



# Fjölbreyttir kennsluhættir í stærðfræði

Skapandi kennsla á yngsta stigi

Hafrún Lilja Elíasdóttir

Hrefna Kristín Ágústsdóttir

Lokaverkefni til B.Ed.-prófs

Kennaradeild



**HÁSKÓLI ÍSLANDS**  
**MENNTAVÍSINDASVIÐ**



# **Fjölbreyttir kennsluhættir í stærðfræði**

## ***Skapandi kennsla á yngsta stigi***

Hafrún Lilja Elíasdóttir

Hrefna Kristín Ágústsdóttir

Lokaverkefni til B.Ed.-prófs í grunnskólakennarafræði

Leiðbeinandi: Þórunn Jónasdóttir

Kennaradeild

Menntavísindasvið Háskóla Íslands

Júní 2015

Fjölbreyttir kennsluhættir í stærðfræði: Skapandi kennsla á yngsta stigi

Ritgerð þessi er 10 eininga lokaverkefni til B.Ed.-prófs  
í grunnskólakennarafræði við Kennaradeild,  
Menntavísindasviði Háskóla Íslands

© Hafrún Lilja Elíasdóttir og Hrefna Kristín Ágústsdóttir 2015  
Óheimilt er að afrita ritgerðina á nokkurn hátt nema með leyfi höfunda.

Prentun: Bóksala kennaranema  
Reykjavík, 2015

## Ágrip

Þessi ritgerð er lokaverkefni til B.Ed.-prófs í grunnskólakennarafræði við Háskóla Íslands. Meginviðfangsefni hennar er að kynna margvíslegum leiðum að fjölbreyttum og skapandi kennsluaðferðum í stærðfræðikennslu á yngsta stigi í grunnskóla. Í þeim tilgangi var kennsla í stærðfræðipema í Hörðuvallaskóla skoðuð. Jafnframt var kennsluaðferðin „Leikur að læra“ skoðuð sem ein af fjölmörgum skapandi kennsluaðferðum sem hægt er að notast við í kennslu. Markmiðið með þessari ritgerð er að hún nýtist kennurum og öðrum sem hafa áhuga á stærðfræðikennslu yngri barna og vonir standa til að fólk öðlist meiri og dýpri skilning á þessu efni eftir lestur verkefnisins. Við beinum sjónum okkar að tveimur frumkvöðlum kennslufræðinnar, þeim Howard Gardner og John Dewey. Þeir hafa markað djúp spor innan fræðigreinarinnar þegar kemur að fjölbreyttum viðfangsefnum og þeirri sýn að nemendur séu jafn ólíkir og þeir eru margir og að það þurfi að notast við fleiri en eina aðferð til að koma til móts við fjölbreytileika nemenda.

## Efnisyfirlit

<b>Ágrip .....</b>	<b>3</b>
<b>Myndaskrá .....</b>	<b>5</b>
<b>Formáli .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Inngangur .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Aðalnámskrá grunnskóla .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Sköpun í námi og kennslu.....</b>	<b>10</b>
3.1 Howard Gardner .....	10
3.2 John Dewey.....	13
3.3 Skapandi kennsluaðferðir .....	14
<b>4 Kennsluaðferðir í stærðfræði .....</b>	<b>17</b>
4.1 Einstaklingsmiðuð kennsla.....	18
4.2 Þrautalausnir.....	19
4.3 Hlutbundin stærðfræðigögn.....	21
4.4 Samræður .....	22
4.5 Útikennsla .....	23
4.6 Stærðfræði í leik.....	24
<b>5 Hörðuvallaskóli .....</b>	<b>29</b>
5.1 Stærðfræðipema í fyrsta bekk .....	32
5.2 Stærðfræðipema í öðrum til fjórða bekk.....	34
5.3 Stærðfræðipema í fimmta til sjöunda bekk.....	36
5.4 Stærðfræði í áttunda til tíunda bekk .....	38
5.5 Viðhorf kennara gagnvart stærðfræðipema .....	38
5.6 Samantekt.....	39
<b>6 Umræður og lokaorð .....</b>	<b>41</b>
<b>Heimildaskrá .....</b>	<b>43</b>
<b>Heimildaskrá-myndir .....</b>	<b>46</b>

## Myndaskrá

Mynd 1. Uppbygging stærðfræðipema í Hörðuvallaskóla .....	30
Mynd 2. Skipulag á stærðfræðilotum í Hörðuvallaskóla.....	31
Mynd 3. Margföldunarskífur .....	35
Mynd 4. Spilið Erstes Rechnen .....	36

## Formáli

Hugmyndin að þessu verkefni kviknaði þegar við sátum í stærðfræðikennslustund og sáum hvernig er hægt að nálgast stærðfræðina á fjölbreyttan hátt til að ná betur til nemenda og vekja áhuga þeirra. Við höfðum farið í vettvangsnám í Hörðuvallaskóla og upplifað stærðfræðikennsluna þar, sem var með öðru sniði en við höfðum áður kynnst. Okkur langaði því að kynna okkur þetta verkefni frekar með tilliti til fjölbreyttra kennsluaðferða í stærðfræði.

Við viljum þakka leiðbeinanda okkar, Þórunni Jónasdóttur, fyrir mjög góðar og gagnlegar ábendingar þar sem hún studdi vel við bakið á okkur. Einnig þökkum við Jónínu Völu Kristinsdóttur fyrir gagnlegar ábendingar við heimildaval. Þökkum við Berglinni Brynjólfsdóttur og Trausta Einarssyni fyrir yfirlestur, ómetanlega aðstoð og ráðleggingar.

Við viljum sérstaklega þakka starfsfólki Hörðuvallaskóla sem tók einstaklega vel á móti okkur og var okkur innan handar við athugun okkar á stærðfræðipemanu í skólanum. Einnig viljum við þakka Kristínu Einarasdóttur eiganda „Leikur að læra“ fyrir að gefa okkur góðfúslegt leyfi til að fjalla um þá kennsluaðferð.

Að lokum viljum við þakka fjölskyldum okkar og vinum fyrir ómetanlegan stuðning og hvatningu á meðan ritgerðarskrifin stóðu yfir.

Þetta lokaverkefni er samið af okkur undirrituðum. Við höfum kynnt okkur *Síðareglur Háskóla Íslands* (2003, 7. nóvember, <http://www.hi.is/is/skolinn/sidareglur>) og fylgt þeim samkvæmt bestu vitund. Við vísum til alls efnis sem við höfum sótt til annarra eða fyrri eigin verka, hvort sem um er að ræða ábendingar, myndir, efni eða orðalag. Við þökkum öllum sem hafa lagt okkur lið með einum eða öðrum hætti en berum sjálfar ábyrgð á því sem missagt kann að vera. Þetta staðfestum við með undirskrift okkar.

Reykjavík, \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_ 20\_\_

---



## 1 Inngangur

Í þessari ritgerð er ætlunin að fjalla um og kynna margvíslegar leiðir að fjölbreyttum og skapandi kennsluaðferðum í stærðfræði á yngsta stigi grunnskóla. Rýnt er í Aðalnámsskrá grunnskóla þar sem hún leggur upp með að kennarar og annað starfsfólk leggi sig fram við að veita nemendum eins víðtæka og fjölbreytta kennslu og unnt er. Einnig er lagt upp með að kennarar hafi það að leiðarljósi að nemendur fái tækifæri til að láta sköpunarkraft sinn njóta sín og að allir fái menntun á eigin forsendum. Samkvæmt Aðalnámsskrá (2011) ber skólanum og kennurum að aðlaga kennslu að nemendum og þörfum þeirra. Með notkun skapandi kennsluaðferða má ná betur til fjölbreytileikans sem býr í nemendahópnum og auðveldar það kennaranum að virkja og vekja áhuga hjá öllum nemendahópnum (Mennta- og menningarmálaráðuneyti, 2011).

Með tilliti til skapandi fjölbreyttrar kennslu höfum við beint sjónum okkar að tveimur frumkvöðlum kennslufræðinnar, þeirra Howard Gardner og John Dewey, og verður fjallað um þá og kenningar þeirra. Einnig verða kynntar nokkrar aðferðir sem stuðla að fjölbreyttri stærðfræðikennslu. Margar af þessum aðferðum hafa verið notaðar með góðum árangri og eru að festa sig í sessi þar sem kennarar eru í auknum mæli farnir að átta sig á gagnsemi þeirra (O'Connell, 2005). Jafnframt kynntum við okkur kennsluaðferðina „Leikur að læra“ sem nýlega er farið að vinna eftir á Íslandi. Sú kennsluaðferð felur í sér samþættingu hreyfingar og bóklegra greina. Þar er að finna margvíslega spennandi leiki sem notast má við í stærðfræðikennslu. Í Hörðuvallaskóla í Kópavogi er stærðfræðikennsla með óhefðbundnara sniði en tíðkast annars staðar og verður fjallað ítarlega um þá kennsluaðferð.

Meginmarkmið þessarar ritgerðar er að skoða fjölbreytta kennsluhætti í stærðfræði og hvaða áhrif þeir hafa á nám barna.

## 2 Aðalnámskrá grunnskóla

Aðalnámskráin er ein þeirra grunnstoða sem byggt er á þegar kemur að skipulagningu kennslu í grunnskólum. Þegar skólastjórnendur leggja drög að skólanámskrám sínum er Aðalnámskrá ávallt höfð að leiðarljósi. Hér munum við fjalla um Aðalnámskrá grunnskóla sem og einn af grunnþáttum hennar sem er „sköpun“. Í Aðalnámskrá er lögð rík áherslu á sköpun og fjölbreytta kennsluhætti í skólum og þar eru línurnar lagðar að því hversu fjölbreytilegt og skapandi skólastarf þarf að vera (Mennta- og menningarmálaráðuneyti, 2011).

Aðalnámskrá grunnskóla er gefin út af Menntamálaráðuneytinu og er handbók fyrir kennara og skólastjórnendur við skipulagningu skólastarfs. Í henni segir að hlutverk skóla sé meðal annars að huga að fjölbreyttum viðfangsefnum og aðferðum til að koma til móts við fjölbreyttan hóp nemenda sem hafa ólíkar námsþarfir (Mennta- og menningarmálaráðuneyti, 2011). Stjórnendur grunnskóla þurfa að tryggja gott samstarf milli heimilis og skóla og að almenn velferð og öryggi nemenda sé alltaf í fyrsta sæti. Grunnskólum ber skylda til að mennta öll börn á eins árangursríkan hátt og unnt er. Þeim ber einnig að tryggja að þörfum hvers og eins nemenda sé mætt, óháð andlegu eða líkamlegu atgervi. Með því er átt við öll börn; fötluð sem ófötluð, langveik, afburðagreind, börn með þroskaröskun eða börn úr minnahlutahópum (Mennta- og menningarmálaráðuneyti, 2011). Menntun í grunnskólum tekur mið af lögum nr. 91/2008 um grunnskóla. Í 2. gr. er skýrt tekið fram hver markmið grunnskóla eru. Þar segir að hlutverk þeirra sé, í samvinnu við heimilin, að gæta að hag barna og þörfum, efla færni þeirra og skilning á samfélaginu og umheiminum. Grunnskólanum er einnig ætlað að veita nemendum rými og og hvetja þá til að nota sköpunarkraft sinn og gefa þeim tækifæri til að afla sér þekkingar á fjölbreyttum viðfangsefnum (Mennta- og menningarmálaráðuneyti, 2011).

Aðalnámskrá byggir á sex grunnþáttum sem eiga að vera leiðarvísir fyrir grunnskóla til að byggja sína skólanámskrá á. Þessir sex þættir fléttast inn í allt skólastarf og snúast meðal annars um samfélagið, menningu okkar, umhverfi og náttúru. Grunnþættirnir sex eru; læsi, sjálfbærni, heilbrigði og velferð, lýðræði og mannréttindi, jafnrétti og sköpun.

