skal læses og tolkes som 4 ud af 16 felter. At skulle aflæse matematiske udtryk er sværere, end det er at aflæse en grafisk repræsentation direkte, fordi disse er mere abstrakte. Hypotesen i vores forsøg er netop, at børnenes interaktive erfaring med den fysiske repræsentation af brøker, gør overgangen til den abstrakte tal-mæssige repræsentation nemmere og mere vedkommende.

Indflydelse på designet

En af grundideerne i designet var, at børnene skulle være medskabere af at nyt digitalt læremiddel, se herunder eleverne refleksion over denne form for deltagelse, se nedenstående figur:

> *Elev n2: 5.2¤<4041659> Vi er opfindere... Elev n5: I tog en lille ting fra os og lagde det ind i spillet, så vi alle sammen var med til at bestemme... Elev n9: Jeg syntes at jeg havde en god ide - men den kom ikke med*

Det var svært at dokumentere, hvordan børnene havde indflydelse. Som en del af forskningsprocessen var det vigtigt, at børnene blev bevidste om den rolle, de havde spillet i designprocessen – en elev mente da også, at klassen var opfindere, og at forskerne tog nogle af deres ideer med ind i spillene. Der var dog flere elever som ikke mente, at deres ideer var medtaget i designet, de kunne dog ikke huske hvilke. I en kreativ proces vil der altid være et kæmpe overskud af ideer som ikke i sig selv er blevet til noget, men de kan have givet næring til de ideer som blev gennemført.

Det er heller ikke i praksis muligt for elever at idegenere om noget, de endnu ikke ved hvad er. Deres ideer bidrog designprocessen, mere på en mere indirekte måde. Idet udviklerne igennem dialog med børnene får en mere klar ide om deres univers, hverdag og faglige niveau.

6.5.2 REFLEKSION: LÆRERENS REFLEKSION OVER ELEVERNES DELTAGELSE I DESIGNPROCESSEN

Cirka seks måneder efter forsøget udtalte klasselæreren i et skriftligt e-mailinterview følgende om elevernes deltagelse i projektet:

> *Lærer: De (eleverne) synes at det var sjovt. De føler sig hørt, og at de har været med til noget helt anderledes. Mht. teknologien kendte de den i forvejen, hvilket var en fordel når der skulle være et fagligt indhold.*

Det var lærerens oplevelse af eleverne følte sig hørt, og at teknologien ikke stod i vejen for det faglige udbytte. Hun syntes dog at designprocessen, var lidt forstyrrende for selv matematikundervisningen, idet ikke alle elementer i designprocessen havde direkte med matematik at gøre, se nedenstående citat:

> *Lærer: Jeg lærte helt klart noget om, hvad der evt. kommer til at ske med undervisningen. Det har været et opbrudt forløb, fordi det var i udviklingsstadiet, hvilket er gået ud over det faglige udbytte.*

At anvende et færdigt stykke teknologi og at deltage i et udviklingsforløb er to meget forskellige ting. En designproces er af mere søgende af natur, idet man skal være åben for nye ideer og løsninger, især i de tidlige faser af projektet. Det kunne selvfølgelig have været en godt ide at give læreren en plan over udviklingsforløbet til at begynde med, så der var mindre usikkerhed om processen.

Kontekster – fysisk kobling

Brøkspillet gav eleverne deres første skoleerfaring med brøker, og de fik lov til at lege med brøker og fik lov til at mærke brøker. Læreren beskrev børnenes forhold til brøker:

> *Lærer: Udover at lære om brøker fik de set brøker i et helt andet lys. De henviser stadig til det, når vi snakker om halve og kvarte.*

Eleverne bruger altså deres første erfaring med brøker, når de i undervisningen lærer nyt om division og brøker. Dette viser en adaptiv form for læring, hvor børnene bygger videre og tilpasser deres erfaringer med ny viden. I dette tilfælde har børnene fået en fysisk oplevelse med brøker, som læreren i undervisningen bygger videre på.