Allir þættirnir í skólastarfinu tengjast þó þeir séu settir upp sem aðskildir þættir (Mennta- og menningarmálaráðuneyti, 2011). Við ætlum að beina sjónum okkar að *sköpun* þar sem við teljum þann þátt mikilvægan fyrir skólastarfið í heild sinni. Sköpunarþátturinn er skilgreindur sem þáttur er byggist á gagnrýninni hugsun og að nemendur séu ávallt opnir fyrir nýjum möguleikum og aðferðum (Mennta- og menningarmálaráðuneyti, 2011).

Með víðtækum kennsluháttum skapast svigrúm fyrir ákveðinn fjölbreytileika og aðlögun að fjölbreytileika nemenda. Nemendur hafa ýmsar þarfir og eru á misjöfnum stað í þroska og getu, þó svo að þeir séu á svipuðum aldri. Þegar kennarar beita skapandi aðferðum geta þeir eftt sjálfstraust nemenda enn frekar með því að finna réttar aðferðir og aðlaga þær að þörfum nemenda, en það ætti að vera markmið allra kennara. Þá fá nemendur tækifæri til að öðlast nýja reynslu og þekkingu í gegnum önnur skynfæri. Þannig fá þeir tækifæri til að rannsaka og byggja ofan á fyrri þekkingu á sínum forsendum undir handleiðslu kennara síns. Aðalnámskrá og einn af grunnþáttum hennar, *sköpun*, hvetur kennara enn frekar áfram til nota fjölbreyttar aðferðir í kennslu og fara nýjar leiðir (Mennta- og menningarmálaráðuneyti, 2011). Þannig ætti að vera hægt að hafa enn frekari jákvæð áhrif á sköpun og sjálfsöryggi nemenda.

### 3 Sköpun í námi og kennslu

Margir fræðimenn hafa sett fram kenningar og fjallað um kennsluhætti á grunnskólastigi. Hér beinum við sjónum okkar að tveimur frumkvöðlum á sínu sviði, Howard Gardner og John Dewey. Kenningar þeirra eru mjög merkilegar og sýn þeirra mikilvæg fyrir kennarastéttina.

Fjölmargir skólar og leikskólar hafa stuðst við kenningar John Dewey og þá sýn sem hann hafði að börn byggi ofan á fyrri reynslu og öðlist með því nýja þekkingu.

Með því að skoða fjölgreindarkenningu Howard Gardner má sjá að styrkleikar nemenda eru mjög mismunandi og það gefur augaleið að nýta þarf fjölbreyttar leiðir til að koma til móts við þann fjölbreytileika sem býr í nemendahópnum. Kennarinn þarf að vera óhræddur við að nota skapandi kennsluaðferðir til að virkja nemendur sína því þannig getur kennarinn nálgast nemendur á þeirra forsendum og virkjað greindarþætti.

#### 3.1 Howard Gardner

Árið 1983 setti Howard Gardner prófessor við Harvard háskóla fram þá kenningu að greind væri samsett úr að minnsta kosti sjö þáttum og seinna meir bætti hann við þeim áttunda. Alfred Binet hafði þá, ásamt samstarfsmönnum sínum, þróað mælitæki til að mæla greind. Þetta fyrsta greindarpróf mældi þó einungis einn almennan þátt og gaf niðurstöðu sem kallast greindarvísitala. Gardner taldi að í greindarprófinu einu og sér væri skilgreiningin á greind of þröng og að greindarþættirnir væru fleiri en einn (Armstrong, 2011).

Kenning Gardner nefnist fjölgreindarkenningin og felur í sér átta mismunandi tegundir greindarþátta; málgreind, rök- og stærðfræðigreind, rýmisgreind, líkams- og hreyfigreind, tónlistargreind og loks samskiptagreind, sjálfsþekkingargreind og umhverfisgreind (Armstrong, 2011). Gardner benti á að stöðluð greindarpróf, mældu aðeins hluta þeirrar greindar sem einstaklingar kunni að búa yfir. Best væri að meta greind og hæfni hvers og eins með því að leggja fram raunhæf verkefni sem tengdust hverjum greindarþætti fyrir

sig og í því umhverfi sem nemendur væru vanir að fást við svipuð viðfangsefni (Armstrong, 2011).

Gardner telur að heilinn hafi þann eiginleika að geta hugsað og leyst úr ýmsum þáttum og aðgerðum á mismunandi sviðum. Það að manneskja leysi eitt ákveðið verkefni á afmörkuðu sviði hafi lítið forspárgildi um að viðkomandi geti leyst annað verkefni á öðru sviði með sambærilegum árangri. Gardner taldi að mannkynið hefði sýnt það og sannað að hæfileikar væru breytilegir og misjafnir eftir greindarsviðum (Gardner, 1993). Greind verður að fara í gegnum ákveðið ferli í taugakerfinu til þess að hún verði varanleg. Taugakerfinu er gert viðvart þegar upplýsingar berast og það vinnur úr efninu og setur það í ákveðna flokka. Út frá endurtekinni notkun, áhuga og vinnusemi verður samverkun á þessum þáttum og ákveðin greind skapast á tilteknu greindarsviði (Gardner, 1993).

Gardner veltir fyrir sér hvar sköpunin liggur. Hann telur að svarið eigi ekki að liggja í heila okkar, hugsunum eða út frá persónuleika heldur ætti sköpunin að geta orðið eftir einni af eftirtöldum þremur leiðum:

- Einstaklingurinn sinnir sköpunarkrafti sínum eftir sinni eigin færni/hæfileikum og sinni sannfæringu.
- Almennungur sjái sér fært að læra og afla sér þekkingar innan menntastofnana.
- Í persónulegum greindarþáttum hvers og eins er uppspretta tilfinninga og hæfni til að velja sér áhugamál og verkefni sem henta viðkomandi og tengist menningu hans (Gardner, 1993).

Kostir þess að nýta fjölgreindarkenninguna í kennslu eru m.a. að þá eru fjölbreyttar kennsluaðferðir í boði þegar verið er að leggja inn ákveðið viðfangsefni til að dýpka þekkingu nemenda. Með því aukast líkur á að kennarinn nái betur til allra nemenda í bekknum. Aðferðirnar geta verið breytilegar og tengst ýmsum fjölgreindum á breytilegan hátt, allt frá málaaðferðum til rýmisaðferða og tónlistaraðferða. Til dæmis væri hægt er að nota tónlist sem fellur inn á tónlistargreind sem kveikju að einhverju, teikna myndir á töflu til útskýringa sem kæmi inn á rýmisgreind. Til að koma inn á líkams- og hreyfigreind væri hægt að gera ýmsar verklegar æfingar til að veita nemendum hreyfi- og sveigjanleika. Með því að skipta nemendum í hópa eða paravinnu væri verið að virkja samskiptagreind. Sjálfspækingargreindina mætti virkja með því að tengja hluti og viðfangsefni við persónulega reynslu og tilfinningar. Klassíska aðferðin - sem felur í sér að kennari stendur

við töflu, útskýrir, spyr spurninga og dreifir verkefnablöðum - fellur undir málgreind og getur sú aðferð oft hentað við réttar aðstæður (Armstrong, 2011). Allar þessar aðferðir eru gott að nota hverja með annari. Mikilvægt er að kennari geri sér grein fyrir að ein ákveðin kennsluáðferð hentar ekki öllum nemendum og að nemendur búa yfir ólíkum hæfileikum. Einnig þarf kennari að hafa í huga að þær aðferðir sem hann er búinn að móta fyrir einn hóp hentar ekki endilega öðrum hóp sem er öðruvísi samsettur (Armstrong, 2011).

Gardner telur að umhverfi og uppröðun innan skólastofunnar skipti máli þar sem talið er að í hverri tegund greindar séu umhverfisþættir sem geti ýtt undir frekara nám en einnig hindrað það. Ýmislegt fleira þarf að hafa í huga varðandi umhverfið í skólanum eins og t.d. hvernig skóladagurinn er skipulagður; hvort gert sé ráð fyrir nægilega löngum tíma fyrir verkefnavinnu og hvort tímaramminn sé sveigjanlegur. Hugsa þarf að húsgagnavali; hvort þau henta sveigjanlegri verkefnavinnu og hvernig þeim er raðað upp í stofuna. Hugsa þarf að veggjum og lýsingu í kennslurými. Myndir og of mikið skraut á veggjum getur haft truflandi áhrif. Þá er mikilvægt að birta sé nægileg. Því er gott að hafa þessa hluti í huga við skipulagningu vinnuumhverfis (Armstrong, 2011). Margir nemendur eiga mjög erfitt með að sitja kyrrir og hafa mismikla hreyfipörf. Því þarf að gefa nemendum kost á að geta staðið upp og hreyft sig yfir daginn. Mikilvægt er að kennari sé meðvitaður um þessa hreyfipörf nemenda og geri viðeigandi ráðstafanir, t.d. að útbúa „hvíldar kort“ (*e. break card*) sem nemendur geta sýnt kennaranum án þess að mikið beri á (Vaughn, Boss og Schumm, 2014).

Einnig þarf að huga að bekkjaranda innan kennslustofunnar; eru t.d. reglur sem hafa verið settar í samráði við bekkinn sem verða til þess að nemendum finnst þeir hafa áhrif á umhverfi sitt? Hvetur umhverfið þau til að eiga jákvæð samskipti við samnemendur sína? Innan fjölgreindarkenningarinnar er einnig lögð áhersla á möguleika á styttri og lengri vettvangsferðum, þar sem nemendur fá tækifæri til að læra utan skólans og upplifa samþættingu á námi og umhverfi sínu (Armstrong, 2011). Fjölgreindarkenning Gardner hentar vel þegar kemur að einstaklingsmiðuðum námsáætlunum fyrir nemendur með sérþarfir. Þá er lögð áhersla á að greina styrkleika nemenda og er fjölgreindarkenningin notuð til að finna hvaða námsaðferðir henta hverjum nemenda hverju sinni. Þegar lögð er

áhersla á styrk- og hæfileika nemenda er líklegt að sjálfsvirðing þeirra eflist, sem styður þau frekar í námi (Armstrong, 2011).

### 3.2 John Dewey

John Dewey var bandarískur heimspekingur sem var uppi á fyrri hluta tuttugustu aldar. Hann hafði mikinn áhuga á menntamálum og setti fram áhugaverðar kenningar í tengslum við menntun barna (Ólafur Páll Jónsson, 2010). Dewey var frumkvöðull á mörgum sviðum og þá helst á sviði gagnsemishyggju (e. *pragmatism*) (Gunnar Finnbogason, 2010). Reynsla var grundvallarhugtak í heimspeki Dewey, þar sem hann taldi að allt nám færi fram í gegnum reynslu (Dewey, 2000). Dewey taldi að börn nýttu ákveðna reynslu, þekkingu og færni til að auðga skilning sinn, þekkingu og færni. Hann taldi mikilvægt að verkefnið væru byggð á reynslu nemenda og að þeir næðu tökum á viðfangsefninu. Jafnframt taldi hann mikilvægt að viðfangsefnið vekti áhuga nemenda og hvetti þá gagnrýni og til að hugsa sjálfstætt (Elva Öunduradóttir, 2010).

Dewey gagnrýndi skólakerfið í þeirri mynd sem það var og taldi það skorta menntunarheimspeki (e. *progressive education*) (Dewey, 2000). Í tengslum við gagnrýni sína á skólakerfið tók hann út þá þætti sem hann aðhylltist og stofnaði *Tilraunaskólann* (e. *The Laboratory School*). Verklegar námsgreinar voru þungamiðja námsins fyrstu skólaárin. Lestrar-, skriftar- og stærðfræðikennsla var ekki hefðbundin heldur vildi Dewey að skólinn væri lifandi samfélag þar sem nemendur væru virkir í þekkingarleit sinni og námi. Þá taldi Dewey einnig mikilvægt að börnin fengju góðan samfelldan tíma til leiks (Dewey, 2000; Jóhanna Einarsdóttir, 2010).

Í huga Dewey var mikilvægt að húsnæði skólans væri útfært á þann hátt að hugmyndafræði hans nyti sín sem best, þar sem drægi úr einangrun skólasamfélagsins og hið „lífræna“ samband við samfélagið utan skólans væri styrkt. Litið var á bókasafn skólans sem hjarta hans og var það staðsett í miðju skólahúsnæðinu. Það hafði að geyma þekkingu sem nýttist nemendum til að túlka og bæta við reynslu sína. Bókasafnið tengdi saman aðrar álmur skólans þar sem kenndar voru verklegar og hagnýtar greinar; trésmíða- og járnsmíðaverkstæði, matsalur, eldhús og saumaverkstæði. Sýn Dewey var að með slíku skólahúsnæði mætti styrkja hið „lífræna“ samband við samfélagið; tengja

heimilin skólanum, tengja nemendur við náttúruna, gera þá sjálfbærari með eigin garðrækt og að nýta náttúruna til sköpunar (Dewey, 1990; Gunnar Finnbogason, 2010).

Dewey lagði ríka áherslu á að nemendur lærðu af því að fást við raunveruleg verkefni (*e. learning by doing*). Með tilliti til þess lagði hann mikla áherslu á notkun hlutverkaleiks hjá ungum börnum. Hann taldi mikilvægt að komið væri til móts við nemendur með efniviði skólans og að efniviðurinn hefði tengsl við raunveruleikann þar sem hann taldi að slíkt myndi hvetja nemendur til hlutverkaleikja (Dewey, 2000; Jóhanna Einarsdóttir, 2010; Valborg Sigurðardóttir, 1992).

Caroline Pratt var samstarfskona Dewey og hönnuður einingakubbana, sem margir Íslendingar þekkja úr skólastarfi hérlendis síðustu áratugi. Kubbarnir eru búnir til úr gegnheilum hlyn, sem er náttúrulegur efniviður, flísast ekki og setur þyngd í kubbana sem gerir byggingar úr þeim stöðugar. Einingakubbasett er samsett úr „grunnkubbi“ og öðrum kubbum af margvíslegum stærðum og gerðum. Allir kubbarnir taka þó mið af grunnkubbum, hvort sem það er margfölduð stærð eða helmingsstærð. Í settinu eru jafnframt bogadregnir og sívalir kubbar sem allir falla að hlutföllum grunnkubbsins (Cuffaro, 1992; Elva Önundardóttir, 2010; Leeb-Lundberg, 1996). Kubbum er ætlað að hvetja börn til að nota fyrri reynslu sína og jafnframt til að byggja nýja þekkingu ofan á þá reynslu. Kubbana má nota við samþættingu ýmissa námsgreina en þeir eru taldir henta einstaklega vel í stærðfræðikennslu vegna lögunar þeirra. Með þeim er hægt að efla formskynjun, hæfileikann til að flokka og meta magn. Þá er hægt að nota þá við uppgötvunarnám (Cuffaro, 1996).

### **3.3 Skapandi kennsluaðferðir**

Skapandi kennsluaðferðir eru fjölbreyttar og mismunandi leiðir fyrir kennara til að leiðbeina nemendum sínum. Þær skipta miklu máli þegar kemur að kennslu en það getur verið krefjandi að finna kennsluaðferðir sem henta hverjum og einum þar sem þarfir nemenda eru ólíkar. Mikilvægt er að kennari sé opinn fyrir því að tileinka sér sem flestar og fjölbreyttastar leiðir. Það er nauðsynlegt að nemandi hafi vilja til að tileinka sér efnið og skilji það vel þannig að hann gefist ekki upp (O'Connell, 2005).



Í kennslustofum nútímans býr mikill fjölbreytileiki, nemendur eru ólíkir og þarfir þeirra misjafnar. Til að koma til móts við slíkan nemendahóp þarf kennari að vera tilbúinn að hugsa út fyrir hinn hefðbundna ramma. Með skapandi kennsluaðferðum má virkja alla nemendur til þátttöku þar sem þeir fá tækifæri til að fara aðrar leiðir og nota öll skilningarvitin til að öðlast nýja þekkingu. Með sköpun eiga nemendur jafnframt að uppgötva, njóta og virkja ímyndunaraflað en sköpunin byggist einnig á forvitni, áskorun og spennu (Ingibjörg Jóhannesdóttir, Elísabet Indra Ragnarsdóttir og Torfi Hjartason, 2012).

Bandaríski menntunarfræðingurinn Eisner hefur lagt áherslu á mikilvægi skapandi kennslu og lista. Hann telur að nemendur séu móttækilegir fyrir þeim frægum sem kennari sáir og að þegar kennt sé í gegnum sköpun þrói nemandinn með sér færni og viðhorf, efla kjark, ímyndunarafl og öðlist virðingu fyrir sjálfum sér og umhverfinu (Eisner, 2002). Í doktorsritgerð sinni, *Nýsköpunarmennt í íslenskum grunnskólum (e. The location of innovation education in Icelandic compulsory schools)* fjallar Svanborg Rannveig Jónsdóttir um sköpun og reynir að skilgreina þetta flókna hugtak sem hún telur flesta skilja þó þeir eigi í erfiðleikum með að skilgreina það. Telur hún að „vegferð sköpunarinnar sé að fara frá hinum guðdómlega eiginleika sem fylgja útvöldum yfir í að vera hæfni sem tilheyrir okkur öllum” (Svangborg Rannveig Jónsdóttir, 2011). Robinson telur að grunnur sköpunar sé ímyndunarafl; með því sjáum við hluti sem eru mögulega ekki til í raunveruleikanum og getum séð inn í framtíðina. Með því að gefa ímyndunaraflinu lausan tauminn getum við komist í aðra vídd/veröld (Robinson, 2001).

Að vera skapandi kennari krefst þess að hugsa út fyrir hinn hefðbundna ramma, vera sveigjanlegur og hafa metnað og trú á nemendum sínum. Kennari þarf að styðja nemendur sína og hvetja þá til sjálfstæðis og láta nemendur fást við viðfangsefni eftir áhugasviði. Hann þarf ávallt að vera tilbúinn að sinna athyglisverðum og óvæntum atburðum sem upp geta komið í kennslustundum og vera meðvitaður að engin ein leið er rétt og að nemandinn geti farið vítt og breitt í þekkingarleit sinni. Mikilvægt er að kennarinn sé meðvitaður um stöðu nemenda sinna og geri raunhæfar kröfur til þeirra. Þeir þættir sem taldir eru skipta miklu máli í fari kennara í skapandi kennslu eru viðhorf, þekking og fagvitund (Ingibjörg Jóhannesdóttir o.fl., 2012).

Með skapandi skólastarfi eflum við samkennd nemenda og skilning á fjölbreytileika samfélagsins, sem er mikilvægt í fjölmennningarlegu samfélagi eins og Ísland er orðið. Í

síbreytilegu og fjölmennningarlegu samfélagi líkt og okkar er álit og menning allra nýtt til að auðga samfélagið og víkka sjóndeildarhringinn (Ingibjörg Jóhannesdóttir o.fl., 2012).

#### 4 Kennsluaðferðir í stærðfræði

Í hæfniviðmiðum Aðalnámskrár grunnskóla segir að nemendur skuli vera hæfir til að bera saman mismunandi atriði, miðla frá sér munnlega, skriflega og á verklegan og listrænan hátt. Þeir eiga einnig að geta beitt verklegri og röklegri hugsun. Forsendur þess að nemendur nái þeim viðmiðum sem Aðalnámskrá setur fram, eru að boðið sé upp á fjölbreytilegt námsumhverfi og kennsluaðferðir sem eru aðlagðar að þörfum þeirra og námsgetu. Kennsluhættir eiga að stuðla að víðtækum þroska og almennri velferð nemenda og því er mikilvægt að vanda val á aðferðum og vinnuumhverfi (Mennta- og menningarmálaráðuneyti, 2011).

Í bók sinni um stærðfræðinám ungra barna fjallar Copley um það hvernig öll börn spreyti sig á ýmis konar stærðfræðiþrautum en nálgist þær á mismunandi hátt og með ólíkri hugsun. Hún telur að til þess að börn tileinki sér stærðfræðilega hugsun þurfi að gefa þeim tíma og tækifæri til að hugsa, kanna, prófa sig áfram, reka sig á og skoða árangur sinn og framfarir.. Einnig nefnir hún hversu mikilvægt það sé að börn þjálfri rök hugsun og fái stuðning til að styrkja sig, setja fram tilgátur, skoða orsakasamhengi og tengja saman vísbendingar (Copley, 2010). Þetta fellur vel að kenningum Dewey, sem taldi að nám færi fram í gegnum reynslu þar sem börn myndu fá tækifæri í gegnum raunveruleikatengd verkefni til að prófa sig áfram og byggja ofan á fyrri þekkingu, auk þess sem börn yrðu þá gagnrýnin og sjálfstæðari í hugsun (Elva Önundardóttir, 2010; Jóhanna Einarsdóttir, 2010).

Margs konar kennsluaðferðir eru notaðar í stærðfræðikennslu og hér verður einungis tæpt á nokkrum þeirra. Til þess að kennari nýti sér kennsluaðferðir á skapandi hátt þarf hann að hafa þó nokkrar kennsluaðferðir á sínu valdi og vera óhræddur við að leita nýrra leiða og aðferða. Á síðustu árum hafa orðið breytingar á stærðfræðikennslu. Dregið hefur úr páfagaukalærdómi og vinnubókarvinnu. Fjölbreyttari leiðir sem hjálpa nemendum að ná betri og dýpri skilningi á efninu eru nýttar og áhersla er lögð á að tengja stærðfræðina við daglegt líf.

#### 4.1 Einstaklingsmiðuð kennsla

Ekki er langt síðan kennarar lögðu mesta áherslu á aðferð til að kenna stærðfræði. Sú leið var á fyrirlestrarformi sem fór þannig fram að kennari stóð við töfluna, teiknaði upp dæmi og útskýrði aðferðir munnlega fyrir nemendum. Nokkur vitundarvakning hefur orðið og er nú almennt talið að engin ein leið sé réttari en önnur og að munur geti verið á milli bekkja og árganga. Þá eru nemendur á mismunandi getustigi og hafa mismikinn áhuga og því er mikilvægt að kennarar nýti mismunandi aðferðir til að koma til móts við ólíkar þarfir nemenda (O'Connell, 2005).

Þó svo nemendur sitji saman í kennslustofu og séu á svipuðu getustigi þýðir það ekki að þeir læri allir á sama hátt. Því þarf mismunandi útskýringar og verkefni til að koma námsefninu til skila. Kennarar þurfa að átta sig á og vera meðvitaðir um muninn á þeim nemendum sem læra á hljóðrænan, sjónrænan eða verklegan hátt (O'Connell, 2005). Þetta er í takt við fjölgreindarkenningu Howard Gardner (1993) um að mannkynið hafi sannað að við séum með misjafna og breytilega hæfileika eftir greindarsviðum. Mikilvægt er að aðlaga aðferðirnar um lausn viðfangsefna eftir styrkleikum hvers og eins.

Einstaklingsmiðuð kennsla gefur nemendum kost á að ígrunda námsefnið á sinn hátt, tjá sig og láta í ljós hugmyndir sínar. Hægt er að fara nokkrar leiðir í einstaklingsmiðaðri kennslustund; nemendur geta unnið sjálfstætt eða í paravinnu, eða bekknum í heild er getuskipt í hópa. Í getuskiptum hópum geta allir nemendur unnið að sama viðfangsefninu eða kennari getur haft eina kennarastýrða stöð sem veitir honum tækifæri til að fara betur í ákveðin atriði sem hluti nemenda hefur ef til vill ekki meðtekið, á meðan aðrir í hópnum halda áfram í öðrum verkefnum. Gott er að kennari setji sér markmið, hvaða áhersluatriðum vill hann að nemendur hafi náð í lok kennslustundar eða annar? Þó svo að allir nemendur hafi sama lokamarkmiðið þýðir það ekki að þeir þurfi að fara í gegnum sama ferlið til að ná því (O'Connell, 2005).