Læreren mente desuden, at brøkspillet motiverede eleverne, at det gav dem leg og aktivitet, og at brøkspillet tog hensyn til at eleverne lærer på forskellige måder. Læreren mente dog også, at der var begrænsninger i brøkspillet:

> *Lærer: Brøkspillet kunne godt kobles mere til andre brøktyper, sådan så børnene ikke kun forstår det på satellitterne*

Og det var klart en begrænsning at brøkspillet i denne prototype kun viste brøker der gik op i 16, og at alle de grafiske repræsentation var runde.

6.6 RETROSPEKTIV ANALYSE (FASE 4)

I det efterfølgende analyseres designet af Fraction Battle med udgangspunkt i min analysemodel, jævnfør afsnit 2.6. Videoerne er optaget under interventionerne og analyseres sammen med det afsluttende interview. Ud over videoerne er der et skriftligt interview med klassens matematiklærer, som tog del i udviklingsprocessen og som lagde elever til.

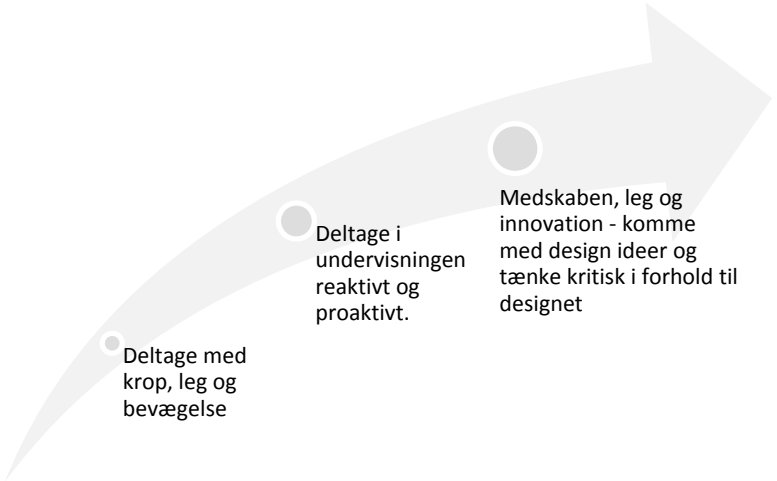
6.6.1 SOCIALITET, DELTAGELSE OG MEDSKABEN

Læring er grundlæggende en social proces, som ikke kan adskilles fra den sociale kontekst, som den foregår i. 2.b er et af de mange praksisfællesskaber, som børnene og deres lærer deltager i. Og det er et praksisfællesskab, som lægger beslag på deres hverdag i mange år. Det er derfor vigtigt dette fællesskab til stadighed udfordres og udvikles igennem fælles erfaringer og oplevelser.

Forskning og udviklingsgruppen blev for en tid en del af dette fællesskab. De forskellige deltagere havde forskellige roller, og de bidrog med forskellige typer input. Elevernes rolle var at være deltagende elever og medskabere af brøkspillet. Forskernes rolle var efter aftale med læreren at overtage en del af undervisningen under interventionerne. Læreren fungerede som lærer i klassen under interventionerne og sikrede, at alle de normale normer for adfærd og deltagelse bliver overholdt i klassen, f.eks. sikrede hun at børnene sad på deres stole, og at der som hovedregel kun var en der talte af gangen.

Praksisfællesskabet har en uvurderlig betydning for de læreprocesser, og læringen foregår i særdeleshed igennem deltagelse, så det handler om at analysere, om brugen af brøkregningsspillet fremmer en konstruktiv deltagelse i klassen.

Medskaben og deltagelse kan foregå på mange måder. Det kan være at konstruere ideer eller fysiske artefakter, men det kan også være at deltage i en dialog, hvor man prøver at forstå et nyt begreb. Nedenstående figur viser en oversigt over kategorier af medskaben, se Figur 55.



FIGUR 55 DELTAGELSE OG MEDSKABEN

Under interventionerne var der hovedsagelig tre deltagelsesformer.