Áður en farið er að kenna ákveðið hugtak eða efni þarf að kortleggja hvað nemendur kunna fyrir. Gott er að gera stutt stöðumat til að sjá hvar nemendur eru staddir og þannig fær kennari skýrari mynd af því hvað þarf að fara betur í. Stöðumatið gæti verið einfalt með nokkrum dæmum og hugtökum. Niðurstöðurnar geta gefið vísbendingar um hvernig skipuleggja á kennslustundina, hvort skipta eigi nemendum í smærri hópa og hafa

kennarastýrða stöð þar sem kennari gæti verið til að aðstoða þá nemendur sem vantar frekari þekkingu á tilteknu viðfangsefni (O'Connell, 2005).

Huga þarf að því að bæði útreikningar og rökfærsla eru mikilvægir þættir í stærðfræðinámi. Margir kennarar telja að nemendur þurfi að læra undirstöðuatriðin í útreikningum áður en þeir fara að leysa erfiðari reikningsdæmi. Sumir nemendur æfa sig viðstöðulaust en eiga samt áfram í vandræðum með ákveðna tækni í útreikningum. Mismunandi þarfir kalla á mismunandi aðferðir, til að koma til móts við þá sem fljótir eru að tileinka sér efni og aðferðir sem og seinfæra nemendur. Kennarar einblína oft á þá nemendur sem eiga erfitt með námsefnið, en gleyma þeim nemendum sem kunna efnið áður en þeir mæta í kennslustundirnar. Því þarf að skoða hvort ekki sé hægt að leggja fram einhver önnur krefjandi verkefni fyrir þá, sem gagnast þeim betur (O'Connell, 2005). Líkt og Dewey talaði um þá er mikilvægt að byggt sé ofan á fyrri reynslu og þekkingu nemenda og mikilvægt er að mæta þeim þar sem þeir eru staddir til þess að nám geti farið fram (Elva Öunduradóttir, 2010).

## 4.2 Þrautalausnir

Þrautalausnir (*e.problem solving*) er flókin en mikilvæg aðferð í stærðfræðikennslu. Markmið þessarar aðferðar er að þjálfa nemendur í rökhugsun og leita lausna í ýmis konar viðfangsefnum (Ingvar Sigurgeirsson, 2013). Þrautalausnir veita nemendum tækifæri til að kanna hugsun sína og færni í útreikningi og hjálpa slíkar athuganir til við að skilja reiknirit. Nemendur nota oft innsæi sitt til að leysa þrautir áður en þeim eru kenndar ákveðnar reikningsaðferðir (O'Connell, 2005).

Framsetning efnis getur haft mikið um það að segja hvernig til tekst og því þarf að huga vel að því hvernig þrautirnar eru lagðar fyrir. Það skiptir líka miklu máli hvernig þrautirnar eru byggðar upp; þær þurfa að vera spennandi og tengdar fyrri reynslu eða umhverfi nemenda. Slíkt eykur líkur á að fanga áhugahvöt nemenda (Ingvar Sigurgeirsson, 2013). Þrautalausnir geta verið af þeim toga að nemendur séu hvattir til að íhuga efnið vel og vandlega á sinn hátt, koma með hugmyndir að lausn, ræða það við bekkjarfélagana og komast að sameiginlegri lausn (O'Connell, 2005). Hugmyndir að aðferðum í þrautalausnum eru meðal annars fimm skrefa aðferðin og ef-aðferðin.

Fimm skrefa aðferðin felur í sér eftirfarandi skref:

1. Kennari kynnir og útskýrir þrautina. Gott er að nota leikræna tilburði, búninga, skjámyndir og annað til að gera þrautina lífflegri og meira spennandi.
2. Nemendur vinna sjálfstætt þar sem þeir fá tækifæri til að íhuga og rissa upp punkta eða myndir sér til aðstoðar.
3. Nemendur koma saman í smærri hópum eða tveir og tveir saman. Þar fá þeir tíma til að bera saman bækur sínar og komast að sameiginlegri lausn eða setja fram nokkrar ólíkar niðurstöður eða aðferðir að lausn verkefnisins.
4. Hóparnir kynna niðurstöður sínar og gera grein fyrir úrlausnum sínum. Niðurstöðunum er svo safnað saman t.d. upp á töflu. Kennarinn og aðrir þurfa að vera tilbúnir til þess að taka á móti mismunandi aðferðum og lausnum og nemendur eru hvattir til að finna nýjar aðferðir.
5. Bekkurinn er saman í umræðum; þar eru niðurstöður allra hópanna bornar saman og nemendur hvattir til að rökstyðja sínar niðurstöður (Ingvar Sigurgeirsson, 2013).

Í þessari fimm skrefa aðferð er verið að hvetja nemendur til að vinna sjálfstætt, í minni hóp og rökstyðja mál sitt fyrir öllum bekknum. Þessi aðferð getur verið hvetjandi fyrir nemendur til að efla rökhugsun og samskiptahæfileika sína (Ingvar Sigurgeirsson, 2013).

„Ef- aðferðin“ felur í séð að kennari fær nemendur til að beita rökhugsun og verða svör að byggjast á þekkingu og skilningi hvers og eins. Hægt er að nota aðferðina bæði sem hóp- og einstaklingsverkefni í flestum námsgreinum t.d. íslensku, landafræði, náttúrufræði og síðast en ekki síst stærðfræði. Hægt er að útfæra svörin eða tillögurnar á skriflegu formi, á leikrænan eða myndrænan hátt.

Í bókinni *Litróf kennsluaðferðanna* eftir Ingvar Sigurgeirsson (2013) er kafli um þrautalausnir. Þar setur hann fram nokkrar spurningar sem hægt væri að notast við í „ef- aðferðinni“ þar sem nemendur þurfa að nota ímyndunaraflið til að koma með tillögu að svörum. Sem dæmi: „ef hringformið væri ekki til, hvað þá“? „Ef tölustafir væru ekki til, hvað myndum við þá hafa til að reikna“? Þessi aðferð gefur nemendum kost á að nýta

hugmyndarflug og rökhugsun. Það getur eftt þá að hugsa um viðfangsefni sem eru ekki til í raunveruleikanum.

Hægt er að tengja hugmyndafræði þrautalausna og „ef-aðferðina“ vel við kenningar Dewey og Gardner. Það sem máli skiptir er hvernig þrautirnar eru lagðar upp og að þær tengist fyrri reynslu. Dewey lagði ríka áherslu á það í kenningum sínum að valin séu viðfangsefni við hæfi sem tengdust raunheimi nemenda (Dewey, 2000).

Með ofangreindum fimm stigum í þrautalausnum er verið að koma til móts við mismunandi hæfileika nemenda þar sem nálgunin að sama viðfangsefni er fjölbreytt og reynir á ólíka þætti sem samræmist vel við fjölgreindakenningu Gardner, en þar lagði hann áherslu á að nemendur fengju tækifæri til að takast á við verkefni í gegnum sitt greindarsvið (Gardner, 1993).

### **4.3 Hlutbundin stærðfræðigögn**

Í stærðfræðikennslu má nota má hlutbundin gögn líkt og kubba, klukkur, form, Numicon, sætisgildakubba, kennslupeninga, talnagrindur og fleira til að efla skilning nemenda. Þessi hlutbundnu gögn hjálpa nemendum einnig að tengja verkefni við raunveruleikann sem auðveldar skilning þeirra á stærðfræðinni og gerir hana áhugaverðari. Með notkun hlutbundinna gagna fá nemendur tækifæri til að sjá gögnin og þreifa á þeim. Gögnin vekja yfirleitt mikinn áhuga og forvitni hjá nemendum í fyrstu og því er mikilvægt að þeir fái tækifæri til að handfjatla þau og kynnast þeim áður en þeir hefja markvissa vinnu með þau. Heilmikið nám og tilraunir eiga sér stað þegar nemendur kynnast gögnunum og því má ekki vanmeta leik þeirra með þau. Hlutbundin stærðfræðigögn eru hjálpargögn og kennari þarf að vera meðvitaður um að þeim er ætlað að ýta undir og efla þekkingu nemenda á stærðfræði út frá markmiðum Aðalnámskrár (O'Connell, 2005).

Það eru þó ekki einungis formleg stærðfræðigögn sem flokkast til hlutbundinna gagna, heldur má nýta það sem til fellur að heiman og hluti úr umhverfinu. Það sem margir myndu flokka sem verðlaust efni eða rusl getur nýst vel í stærðfræðitíma til að efla skilning nemenda. Þannig má nýta umbúðir undan þurrmat, eggjabakka eða jógúrtdollur í flokkun. Tappar af ýmsum gerðum hafa einnig gagnast kennurum vel við mynsturgerð, flokkun og talningu auk þess sem nemendum finnst einstaklega gaman að leika sér með

þá. Hægt er að nýta grjót úr náttúrunni með því að skrifa á þá tölustafi og nemendur geta einnig útbúið dæmi með steinunum eða notað þá í einhverskonar talningarverkefni. Tómar umbúðir að heiman eða úr mötuneyti skólans geta gagnast nemendum í mælingum og til að læra form en einnig geta þær gert búðarleikinn raunverulegri og skemmtilegri fyrir nemendur. Verðlaust efni býður upp á óþrjótandi möguleika og er oftast háð því hversu frjór og hugmyndaríkur kennarinn er. Það er mikilvægt fyrir kennara að deila hugmyndum, vera opnir fyrir nýjum hugmyndum og vera óhræddir við að safna svolitlu drasli/dóti. Það getur skipt sköpum fyrir nemendur að fá að snerta á og handfjatla þau gögn sem verið er að fást við og átta sig á því að stærðfræðin er allt í kringum okkur; að þeir hlutir sem við umgöngumst daglega tengjast stærðfræðinni með ýmsum hætti (Birna Hugrún Bjarnardóttir og Guðrún Angantýsdóttir, 2003; Kristín Arnardóttir, 2011).

#### **4.4 Samræður**

Þrautalausnir eru m.a. góð leið til að virkja nemendur til samræðna í kennslu. Samræður geta gefið kennurum góða sýn á skilning nemenda á hugtökum stærðfræðinnar. Kennarar þurfa þó að vera meðvitaðir um að spyrja spurninga sem krefjast hugsunar og ígrundunar af hálfu nemenda (Chapin, O'Conner og Anderson, 2009).

Kennari þarf að vera vel undirbúinn þegar hann beitir samræðuaðferð. Markmið kennslunnar þurfa að vera á hreinu, kennarinn þarf að gera ráð fyrir misskilningi hjá nemendum, vera meðvitaður um hvernig umræðurnar geta þróast og jafnframt vera undirbúinn fyrir fjölbreyttar spurningar frá nemendum. Hann þarf að skapa andrúmsloft þar sem nemendum líður vel og þar sem skoðunum allra er sýnd virðing og allir hafa jafnan þátttökurétt í samræðum. Kennarinn þarf að ákveða hvaða form hann vill hafa á samræðunum og kynna markmið þeirra fyrir nemendum (Chapin, O'Connor og Anderson, 2009).

Í sumum tilfellum hentar það þraut dagsins og markmiði kennslunnar að bekkurinn sé saman í bekkjarsamræðum, sé ein heild. Af því geta hins vegar skapast vandamál t.d. að færri nemendur tjái sig og því þarf kennarinn að vera virkur stjórnandi samræðnanna. Annar möguleiki er að skipta nemendum í litla hópa þar sem hver nemandi hefur hlutverk sem gerir öllum nemendum hópsins kleift að taka þátt að einhverju leyti. Afar mikilvægt



er að kennari fylgist með öllum hópunum og gæti þess að allir nemendur séu virkir þátttakendur. Þriðji möguleikinn er að hafa paraumræður þar sem tveir og tveir nemendur ræða saman. Við slíkar aðstæður eru nemendur oft virkari í umræðum og óhræddari við að tjá skoðanir sínar. Paraumræður gefa því nemendum aukið tækifæri á að tjá sig (Chapin, O'Connor og Anderson, 2009).