1. Når de spillede brøkspillet var krop og bevægelse deltagelsesformen. Se Figur 50
2. Når de deltog i undervisningen og den fremadskridende dialog f.eks. ved at svare på spørgsmål og formulere spørgsmål. Se Figur 49
3. Børnene var kreative sparringspartnere, som formulerede nye ideer til spillet og byggede videre på hinandens ideer.

Krop, bevægelse og førbegrebslig forståelse

Når børnene deltog med krop og bevægelse, fik de en sensomotorisk erfaring med brøker (Nielsen, 1987). De fik en fysisk og kropslig erfaring med brøker. Og i første omgang havde børnene meget lidt intellektuel viden om brøker, så i første omgang var den fysiske deltagelse i nogen grad førbegrebslig. Førbegrebslig deltagelse relaterer sig desuden til Paperts ideer om, at læring i en teknologisk kontekst bygger på en kropslig forståelse, aktive kreative konstruktioner, feedback og meningsfuld didaktik (Papert, 1993).

Brugen af teknologi kan fremme den kropslige og fysiske forståelse af et fagligt felt (Papert, 193:xix). Papert mener desuden, at der skal være en naturlig forbindelse mellem det faglige indhold og den digitale konstruktion. I vores tilfælde er satellitterne formet som interaktive grafiske repræsentationer af brøker. Den kropslige forståelse tilføjer en ekstra dimension, idet børnene rører ved brøkerne, og brøkerne responderer på deres berøring. Den fysiske udforskning kan foregå, uden at børnene ved noget om principperne for brøker. Når principperne for brøker bliver præsenteret for børnene, kan de referere til deres fysiske erfaring, og børnene vil nemmere kunne adaptere viden om brøker. I Batesonsk forstand kan man sige det går fra en fysisk kontekst til en matematisk kontekst.

Aktiv kreativ konstruktion bygger på konceptet om at fremme kreativ og konstruktiv læreproces. Den fysiske konstruktion korresponderer med den kognitive konstruktion af viden (Papert, 1993:121). Der var planer om at udføre en femte iteration af brøkspillet, som skulle indeholde mulighed for at børnene skulle kunne konstruere brøker og udfordre hinanden med disse brøker. Denne ide indeholder i højere grad at brugerinitieret kreativ skaben.

Deltagelse i form leg og bevægelse kan bruges som værktøj for læring. Børnene har nogle erfaringer fra legens verden, som kan bruges i en læringssammenhæng. Og for børn i anden klasse er det nemt at lege, ja det virker nærmest som om, at det er deres grundtilstand. For børnene i denne anden klasse var det som om leg var deres naturlige modus, og når læreren ikke fastholdt dem, så var de fulde af leg og bevægelse. De blev typisk flere gang flere gange i løbet af en dobbelt lektion sendt ud til skolens flagstang og tilbage igen for at løbe energien ud af kroppen. Det digitale læremiddel medvirkede i nogen grad til at kanalisere den lege- og bevægelsesenergi over i læring. For ældre børn og voksne er leg nok ikke det naturlige modus i formelle læringssituationer, og de skal overvindes til at acceptere leg og bevægelse som en del af læreprocessen.

Deltagelse i undervisningen

Deltagelse i undervisningen var f.eks., når læreren fortalte og stillede spørgsmål til børnene, og hvor børnene stillede opklarende spørgsmål og udførte småopgaver. Dette var den typiske deltagelsesform i klassen. I relation til brug af teknologi i undervisningen ændredes undervisningsformen, og det var derfor vigtigt at redesigne didaktikken. For at et teknologisk læremiddel skal kunne bruges optimalt i et klasserum, var kombinationen af teknologi og meningsfuld velforberedt didaktik essentiel. Seymour Papert understreger vigtigheden af meningsfuld didaktik:

> *"Technology in education is effective only if placed in a larger context that combines well-prepared teachers with integrated social services" (Papert 1993:vii)*

Brug af teknologi kræver noget ekstra af en lærer. I dette projekt har det været et specifikt krav, at teknologien skulle være så nem at bruge, som en bog man tager ned fra hylden. "Fraction Battle" indeholder korte læringssekvenser og oplevelsessekvenser, og spillet kan ikke stå alene. Succesen af "Fraction Battle" afhænger derfor af didaktikken, hvilket giver underviseren bemyndigelse og kontrol som didaktisk leder. I fjerde iteration erfarede vi at en veltilrettelagt didaktik med brøkspillet som omdrejningspunkt gav en god aktiv deltagelse hos børnene.

Medskaben, leg og innovation

Medskaben er en særlig form for deltagelse i undervisningen, hvor børnene skaber nyt og f.eks. bygger oven på hinandens ideer. Når der skulle idegenereres med børn, var det vigtigt, at børnene havde noget konkret at bygge videre på, og at de kunne bruge den konkrete erfaring, de efterhånden fik med brøkspillet, idegenerering og historiefortælling. Børnenes ideer blev mere udfoldede og operationaliserbare i de senere interventioner, se f.eks. drengen der ville udvikle et vendespil.

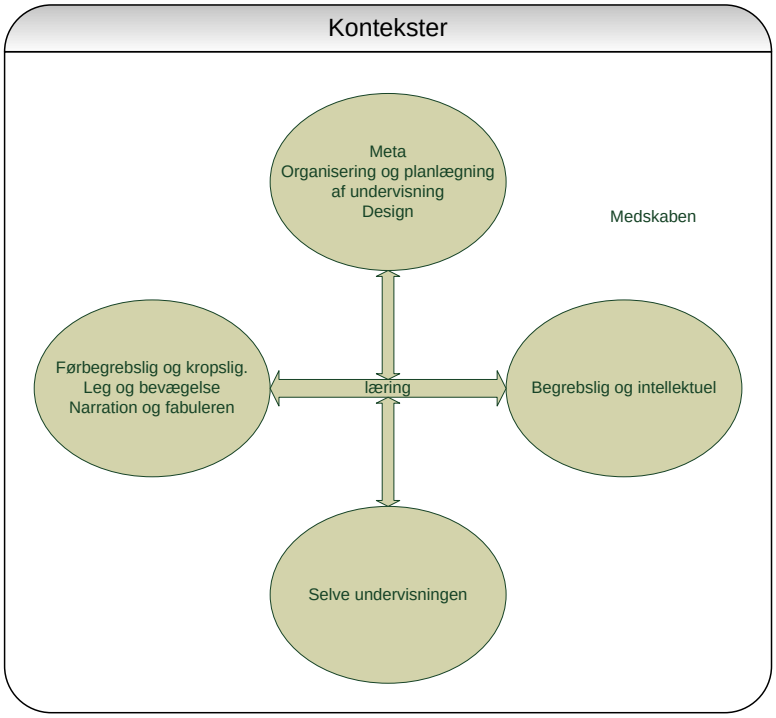
Historiefortælling var en anden forløsende faktor for idegenerering med denne gruppe børn. Selvom flere af historierne ikke havde så meget med matematik at gøre, så løste det også op for at fortælle

historier, hvor der indgik tal og regnestykker. Historiefortælling bragte børnene i en legende og fabulerende situation, hvor de frit kunne komme med historier, som var fantasifulde konstruktioner, som måske eller måske ikke kunne bruges i virkelighedens verden. Historiefortællingsseancen gav børnene et beskyttet legende værksted, og satellitternes udviklingspotentialer blev sat i fokus. Det kunne være interessant at undersøge, om historiefortælling også kunne bidrage i idegenererings-processer hos voksne.

Fællesskab i forbindelse med idegenereringen var centralt, idet børnene ofte brugte hinandens ideer som springbræt til nye ideer eller de byggede videre og kvalificerede hinandens ideer.