Mikill ávinningur er fyrir nemendur að ræða ólíkar aðferðir til lausnaleyða þar sem þeir öðlast þannig dýpri skilning á tengslum talna og þeim reglum sem gilda um reikniaðgerðir. Með því að ræða lausnaleyðir sínar eykst skilningur nemenda og það hjálpar þeim að koma skipulagi á aðferðir sínar. Þeir kynnast einnig öðrum lausnaleyðum en sínum eigin, sem getur reynst þeim gagnlegt þar sem þær gætu verið fljótlegri og skilvirkari (Chapin, O'Connor og Anderson, 2009).

Það er mikilvægt fyrir nemendur að skilja og hafa á valdi sínu orðaforða stærðfræðinnar til þess að efla skilning sinn á efninu sem gerir þeim kleift að byggja ofan á þann skilning og öðlast nýja þekkingu. Kennarar þurfa að vera meðvitaðir um orðnotkun sína, bæði í stærðfræðitímum og öðrum stundum með nemendum. Með notkun á stærðfræðihugtökum hjálpa þeir nemendum að öðlast skilning á hugtökunum og stuðla að því að nemendur tileinki sér ný orð. Með því að gefa nemendum möguleika á að ræða sín á milli um stærðfræði skapast tækifæri til að nota þau hugtök sem þeir hafa þegar á valdi sínu, auk þess sem þeir heyra ný hugtök frá jafningjum. Samræðuaðferðin er talin henta einstaklega vel til þess að auðga stærðfræðiorðaforða nemenda þar sem þeir ræða saman um lausnir og lausnaleyðir, á meðan kennarinn gefur umræðunni eyra og kynnir jafnvel inn ný hugtök í umræðuna eða skerpir á áður lærðum hugtökum (O'Connell, 2005).

#### **4.5 Útikennsla**

Sífelld meiri vakning er að verða í skólasamfélaginu um gagnsemi útikennslu. Með því að taka stærðfræðikennsluna út úr kennslustofunni skapast möguleikar fyrir kennarann til þess að nýta fjölbreytta kennsluhætti sem kennslustofan býður ekki upp á. Nemendur auka þekkingu sína á nánasta umhverfi og náttúrunni, auk þess sem þeir sjá og skynja að stærðfræðin er allt í kringum okkur og er ekki bundin skólastofunni (Pound og Lee, 2011).

Það hentar ekki öllum börnum að sitja inni í hefðbundinni kennslustofu í lengri tíma þar sem þeim er ætlað að hlusta og vinna í vinnubækur. Mörg börn eiga erfitt með að halda einbeitingunni og mörg hver eiga einnig erfitt með að sitja kyrr í sætinu sínu heila kennslustund. Útikennsla hentar þessum börnum oft vel sem uppbrot á hefðbundinni kennslu, þar sem þau nota líkamann mun meira og fá ápreifanlegri verkefni auk þess sem þau virkja fleiri skynfæri en þau myndu gera inni í kennslustofunni (Jordet, 2010). Frelsið sem fylgir því fyrir nemendur að vera í útikennslustund gefur þeim tækifæri til að taka sér meira pláss en þeir gera innan veggja skólans, auk þess sem verkefnin sem þeir fást við geta verið stærri umfangs og af allt öðrum toga. Mörg stærðfræðiverkefni krefjast þess að þau séu framkvæmd úti til þess að nemendur öðlist réttan skilning. Dæmi um það eru veðurathuganir þar sem nemendur geta t.d. kannað vindátt eða safnað regndropum auk þess sem margs konar mælingar og uppgötvun á stærðfræðiformum og mynsturgerð náttúrunnar veita nemendum nýja sýn á hlutverk stærðfræðinnar og endurspegla þá staðreynd að stærðfræðin er allt í kringum okkur. Kennarar mega ekki vanmeta hversu mikilvægt það er fyrir nemendur að komast í snertingu við náttúruna og hversu miklir möguleikar skapast með útikennslu (Pound og Lee, 2011).

#### **4.6 Stærðfræði í leik**

Öll börn hafa gaman af leikjum. Notkun leikja í kennslu hefur fangað athygli margra kennara sem hafa sambætt þá við aðrar greinar og náð þannig til áhugasviðs nemenda (Graves, Gargiulo og Sluder, 1996). Ýmsar fræðilegar kenningar um börn og leiki þeirra hafa verið settar fram á undanförunum áratugum. Kenningarnar hafa sprottið út frá ýmsum sjónarhornum en inntak þeirra allra er að leikur barna sé mikilvægur þáttur í uppeldi og þroskaferli þeirra. Leikir sem kennsluáðferð geta stuðlað að því að nemendur byggi upp færni til mannlegra samskipta, auki hreyfingu, æfi hlustun og taki tillit til annarra. Hægt er að aðlaga leiki að því sem kennari vill leggja áherslu á hverju sinni og auðvelt er að tengja við ákveðna námsgrein eða námsefni. Leikir geta haft jákvæð áhrif á líðan nemanda og aukið sjálfstraust þeirra til muna (Anna Jeppesen og Ása Helga Ragnarsdóttir, 2004).

Samkvæmt Aðalnámskrá grunnskóla (2013), segir að megintilgangur stærðfræðináms sé að nemendur horfi á stærðfræði með opnum augum og takist á við verkefni á fjölbreyttan hátt við mismunandi aðstæður og umhverfi. Með því að samþætta leik við stærðfræðikennslu er verið að stuðla að þessu þar sem leikur býður upp á fjölbreyttar aðferðir við ólíkar aðstæður. Með leik í kennslu er verið að gera námið enn áhugaverðara og leikur verður hlutur af því að læra (Graves o.fl., 1996). Nemendur virðast njóta sín betur og ná oft betri rökhugsun í stærðfræði þegar þeir fá að hugsa í leik og fá frelsi til að hugsa og framkvæma reikniaðgerðir á sínum forsendum (Carruthers, 2015).

### **Leikur að læra**

Ein af þeim kennsluaðferðum sem er að ryðja sér til rúms hér á landi er *Leikur að læra*. Höfundur aðferðarinnar heitir Kristín Einarsdóttir og er menntuð grunnskóla- og íþróttakennari. *Leikur að læra* er afurð þeirrar hugmyndar hennar að blanda saman hreyfingu og bóklegri kennslu. *Leikur að læra* er einstaklingsmiðuð kennsluaðferð og er ætlað að brúa bilið á milli leik- og grunnskóla. Horft er til þess að kennarar hugsi út fyrir rammann í nálgun sinni á námsefninu og auki hreyfingu nemenda í kennslustundum í því skyni að ná settum markmiðum með tilliti til námskrár. Í aðferðinni er talið mikilvægt að horfa til styrkleika og þarfa nemenda þar sem þeir fá að njóta sín og upplifa námsefnið í gegnum hreyfingu og mismunandi skynfæri. Kennarinn stýrir leiknum í *Leikur að læra* aðferðinni, þar sem hann horfir til námsmarkmiða og vinnur eftir þeim og útfærir í takt við þarfir og getu hópsins. Kennsluaðferðin er ný af nálinni hér á landi en þegar hafa um þúsund kennarar kynnt sér hana og fjölmargir grunnskólar hafið innleiðingu á henni auk þess sem haldin hafa verið námskeið í Noregi um kennsluaðferðina (*Leikur að læra*, 2015).

Við ræddum við tvo kennara sem báðir hafa reynslu af aðferðinni þó á mismunandi skólastigum; Hildur Björg Jónsdóttir kennir 7 ára drengjum í Barnaskóla Hjallastefnunnar í Garðabæ og Brynhildur Yrsa Guðmundsdóttir kennir 5 ára drengjum á leikskólanum Öskju í Reykjavík. Þær voru sammála um að *Leikur að læra* aðferðin henti vel nemendum með mikla hreyfipörf. Hildur telur jafnframt að aðferðin geti nýst nemendum með athyglisbrest, en þá þurfi kennari að gæta þess að gefa skýr fyrirmæli og einfalda jafnvel aðgerðir leiksins svo nemandinn nái að taka þátt á sínum forsendum. Brynhildi Yrsu finnst sínir nemendur halda betri einbeitingu í kennslu þar sem *Leikur að læra* aðferðin er notuð,

þar sem stöðugt er verið að skjóta inn hreyfingu og fjöri (Hildur Björg Jónsdóttir og Brynhildur Yrsa Guðmundsdóttir, munnleg heimild, 17. apríl 2015).

Á innra vefsvæði *Leikur að læra* er heilmikið safn af stærðfræðileikjum sem má nota með nemendum á aldrinum 2-10 ára. Þar er farið frá því að þjálfar einfaldan talnaskilning nemenda upp í margföldun og deilingu með fjölbreyttum og skemmtilegum leikjum (Leikur að læra, 2015). Hildur Björg og Brynhildur Yrsa (munnleg heimild, 17. apríl 2015) greindu okkur frá því að vefsíðan [www.leikuradlaera.is](http://www.leikuradlaera.is) nýttist þeim við undirbúning, auk möppu sem skólarnir fengu við innleiðingu kennsluáðferðarinnar. Það hentar vel að vinna með öll bókleg fög með *Leikur að læra* áðferðinni og er stærðfræðin þar engin undantekning. Þá fá nemendur tækifæri til að vinna með ápreifanlega hluti og á hreyfingu, en það eykur varðveislu nýrrar þekkingar hjá nemendum og stuðlar jafnframt að auknum skilningi (Bransford, Brown og Cocking, 2000; Leikur að læra, 2015). Hildur Björg telur að *Leikur að læra* áðferðin sé frábær til að nota með útikennslu því þá hefur stærð kennslustofunnar ekki áhrif. Henni finnst að allir bekkjarkennarar ættu að nota þessa áðferð að lágmarki þrisvar í viku, þar sem það myndi tryggja hreyfingu allra barna, einnig þeirra sem hreyfa sig lítið í frímínútum og íþróttum (munnleg heimild, 17. apríl 2015).

Viðhorf kennara og annarra starfsmanna á nýjum kennsluáðferðum og viðfangsefnum skiptir miklu máli til að hlutirnir gangi upp (O'Connell, 2005). Hildur Björg og Brynhildur Yrsa eru sammála um að viðhorfið gagnvart kennsluáðferðinni sé gott í þeirra skólum. Kennararnir hafa náð tökum á áðferðinni þó margir hafa verið ragir í byrjun. Eftir því sem reynsla og þekking eykst, því jákvæðara verður viðhorf fólks til nýjunga sem þessara. Hildur Björg bætir einnig við að hún sjái fyrir sér að kennarar fari að nýta sér hreyfingu og leiki í auknum mæli í framtíðinni (Hildur Björg og Brynhildur Yrsa, munnleg heimild, 17. apríl 2015). Ljóst er að kennsluáðferðin *Leikur að læra* er fjölbreytt og spennandi og líklegt að notkun hennar muni aukast í grunnskólum landsins á næstu árum. Markviss leikur getur dýpkað þekkingu nemenda á viðfangsefninu og gert það að verkum að nemendur þrói með sér jákvæða afstöðu til náms (Anna Magna Hreinsdóttir, 2013).

## **Leikir**

Í leikjabanka á heimasíðu *Leikur að læra* er ótrúlegt magn af gagnlegum leikjum sem gott er að flétta saman við bóklega kennslu og þ.á m. eru margir flottir stærðfræðileikir. Leikirnir hafa mismunandi gildi og markmið. Eftir að hafa kynnt okkur leiki sem nota má í kennslu heilluðumst við mest af tveim vegna þess hversu ólíkir þeir eru. Annars vegar er það leikurinn „Leitað að svörum og dæmum“ og hins vegar „Orðadæmi inni“.