6.6.2 KONTEKSTER OG REFLEKSION

Den fysiske kontekst for interventionerne var elevernes klasseværelse, og det var der undervisningen foregik. Denne kontekst var valgt for at eleverne skulle tænke i læring. Teoretisk er kontekster centrale i Batesons teori, og læring sker, når man bruger sin viden og erfaring i en ny kontekst. Denne ide har dannet grundlag for designet af brøkspillet, hvor ideen var at eleverne skulle præsenteres for brøker i en førbegrebslig kontekst og få en kropslig og legende erfaring med brøker. Denne førgrebslige viden om brøker blev under vejs igennem undervisningen transformeret til en begrebslig viden om brøker i en begrebslig og intellektuel kontekst, se nedenstående figur. Tilrettelæggelsen og gennemførslen af undervisning påvirkede læreprocessen.



FIGUR 56 KONTEKSTER

Læring: Når erfaringer bruges i en ny kontekst
I casen legede børnene i første omgang med brøkregningsspillet uden at have nogen særlig viden om brøker (med undtagelse af, at de fik en helt kort introduktion til overskriften "brøker"). Den viden, de tilegnede sig ved at spille spillet var en kropslig og i nogen grad uartikuleret viden. Når børnene så efterfølgende talte om brøker, fik denne kropslige viden ord og blev sat på begreb. I det der blev sat ord med oplevelserne foregik læringen. Børnene fik efter den fysiske leg, opgaver, hvor ord og tal om brøker indgik og dermed havde børnene to kontekster for brøker. Børnene kunne oversætte og tilpasse deres erfaringer til en ny kontekst.

At arbejde med de samme begreber i forskellige kontekster, kræver for det meste en form for intervention, det vil sige undervisning, og denne undervisning skal og tilrettelægges for at kunne støtte denne type af læreproces, se ovenstående figur.

Eksternalisering fra tavs kropslig viden til eksplicit viden

Eksternalisering er en proces, hvor tavs viden artikuleres til eksplicitte koncepter (Nonaka, 1995:64). Det sker, når vi forsøger at beskrive, det vi gør og har oplevet. Vi forklarer det med f.eks. analogier, metaforer, hypoteser eller modeller. I følge Nonaka vil der altid være en forskel på det, vi gør, og det, vi siger, idet det kan være svært at eksplicitere det, vi gør . Det er f.eks. svært at forklare præcist, hvordan man bager et lækkert brød, og hvad det kræver af ælteprocessen, jævnfør kap. 2.4.

I forbindelse med det didaktiske design prøvede vi at fremme denne eksternaliseringsproces. På ovenstående figur ses pilen mellem tavs kropslig viden og eksplicit begrebslig viden. Eksternaliseringen bliver typisk trigget af dialog og refleksion. Og i en undervisningssammenhæng vil der ofte kunne anvendes en kombination af induktion og deduktion (Nonaka, 1995:64). Dette kom f.eks. til udtryk i den didaktiske plan, jvf. Figur 51. Børnene legede i første omgang med brøkspillet og løste opgaver uden egentlig at vide, at det var brøker. Samtale og refleksion medvirkede til, at disse oplevelser blev omsat til en begrebslig forståelse. Når børnene f.eks. omsatte deres oplevelser med Fraction Battle til begreber om numerisk repræsentation af brøker, fik de ekspliciteret deres tavse viden om brøker.

Meta niveau: Didaktik og design af digitale læremidler
Planlægningen af undervisning er af central betydning for den måde, læreproces som skal foregå på, se ovenstående figur. Vi erfarende igennem interventionerne, at planlagte forløb var centrale i forhold til de erfaringer, som børnene fik med det digitale læremiddel.

I vores designproces skulle det besluttes, om didaktikken skulle integreres i værktøjet, eller om det skulle være op til underviseren. Fordelen ved at integrere didaktikken i værktøjet er, at det bliver nemmere for underviseren, idet han ikke selv skal tage stilling til den sammenhæng som hjælpemidlet skal bruges i. På den anden side bliver det også spændetrøje for underviseren, hvis han ikke kan bruge værktøjet i flere sammenhænge.

I denne type af primitive læremidler er der ikke så gode muligheder for at indbygge didaktikken, deres styrke ligger i en den kropslige og fysiske erfaring, som børnene får med værktøjet.