### **Leitað að svörum og dæmum**

Hér er á ferðinni leikur þar sem nemendur fá tækifæri til að leysa stærðfræðidæmi í gegnum hreyfingu. Kennari dreifir keilum eða pönnukökum um stofuna og setur þar undir annaðhvort dæmi eða svör sem þjálfar það sem nemendum er ætlað að æfa, hvort sem það er samlagning, frádráttur eða annað. Nemendur geta hjálpað kennaranum við uppsetningu á leiknum. Því næst fara nemendur í röð hjá kennara og fá hjá honum dæmi eða svör, sem á að para við það sem er undir keilunum eða pönnukökunum. Kennari gefur því næst fyrirmæli um hvernig nemendur eiga að bera sig að til að skoða hvað sé undir keilunum. Það getur falið í sér hlaup, valhopp, hopp á einum fæti, kóngulóargang eða hvað sem kennaranum dettur í hug. Markmið leiksins er að finna dæmi á móti svári og telst það vera slagur. Kennarinn getur sett leikinn upp sem keppni þar sem sá sem fær flesta slagi vinnur. Í framhaldi af leiknum má nýta spjöldin til að spila veiðimann þar sem börnin festa reikniaðgerðirnar enn betur í minni (Leikur að læra, 2015).

### **Orðadæmi inni**

Að leysa orðadæmi getur verið vandasamt og því gott að nota hlutbundin gögn til aðstoðar. Í þessum leik hafa allir nemendur afmarkað svæði þar sem þeir safna smáhlutum sem eru staðsettir í miðju kennslurýminu. Kennari les orðadæmi fyrir nemendur sína sem nota mismunandi leiðir til að komast að smáhlutunum og ná í jafn marga hluti og þá vantar. Dæmið gæti verið: „Jón átti fimm Andrésblöð“ og þá fara nemendur af stað og ná í fimm smáhluti sem tákna Andrésblöðin. Dæmið heldur svo áfram: „Þegar afi hans Jóns kom í heimsókn gaf hann honum þrjú Andrésblöð til viðbótar“ og þá fara nemendurnir aftur af stað og ná í þrjá smáhluti. Kennari tiltekur í fyrirmælum

með hvaða hætti á að fara til að sækja smáhlutina, t.d. að þeir eigi að valhoppa eða skriða. Nú þurfa nemendur að leysa dæmið: “hvað á Jón mörg Andrésblöð”? Nemendur telja smáhlutasafnið sitt og svara. Til að tengja skilning nemenda við táknmyndir tölustafanna getur kennari gefið nemendum skrifspjöld og tússpenna og fengið þá til að skrifa dæmið upp;  $5+3=8$ . Þessa aðferð má nota til að leysa öll orðadæmi, hvort sem þau fást við samlagningu, frádrátt, margföldun eða deilingu (Leikur að læra, 2015).

## 5 Hörðuvallaskóli

Síðustu ár hafa margir skólar hér á landi endurskoðað stærðfræðikennslu sína og lagt meiri áherslu á fjölbreyttari og skapandi aðferðir til að ná til nemenda og vekja áhuga þeirra. Við kynntum okkur starf Hörðuvallaskóla í Kópavogi sem er hverfisskóli fyrir Kórahverfið í Kópavogi. Skólinn leggur áherslu á hollustu og hreyfingu sem og grunngreinarnar stærðfræði og lestur. Einkunnarorð skólans eru „það er gaman í skólanum“ enda er góð líðan nemenda ein af grunnstoðumskólastarfsins. Nemendafjöldi við upphaf skólaársins 2014-2015 var 699 í 1.– 10. bekk (Hörðuvallaskóli, 2015). Hörðuvallaskóli leggur mikla áherslu á skapandi og fjölbreyttar aðferðir í stærðfræðikennslu á öllum stigum skólans. Frá því að skólinn var settur á laggirnar árið 2006, hefur þemavinna í stærðfræðikennslu verið í þróun og er nú fastmótuð í skólanámskrá skólans. Skólinn fékk styrk úr Sprotasjóði Menntamálaráðuneytisins árið 2010 til að þróa verkefnið (Sprotasjóður, 2015). Markmið verkefnisins er fyrst og fremst að mæta ólíkum þörfum hvers og eins, nálgast stærðfræðina með fjölbreyttum verkefnum og opna huga nemenda fyrir því að stærðfræðina er að finna víða í hinu daglega lífi. Þannig er hægt er tengja stærðfræðina við umhverfi nemenda og lífsvenjur þeirra (Inga Sigurðardóttir og Þórunn Jónasdóttir, 2012). Verkefnið ber heitið *Stærðfræðiþema* með slagorðinu *Stærðfræði er skemmtileg*. Hægt er að nálgast verkefni tengd stærðfræðiþemanu á vefsvæðinu [www.nams.is](http://www.nams.is) undir leitarorðinu stærðfræðiverkefni (Nams.is, 2015). Þemaverkefnið er framkvæmt þannig að nemendum skólans er skipt niður í fjórar einingar eftir aldri; 1. bekkur er í sér þema, 2.-4. bekkur saman, 5.-7. bekkur saman og svo er 8.-10. bekk blandað innan árganga. Loturnar eru því skipulagðar eftir aldri, áhuga og reynsluheimi nemenda.

Til að kennsla verði árangursrík er mikilvægt að kennarar séu vel undirbúnir og hafi sett fram skýr markmið fyrir kennslustundina. Án góðs undirbúnings er hættu á að kennslan verði marklaus og að nemendurnir missi sjónar af því til hvers sé ætlast af þeim og hver tilgangur kennslustundarinnar sé (Ingvar Sigurgeirsson, 1999). Það vakti forvitni hjá okkur að vita hvernig undirbúningi væri háttað í jafn víðtæku verkefni og stærðfræðiþemað er og til hvers væri horft varðandi markmið þess. Við heimsóttum

Hörðuvallaskóla og tókum viðtal við þær Ingu Sigurðardóttur, sem var annar verkefnisstjóri þróunarverkefnisins og Ölmu Hlíðberg sem er stærðfræðikennari á yngsta stigi í Hörðuvallaskóla og sér um kennslu í hlutbundinni stærðfræði og skipuleggur stærðfræðiþemað á yngsta stigi. Alma greindi okkur frá því að reynt væri að hafa verkefnin þannig að þau reyndu á þá aldurshópa sem kennari væri með hverju sinni, hægt væri að aðlaga erfiðleikastig eftir getu nemenda. Hún segir að hægt sé að hafa verkefnin mismunandi þung og í sumum tilfellum eru þau ætluð eldri nemendum. Þemað er sett inn í stundatöflu allra árganga að vori og síðan er það skipulagt að hausti; yfirleitt eru tvö þemu fyrir jóla og tvö eftir jóla. Kennnd er ein 60 mínútna kennslustund á viku, fimm vikur í senn og geta kennarar skipulagt út frá því. Ávallt er tekið skýrt fram hvaða efnisþátt verður unnið með í hverju þema (Alma Hlíðberg, munnleg heimild, 26.mars 2015).

Á eftirfarandi mynd má sjá hvernig skipulagið var yfir þriggja ára tímabil. Þegar því tímabili lauk var skipulagið endurtekið, þannig að þetta er nokkurskonar hringekja sem nær yfir þrjú skólaár.

Skólaárið 2009–2010	Skólaárið 2010–2011	Skólaárið 2011–2012
<b>rúmfræði/mælingar</b> •mælingar:þyngd, hitastig, tími, rúmtak	<b>reikniaðgerðir/tölfræði/líkindareikningur/þrautir/spil</b> *þrautalausnir, spil, leikir, vasareiknir háar tölur, peningar	<b>rúmfræði/mælingar</b> * lengdarmælingar, flatarmál, ummál * staðsetning
<b>mynstur/algebra</b> *laufabrauð, útskurður, jólaskraut, mynstur, regluleiki, endurtekning, escher	<b>mynstur/algebra</b> *óþekkt stærð, sannanir, formúlur	<b>reikniaðgerðir, tölur/hlutföll/prósentur</b> *fjármálalæsi, peningar, unnið með ýmislegt tengt þeim s.s.ólíka gjaldmiðla, gamla íslenska peninga, búðarleikur o.m.fl.
<b>reikniaðgerðir, tölur/hlutföll/prósentur út frá daglegu lífi</b> *neytendastærðfræði	<b>tölur/hlutföll/prósentur út frá daglegu lífi</b> *exel, tilboð, útsölur, kostnaður	<b>tölfræði/líkindareikningur/þrautir/spil</b> Útbúin spil og þrautir, ýmis stærðfræðispil kynnt, unnið með tölfræði og líkindareikning bæði í tölvum og talningu
<b>tölfræði/líkindareikningur/þrautir/spil</b> *útistærðfræði, íþróttaleikir, ratleikir	<b>rúmfræði/mælingar</b> •að fást við form og myndir og byggja og búa til	<b>mynstur/algebra í tengslum við daglegt líf</b> •náttúran og manngert umhverfi

### Mynd 1. Uppbygging stærðfræðiþema í Hörðuvallaskóla

(Inga Sigurðardóttir og Þórunn Jónasdóttir, 2012)

Alma segir þetta skila sér í gleði og ánægju nemenda sem í flestum tilfellum eru jákvæðir og áhugasamir. Nemendurnir eru orðnir vanir þessari vinnu og mæta með opnu hugarfari í tímana, tilbúnir að vinna það verkefni sem er í gangi (Alma, munnleg heimild, 26. mars 2015). Inga sagði okkur að þegar nýjar lotur væru undirbúnar væri fyrst og



fremst verið að fylgja þeim námsmarkmiðum sem skólanum ber að fylgja hverju sinni, bæði í hæfni og getu. Mikið er lagt upp úr að bjóða upp á fjölbreytt verkefni sem taka skal til og æfa sömu þættina án þess að vera alltaf eins. Ólík nálgun að sama markmiðinu styrkir nemandann og gefur honum ný verkfæri til að nota (Inga Sigurðardóttir, munnleg heimild 26.mars 2015). Alma nefnir einnig að hún telji það mikinn kost við stærðfræðipemað að þar séu ávallt tveir kennarar sem vinna saman að undirbúningi og framkvæmd og geta þeir ákveðið hvort þeir vilji skipta hópnum upp í minni hópa eða hafa alla saman. Þetta sé skemmtilegt uppbot, bæði fyrir nemendur og kennarana. Hvert pema er byggt upp sem hringekja þar sem tíu kennarar eru á fimm stöðvum og hver nemendahópur fer í eina 60 mínútna kennslustund á hverri stöð. Í hverjum nemendahópi eru um 25-30 nemendur (Alma, munnleg heimild, 26.mars 2015).

	Vika 1	Vika 2	Vika 3	Vika 4	Vika 5
Stöð 1	hópur 1	hópur 2	hópur 3	hópur 4	hópur 5
Stöð 2	hópur 5	hópur 1	hópur 2	hópur 3	hópur 4
Stöð 3	hópur 4	hópur 5	hópur 1	hópur 2	hópur 3
Stöð 4	hópur 3	hópur 4	hópur 5	hópur 1	hópur 2
Stöð 5	hópur 2	hópur 3	hópur 4	hópur 5	hópur 1

Mynd 2: Skipulag á stærðfræðilotum í Hörðuvallaskóla.