At deltage i en designproces er en unik oplevelse og særlig oplevelse for alle, især første gang. Designprocessen blev også en del af børnenes læreproces dels om, hvad teknologisk design er for noget, og dels fik de også en grundlæggende viden om brøker.

Meta-niveauet for børnenes læreproces er planlægningen af undervisningen, hvor underviseren f.eks. tilrettelægger, hvordan børnene nu skal bruge deres erfaringer i nye kontekster.

Refleksion og læring 2

Refleksion og læring foregik hovedsageligt på Batesons niveau 2, hvilket giver en god og dyb læring, hvor elever tilpasser deres viden ved at overføre den fra en kontekst til en ny, som de gjorde, når de f.eks. omsatte en fysisk oplevelse til begrebslig viden, og når de gik fra grafisk til numerisk repræsentation. Der var ikke lagt vægt på, at børnene skulle bevidstgøres og tænke over deres måde at lære på, og der blev ikke konstateret sådanne refleksioner undervejs.

Elever gjorde sig dog undervejs en del praksisrefleksioner, f.eks. diskuterede de hvordan de nemmest kunne udføre spillene, og hvad der var hurtigst. Figur 53 viser, hvordan en elev planerlægger at løse sine opgaver ved Fraction Battle. Eleven siger f.eks. "hvis der ikke er en 4'ere så tager jeg 2 2'ere". Denne type refleksioner i situationen er af optimerende karakter (Schön, 2001). Optimerende refleksioner betegner Schön som refleksion i handling, se et konkret eksempel på Figur 53 fra fjerde iteration. I femte iteration var der desuden en del refleksion-over-handling (Schön, 2001), og læreren fortalte at børnene ofte refererede til brøkspillene, når der i klassen efterfølgende blev snakket fagligt om brøkdele og division.

6.6.3 EVALUERING AF FORSKNINGS- OG DESIGNPROCESSEN

Tilgangen til design adskiller sig fra både mål-orienteret og teknologidrevet design (se kapitel 0). Hvis en mål-orienteret tilgang havde været valgt, ville det ikke have været muligt at udforske teknologien tilstrækkeligt. Vi skulle have stillet os tilfredse med foruddefinerede mål. Foruddefinerede mål ville på den anden side have tvunget os til at redesigne hardwaren til vise anden en brøker der gik op i seksten.

Hvis vi havde valgt en teknologisk tilgang, havde vi ikke fået nogen erfaring med at udvikle og udføre forskellige didaktiske planer som spillede sammen med "Fraction Battle", og de konkrete læringsmål ville stadig have været uklare. Beta-testning udført i slutningen af et udviklingsforløb kan afsløre nogle læringsmål, men beta-test vil kun kunne belyse en meget begrænset del af potentialet.

Vi var tilfredse med, at forskningen skabte en unik læremiddelprototype, som kunne introducere brøker. Især var vi tilfredse med den ledsagende didaktik, som er tilpasset målgruppen. Igennem iterationerne fik vi et godt billede af potentialer og begrænsninger i hardwaren. Det viste sig, at hardwaren begrænsede læringsmålene på grund af den begrænsende grafiske repræsentation af brøker. Gameplay'et, som er indlejret i softwaren, kan stadig forbedres, og der er uudforskede potentialer her.

Den designbaserede aktionsforskning gjorde os mere åbne overfor udforskning af målgruppen. Det afsluttende interview i klassen var en standard-del af den designbaserede aktionsforskning. Formidlingen af forskningsresultater til børnene og deres lærer ved at vise video gav også ny information til forskningsprocessen f.eks. om langtidseffekterne af interventionerne og ny viden om hvordan børnene lærere og det gav os nye ideer til forskning.

6.7 OPSAMLING

Opsamling: Hvad kan "Fraction Battle" som en bog ikke kan

Det unikke ved at transformere en robotteknologisk legeplads til et læremiddel kan samles med følgende nøgleord: differentieret tilgang til undervisning og fleksibel didaktik; aktiv brug af børnenes spilkompetencer; kropslig oplevelse; fysisk bevægelse og træning; kollaboration og teknologisk forståelse.

Teknologi i klassen er et værktøj for læreren til at differentiere og variere undervisningen. Fraction Battle gør det muligt for underviseren at planlægge undervisningen til børnenes meget forskelligartede behov. Spillene er på forskellige faglige niveauer, og børnene kan bruge kortere eller længere tid ved de enkelte aktiviteter og stadig få feedback fra systemet. Underviseren kan planlægge sin undervisning som en kombination mellem traditionel undervisning og inkludere "Fraction Battle" som en ekstra resurse.

Mange digitale spil til brug i undervisning har en indbygget og fastlagt didaktik, det vil sige, at designerne har besluttet hvordan der skal undervises i det pågældende faglige område. Underviserne kommer på denne måde ud på et sidespor, hvor de overvåger undervisningen lidt fra sidelinjen uden at kunne påvirke og justere forløbet til klassen. I Fraction Battle er det underviseren der styrer slagets gang og tilpasser didaktikken, så den passer børns ofte meget forskelligartede forudsætninger.

Børnene kunne bruge deres erfaring med computerspil som løftestang for at læring om brøker. Desuden kendte børnene de initiale spil fra den udendørs edderkop. Børnene kunne fuldføre spillene i Fraction Battle, og de tænkte desuden flere regler ind i spillene for at forbedre gameplayet, f.eks. hvem der hurtigst kunne komme igennem et givent niveau, og hvem kunne løse opgaven ved at trykke på færrest satellitter.

Den kropslige oplevelse er beskrevet i det forrige afsnit med før-begrebslig tavs viden. Og den fysiske bevægelse kan iagttages, figurerne fra videooptagelserne. Se f.eks. Figur 50, som viser hvordan opgaverne ved Fraction Battle af og til blev løst i højt tempo og under store energiudfoldelserne.

Brøkspillet gav børnene en forståelse af, at teknologi kan være andet end computere, playstation og mobiltelefoner. Denne unikke testgruppe fik desuden en indsigt i design af teknologi, og de fik mulighed for at påvirke designprocessen. Konsekvensen af dette kan påvirke der forhold til teknologi i frem-

tiden. De ved nu at teknologi kan tilpasses deres behov, og at det ikke altid er dem der må tilpasse sig teknologien.

Opsamling på analysen

Designet og brugen af Fraction Battele blev for eleverne en udforskning af et ny og abstrakt emne, brøkregning. Teknologien gav muligheder for, at de kunne kombinere fysiske erfaringer med emnet med en mere begrebslig forståelse, at de kunne bevæge sig mellem forskellige refleksionsniveauer, og dette kunne ske i et konkret samarbejde, hvor eleverne kunne bruge hinanden.

Socialitet og praksisfællesskaber dannede grundlag for lære- og designprocessen. Elever, lærer og forskere fungerede som et praksisfællesskab for design af robotteknologiske læremidler. Elever og lærer skulle bidrage med ideer og erfaringer til designprocessen, dvs. de skulle være deltagere designprocessen. De prægede da også designprocessen undervejs, f.eks. med hensyn til hvordan man kunne implementere forskellige sværhedsgrader i spillene.

En af de bærende ideer i "Fraction Battle" var at eleverne skulle arbejde med brøker i forskellige kontekster. I første omgang en fysisk og interaktiv kontekst, som de skulle lære at kende inden de fik nogen fik nogen særlig introduktion til brøker. Dette var inspireret af Papert (Papert, 1993). Denne fysiske erfaring skulle så gøre det nemmere for eleverne arbejde med brøker i andre kontekster. Eleverne arbejdede med brøker i tre forskellige kontekster, grafisk-interaktiv, grafisk-papir og numerisk.