(Inga Sigurðardóttir og Þórunn Jónasdóttir, 2012)

Okkur fannst þetta verkefni einstaklega spennandi auk þess sem það fellur vel undir að vera skapandi kennsluaðferð sem gefur kennslunni mikinn fjölbreytileika. Við fórum í heimsókn í Hörðuvallaskóla og fengum að fylgjast með þegar nemendur voru við vinnu. Við spurðum þær Ingu og Ölmur hver markmiðin væru að þeirra mati með

stærðfræðipemanu. Inga taldi það vera þrennt; 1) að losna við venjulega vinnubókarvinnu og fá nemendur til þess að sjá að stærðfræðin er alls staðar í umhverfinu, 2) að fá nemendur til að vinna saman að ólíkum verkefnum og 3) að beita rökhugsun með víðtækari hætti heldur en sífelldum og endurteknum æfingum (Inga, munnleg heimild, 26.mars 2015). Alma tiltekur einnig þrjú atriði: 1) að kenna stærðfræði á fjölbreyttan hátt, 2) að mikilvægt sé að læra að vinna hlutbundið með stærðfræðina og 3) að dýpka skilning nemenda á viðfangsefnum stærðfræðinnar. Fjölbreytni í kennsluháttum skilar sér vel til nemenda; þeir fara að sjá hlutina í víðara samhengi og dýpka þar með skilninginn (Alma, munnleg heimild, 26.mars 2015). Inga nefnir einnig að stærðfræðipemað gefi kennurum og starfsfólki tækifæri til að kynnst, vinna saman á fjölbreyttari hátt og nálgast viðfangsefni stærðfræðinnar með nýjum leiðum og verkfærum (Inga, munnleg heimild, 26.mars 2015).

### **5.1 Stærðfræðipema í fyrsta bekk**

Nemendahópur fyrsta bekkjar skólaárið 2014-2015 er ansi fjölmennur eða um hundrað nemendur. Þeim er skipt upp í hópa sem fylgja sömu stundatöflu og vinna í þessum hópum í stærðfræðipemanu sem er einu sinni í viku, 60 mínútur í senn. Hvert kennarapar/tvíeyki er með eina stöð sem varir í eina klukkustund og skiptast hóparnir skipulega á milli þeirra, líkt og í stórri hringekju eins og áður segir.

Markmið lotunnar sem við fylgdumst með eru að nemendur kynnist tugum og einingum, peningum, talnamynstrum og að nemendur fái tilfinningu fyrir hvað tölurnar standa fyrir. Í þemanu er unnið með hlutbundna þætti og nemendum gefinn kostur á að snerta og skynja þau verkefni sem þeir fást annars við í stærðfræðibókinni sinni. Þarna er unnið eftir öðrum áþreifanlegri leiðum og eru verkefnin þá jafnvel tekin lengra þar sem hóparnir eru fámennari en í hefðbundnum stærðfræðitímum. Sumar stöðvarnar eru tvískiptar þar sem kennarar hafa tækifæri á að vinna með enn minni hópum og víxla þeir hópar verkefnum þegar kennslustundin er hálfnuð.

Á fyrstu stöðinni var verið að vinna með peninga og samlagningu. Hópnum var skipt í tvennt þar sem annar hópurinn útbjó peningabuddur og klippti niður ljósrit af peningum til að geyma í buddunum á meðan hinn hópurinn fór í búðarleik þar sem sett var upp búð með alvöru matarkössum og þeir verðmerktir með tölum frá 1 kr. – 15 kr. Nemendur

útbjuggu búðarkassa sem innihélt kennslupeninga og skiptu með sér hlutverkum viðskiptavina og afgreiðslufólks undir stjórn kennara. Þarna fengu nemendur tækifæri til að átta sig á gagnsemi peningabuddu og að kynnast þeim gjaldmiðli sem við notum, auk þess sem þeir fóru í raunveruleikatengdan hlutverkaleik og fengu að máta sig í hlutverkum afgreiðslufólks og viðskiptavina.

Á annarri stöð var nemendum skipt í tvo hópa. Annar hópurinn spilaði *Bankastjórann* sem er spil með tugum og einingum. Þrír nemendur unnu saman þar sem einn var bankastjórinn og tveir voru viðskiptavinir. Þeir skiptust á að kasta teningi og fengu einingakubba hjá bankastjóranum fyrir hvern punkt sem þeir fengu á teningnum. Þegar þeir höfðu safnað tíu einingakubbum gátu þeir skipt þeim í einn tug og skipt um hlutverk við bankastjórann. Þarna fengu nemendur möguleika á að gera tuginn ápreifanlegri og dýpka skilning sinn á að tíu einingar eru heill tugur, í gegnum leik. Hinn hópurinn var að læra að spila *Olsen Olsen* með hefðbundnum spilastokk. Kennari lagði tákmyndir spilastokksins inn í upphafi með öllum hópnum og þær spilareglur sem gilda í spilinu. Flestir í hópnum þekktu spilið fyrir og tók kennarinn mið af því þegar hann skipti þeim niður í smærri hópa. Hann var með kennarastýrða stöð, fyrir þau börn sem þekktu ekki spilið. Nemendur voru fljótir að ná tökum á spilamenskunni og skemmtu sér vel þar sem þeir fengu tækifæri til að æfa sig í fyrirfram gefnum reglum spilsins, æfðu sig í tölum og tákmyndum spilsins auk þess sem þeir áttu gæðastund saman.

Þriðja stöðin var tvískipt. Helmingur hópsins var á bóksafninu í tölum þar sem fengist var við verkefni tengd kennslubókinni þeirra í stærðfræði, *Sprota 2b*, á norskrí kennslusíðu heftisins. Allir nemendurnir þekktu efnið og voru áhugasamir að vinna í tölum. Hinn hluti hópsins vann með hundrað-töfluna þar sem allir unnu í einum hóp með kennara sem var með stóra hundrað-töflu fyrir framan hópinn, en nemendur unnu á minni töflur fyrir framan sig. Tilgangurinn var að finna mynstur í hundrað-töflunni og merkja það með mismunandi litum, svo út kæmi mynstur. Nemendur voru nokkuð leiknir við vinnuna og voru áhugasamir.

Á fjórðu stöðinni unnu nemendur í pörum þar sem þeir útbjuggu stærðfræðidæmi með spöldum hvor fyrir annan. Nemendum þótti vinnan skemmtileg og hljóp kapp í suma sem vildu hafa dæmin svolítið erfið á meðan aðrir sýndu góðmennsku og höfðu þau laúflétt fyrir vini sína.

Fimmta stöðin var tvískipt. Helmingur hópsins æfði sig í frádrætti og talningu með aðstoð köngulóa sem voru notaðar til að búa til reikningsdæmi. Hinn helmingurinn var að spila spil þar sem áhersla var lögð á samlagningu og frádrátt. Þar unnu þau í þörum, drógu miða og útbjuggu reikningsdæmi og leystu þau.

Á þeim stöðvum sem nemendum var skipt í tvo hópa víxluðu hóparnir verkefnum þegar 30 mínútur voru liðnar af kennslustundinni.

## 5.2 Stærðfræðipema í öðrum til fjórða bekk.

Nemendur í öðrum til fjórða bekk fara í stærðfræðipema einu sinni í viku í fimm vikna lotum. Hóparnir eru blandaðir og umsjónarkennarar árganganna skipta sér á milli stöðvanna ásamt öðru starfsfólki. Nemendurnir rúlla á milli stöðva eftir vikum líkt og fyrsti árgangur. Þetta fyrirkomulag virðist henta ágætlega; nemendur fá tækifæri til að kynnst innbyrðis bæði jafnöldrum sem og yngri og eldri nemendum á meðan á þemanu stendur. Kennurunum þykir þetta fyrirkomulag einnig mjög gott, því þeir kynnst fleiri nemendum en bara sínum umsjónarbekk. Þegar við fylgdumst með þessum hópi var verið að vinna með fjölbreyttar reikniaðgerðir. Nemendum var skipt niður í fimm hópa þvert á aldur. Það var misjafnt eftir stöðvum hvort verið var að vinna að einu eða fleiri viðfangsefnum innan hverrar stöðvar. Markmiðið með þessari lotu var að nemendur æfðu sig í mismunandi reikniaðgerðum í ýmsum myndum.

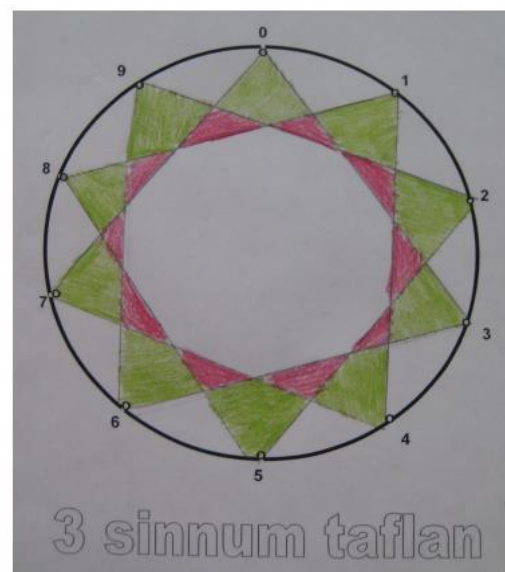
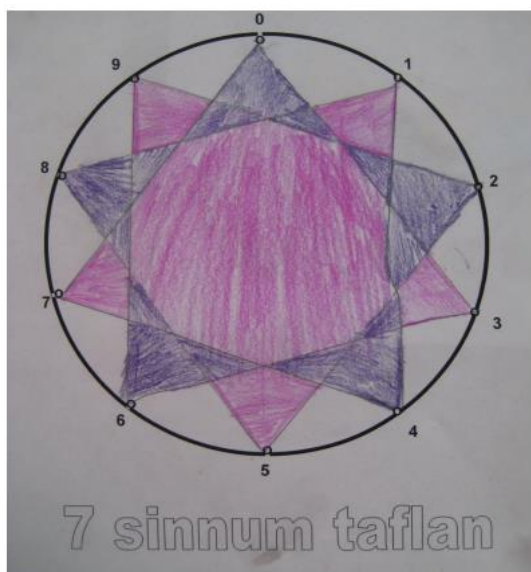
Á fyrstu stöðinni voru nemendur með sinn eigin pítsastað þar sem þeir áttu að reikna út hvað ein sneið kostaði með því áleggi sem þeir völdu sér. Nemendur fengu uppgefið hvað ein sneið kostaði og hvað eitt álegg kostaði. Þeir áttu svo að finna út verðið eftir fjölda sneiða og áleggja. Kennari fór yfir það á töflunni hvað heil pítsa kostaði ef hún væri með átta sneiðum, hvað hálf kostaði,  $1/3$ ,  $1/4$ , og  $1/8$  o.s.frv. Verkefnið má sjá á [http://vefir.nams.is/staerdfraediverkefni/pdf/reikningur\\_2-4\\_bekkur.pdf](http://vefir.nams.is/staerdfraediverkefni/pdf/reikningur_2-4_bekkur.pdf) bls:9-12.

Á annarri stöð voru nemendur að spila. Þeir voru með spjöld með ýmsum tölum og stærðfræðitáknum s.s. margföldun, frádráttur og samlagning. Þeir áttu að búa til sín eigin dæmi og skiptast á að leysa þau.

Á þriðju stöðinni voru þrjú mismunandi viðfangsefni í boði. Markmiðið var að æfa sig í margföldun og átta sig á hundraðtöflunni. Eitt viðfangsefnanna var hundraðtöflu-

púsluspil þar sem nemendur þurftu að púsla töflunni saman. Þetta reyndi því á sjónminni og rökhugsun nemenda. Annað verkefnið á þessari stöð var annars konar vinna með hundraðtöfluna. Nemendur voru með ljósrit af töflunni, tening og kennslupeninga. Þeir fengu líka peð og byrjuðu á fyrsta reit hundraðtöflunnar, köstuðu teningnum og fóru yfir jafnmarga reiti og teningurinn sagði til um. Þeir fengu svo jafnmargar krónur og talan á reitnum sem þeir lentu á sagði til um. Að lokum reiknuðu þeir út hvað þeir náðu að safna mörgum krónum. Þriðja og síðasta viðfangsefnið á þessari stöð var margföldunarskífa. Þar voru nemendur með blöð og teiknuðu upp þá margföldunartöflu sem þeir voru að vinna með og út kom ákveðið, reglulegt mynstur. Sem dæmi, ef unnið var með þrisvar sinnum töfluna þá var byrjað á núll sem tengdist í þrjá sem tengdist í sex, þaðan í níu og svo framvegis. Margföldunarskífuverkefnið má sjá á

[http://vefir.nams.is/staerdfraediverkefni/pdf/reikningur\\_2-4\\_bekkur.pdf](http://vefir.nams.is/staerdfraediverkefni/pdf/reikningur_2-4_bekkur.pdf) bls: 18-29.