En del af læringen forgik på Batesons niveau 2, hvor elever tilpasser der viden, f.eks. ved at overføre den fra en kontekst til en ny som de gjorde når de gik fra grafisk til numerisk repræsentation. Det var ikke lagt vægt på at børnene skulle bevidstgøres over tænke over deres måde at lære, og der blev ikke konstateret sådanne refleksioner undervejs. Elever gjorde sig dog under vejs en del praksisrefleksioner f.eks. diskuterede de hvordan de nemmest kunne udføre spillene og hvad der var hurtigst. Denne type refleksioner i situationen er af optimerende karakter (Schön, 2001).

I forbindelse med designprocssen blev der lagt vægt på at eleverne skulle være medskabende, det vil sige de skulle deltage aktivt dels i designprocessen og dels i undervisningen med "Fraction Battle". Børnene skulle føle sig hørt, således at de blev stimuleret til deltagelse. I designprocessen bidrog børnene med konkrete ideer til det videre design. Det viste sig dog at børnene, at børnene havde svært ved at komme med konkrete ideer om matematik, idet de selv endnu var novicer på dette felt. Mere indirekte fik deres måde at arbejde med brøkspillene på, konsekvenser for den videre og udviklingsproces. Det blev i planlægningen af undervisningen fokuseret på aktiv deltagelse, f.eks. skulle børnene forløbet selv tegne brøker og konvertere mellem grafisk og numerisk repræsentation.

Eleverne var innovative og brugte deres fantasi og kreativitet i forbindelse med idegeneringen til spillene. Fra begyndelsen var der ideer mangeartede, og der var en tendens til at deres ideer blev mere udfoldede og præcise længere henne i forløbet, dels fordi de bedre forstod hvilke ændringer der var mulige og dels for de blev mere erfarne med idegenering. Denne pointe er væsentlig og vil kunne udnyttes i fremtidige designforløb i en læringskontekst med børn.

Opsamling på forskningsmetoden

Der er et stort potentiale i at inddrage målgruppen fra begyndelsen som medskabere. Det er dog vigtigt at gøre dem bekendt med udviklingsprocessen, som ellers kan komme til at virke uoverskuelig.

At interventionerne fandt sted i klasserummet var en stor hjælp. Læreren hele tiden fungerer i sin naturlige lærerollen. Det blev nemmere at designe for undervisning i klassen. Og det sporede børnenes tanker i retning læring, selv om de forbandt den teknologi vi medbragte med leg, bevægelse og frikvarter.

Den afsluttende intervention i fase tre gav et godt fingerpeg om langtidsvirkningerne forsøget, og det viste sig at eleverne huskede en meget både fra designprocessen og om brøker. Og den afsluttende intervention bibragte dem en samlet forståelse af deres rolle som medskabere i designprocessen.

Den retrospektive analyse gav mulighed for at komme et spadestik dybere og for at betragte designprocessen igennem analysemodellens filter, hvilket gav en god strukturering og en dybere forståelse af hvordan refleksion, kontekster, medskaben og socialitet konkret udmøntedes.

Perspektiver for Fraction Battle

Hvis "Fraction Battle" skulle udvikles videre, så skulle f.eks. hardwaren opdateres og gameplay'et videreudvikles. Og siden forsøgene med "Fraction Battle" er hardware platformen da også blevet opdateret.

Platformen er blevet videreudviklet, således at der nu er trådløs radioforbindelse imellem satellitterne. Den trådløse forbindelse stilles til rådighed af ZigBee-teknologi, som også i nogen grad anvendes i forbindelse med både I-BLOCKs, og de interaktive fliser som introduceres i afsnit 4.4 og 4.5.

FIGUR 57 TRÅDLØSE SATELLITTER

På figuren herover ses de trådløse satellitter. Til venstre ses opbevaringskufferten, som indeholder opladerfunktionalitet. På billedet i midten ses satellitterne frit på gulv, og på billedet til højre sidder de magnetiske satellitter fast på en whiteboard.

Dette åbner nye eksperimenter til brug i skolen, f.eks. til brug udendørs og i forbindelse med idræt. Man kan også forestille sig nye anvendelser i inden for matematik, hvor man f.eks. kombinerer applikationer på mobiltelefoner og satellitter.