**Mynd 3: Margföldunarskífur**

(Inga Sigurðardóttir og Þórunn Jónasdóttir, 2012)

Á fjórðu stöðinni var aðalmarkmiðið að nemendur áttuðu sig á að þeir nota ýmsar reikniaðgerðir þegar þeir eru að spila. Á þessari stöð var unnið með nokkrar gerðir af ólíkum spilum eða Yatzy, Olsen Olsen, Snákaspil og síðast en ekki síst mjög fróðlegt þýskt spil sem ber nafnið Erstes Rechnen þar sem nemendur þjálfuðust í reikniaðgerðum. Í því spili á að kasta tening og draga spil með reikningsdæmi sem á að reikna í huganum.



**Mynd 4: Spilið Erstes Rechnen**

(Inga Sigurðardóttir og Þórunn Jónasdóttir, 2012)

Á fimmtu og síðustu stöðinni var markmiðið að æfa sig að nota vasareikni. Nemendur voru með verkefnablað með reikningsdæmum sem krafðist notkunar vasareiknis. Þegar nemendur voru búnir með verkefnablaðið var í boði að fara í púsluspil. Púsluspilið krafðist hugarreiknings í margföldun; hver púslbiti var með reikningsdæmi og þurfti að setja púslbitann á spjald þar sem hver reitur var mað tölustöfum sem var útkoman á dæminu.

### 5.3 Stærðfræðipema í fimmta til sjöunda bekk

Nemendur á miðstigi, í fimmta til sjöunda bekk, fara einu sinni í viku í stærðfræðipema í sjö vikna lotum. Hóparnir eru aldursblandaðir og skipta umsjónakennarar árganganna sér niður á stöðvar ásamt öðru starfsfólki líkt og hjá yngri bekkjum. Sama fyrirkomulag er einnig á skiptingu stöðva og hvernig hópar skiptast á milli þeirra. Skipulagið hangir uppi í hverri kennslustofu og á göngum skólans sem gerir nemendum betur kleift að vita hvar þeir eiga að vera. Nemendurnir þekkja þetta vinnufyrirkomulag vel og hóparnir blandast vel saman.

Fyrsta stöðin var útistöð. Þar var nemendum skipt í tvo hópa. Annar hópurinn var í spilinu *Kubb* þar sem markmið leiksins er að kasta prikum í kubba mótherjans. Skipt er í tvö lið sem standa sitt hvoru megin á vellinum við sína kubba. Það lið sem er fyrr til að

fella alla kubba og kóng mótherjans vinnur leikinn. Hinn hópurinn var í keilu. Þar var nemendum einnig skipt í tvö lið. Keilurnar voru stigamerktar og stóð keppnin um hvort liðið felldi stigahærri keilur. Nemendur pössuðu sjálfir upp á talningu stiganna og lögðu samviskusamlega saman þegar nýjar keilur féllu. Þessi verkefni má finna á [http://vefir.nams.is/staerdfraediverkefni/pdf/reikningur\\_5-7\\_bekkur.pdf](http://vefir.nams.is/staerdfraediverkefni/pdf/reikningur_5-7_bekkur.pdf) bls: 1-2 og 15-16. Á annarri stöðinni var verið að vinna með tölfræði. Nemendum var skipt í þriggja manna hópa og fengu vinnuhefti og upplýsingablað þar sem útskýrt var hvað miðgildi og meðaltal væri. Í vinnuheftinu sem þeir unnu saman í voru svo verkefni tengd þessu þar sem þeir reiknuðu m.a. út meðalhraða bíls út frá því hversu langt hann hefði farið á tilteknum tíma.

Á þriðju stöðinni voru arkitektar framtíðarinnar að störfum. Þar höfðu nemendur skoðað ýmis byggingarmannvirki á töflu ásamt kennurum og var verkefni þeirra að teikna byggingar í réttum hlutföllum miðað við aðra þætti þeirra. Vopnuð gráðubogum og reglustikum unnu nemendur í pörum og var gaman að fylgjast með áhuganum og gleðinni sem skein úr andliti nemenda.

Á fjórðu stöðinni var verið að vinna með mynstur. Þar höfðu nemendur fengið Rangolí sem er mynsturgerð sem tengist hindúatrú. Þeir útbjuggu sitt eigið mynstur sem þeir teiknuðu og lituðu. Í innlögn höfðu kennarar kynnt fyrir nemendum margs konar gerðir af Rangolí og á meðan vinnu nemenda stóð, var spilaði myndband af mynsturgerð sem vakti upp margar áhugaverðar hugmyndir hjá nemendum sem birtust í verkum þeirra.

Á fimmtu stöðinni var nemendum skipt í fjögurra manna hópa þar sem þeir spiluðu félagsvist. Þar fengu nemendur tækifæri til að þjálfra rökhugsun, æfa sig í reikniaðgerðum og læra spil sem flestir ef ekki allir Íslendingar hafa einhvern tímann spilað. Á hverju borði voru tveir og tveir saman í liði. Eftir hvern leik færðu sigurvegarar sig svo á milli borða í sitt hvora áttina og hópurinn fékk því gott tækifæri til að blandast vel.

Á sjöttu stöðinni voru nemendur að skoða mynstur í náttúrunni. Ætlunin var að hópurinn færi út en sökum veðurs voru nemendur inni og voru kennarar búnir að útbúa myndir af mynsturgerð í náttúrunni sem þeir sýndu á skjávarpa. Nemendur unnu svo sjálfstætt í að gera þau mynstur sem þeir þekktu og vildu vinna með, hvort sem það var að stækka upp mynstrið á einu laufblaði, teikna heilan stofn af tré eða köngulóarvef.

Á sjöundu stöðinni voru nemendur í *Yatzy* sem er teningaspil. Þar unnu þeir einnig með líkindareikning í tengslum við spilamennskuna.

#### **5.4 Stærðfræði í áttunda til tíunda bekk**

Nemendur á unglíngastigi, eða áttunda til tíunda bekk, fara í stærðfræðipema einu sinni í viku í sex vikna lotum. Markmiðið er það sama og við höfum áður nefnt; að nemendur og kennarar fái tækifæri til að kynna innbyrðis og að nemendum gefist kostur á að kljást við viðfangsefni sem tengjast lífi þeirra og umhverfi. Á þessu stigi sáum við bara einn hóp að störfum sem var að baka vöflur. Markmiðið með verkefninu var að nemendur fengju tilfinningu fyrir mælieiningum, magni hráefnis og hvernig er hægt að stækka og minnka uppskriftir eftir þörfum og hentugleika.

#### **5.5 Viðhorf kennara gagnvart stærðfræðipema**

Viðhorf kennara gagnvart verkefnum og óhefðbundnum leiðum í kennslu skiptir gríðarlegu máli. Ef viðhorf kennara er ekki jákvætt gagnvart nýjum tækifærum gengur illa að innleiða viðfangsefnin (Hafþór Guðjónsson, 2012). Þó svo að viðfangsefnin séu spennandi, úthugsuð og frábært tækifæri sé til að innleiða þau, gagnast það lítið ef viðhorf og framtakssemi kennara er ekki til staðar (O'Connell, 2005). Í Hörðuvallaskóla virðist hafa tekist vel að vinna á jákvæðan hátt með þessa þætti. Þar er viðhorf kennara almennt mjög gott og hefur batnað til muna samanborið við þegar stærðfræðipemað var að byrja segir Inga (munnleg heimild 26.mars 2015). Kennarar voru margir hræddir við að stíga út fyrir hinn hefðbundna ramma og þótti þemað jafnvel taka of mikinn tíma frá bóklegru vinnu. Nú er þemað orðið fastur liður í kennslu; mikill verkefnabanki hefur verið byggður upp, verkefnin eru orðin aðgengilegri og kennarar orðnir mun öruggari með að byrja á verkefnum og breyta þeim ef þess þarf (Inga, munnleg heimild, 26.mars 2015). Alma er sammála Ingu með að viðhorf kennara sé jákvætt gagnvart stærðfræðipemanu. Í upphafi fannst sumum þessir tímar „taka af“ hinum hefðbundnum stærðfræðitímum en það hefur breyst (Alma, munnleg heimild, 26.mars 2015).

Alma telur að viðhorf kennara séu yfirleitt jákvæð fyrir stærðfræðipemanu vegna þess að þeir sjái gleði og áhuga nemenda í þemanu og að það sé skemmtilegt uppbrot á



skólastarfinu. Hún segir kostina við þessa nálgun á stærðfræðinni vera nokkra: fjölbreyttari vinnubrögð, meira hlutbundið og áþreifanlegra nám og þar af leiðandi dýpri skilning skilningur nemenda sem leiði til meiri gleði og áhuga hjá þeim (Alma, munnleg heimild, 26.mars 2015).

Mat Ingu er að nemendur njóti sín betur í stærðfræðipemanu heldur en í hefðbundinni vinnubókavinnu. Þar er hægt að aðlaga verkefni eftir getu og áhuga hvers og eins og nemendur vinna verkefni út frá sínum forsendum, sem þeir ættu annars ekki möguleika á að vinna. Þá telur hún að skilningurinn skili sér oft eftir á, þegar nemendur fara að vinna samsvarandi verkefni í vinnubók. Þá heyrir oft hjá nemendum „iss þetta er ekkert mál, við gerðum þetta í stærðfræðipemanu“. Með því að takast á við viðfangsefni á annan hátt og fá tækifæri til að handfjatla og meðhöndla hluti getur komið annar skilningur hjá nemendum sem gerir þeim auðveldara að yfirfæra þekkingu sína á hefðbundin vinnubókardæmi. Nemendur sem eiga oft í erfiðleikum með stærðfræði og rökhugsun í hefðbundinni kennslustund geta blómstrað í þemanu. Þeir uppgötva jafnvel að þeir geta unnið stærðfræðiverkefni sem opnar þeim dyr inn í aðrar námsgreinar (Inga, munnleg heimild, 26.mars 2015).

## 5.6 Samantekt

Stærðfræðipema Hörðuvallaskóla er einstaklega áhugavert verkefni sem virkjar nemendur á fjölbreyttan hátt, hjálpar þeim að sjá stærðfræðina með öðrum augum og gera þeim grein fyrir hversu víðtæk stærðfræðin er í umhverfi okkar. „Gagnsemi stærðfræðipema og hefðbundinnar kennslu liggja fyrst og fremst í því að hægt er að nálgast fjölbreyttari nemendahóp með sömu verkefnunum. Það er hægt að aðlaga að hópum og einstaka nemendum. Hvort sem þeir eru slakir, líkamlega fatlaðir eða bráðsnjallir“ (Inga, munnleg heimild, 26.mars 2015). „Vinna í stærðfræðipema skilar sér einnig í almennri vinnu inn í bekk. Margir af þeim sem eiga í erfiðleikum með stærðfræði og rökhugsun blómstra í stærðfræðipema þar sem unnið er á annan hátt með stærðfræðina, þar sem þeir fá að vinna hlutbundið og á áþreifanlegri hátt“ (Alma, munnleg heimild, 26.mars 2015).

Alma og Inga voru sammála um að viðhorf nemenda væri jákvætt fyrir verkefninu og að í mörgum tilfellum upplifi þau vinnuna ekki sem nám fyrr en þau lenda í sambærilegum verkefnum í öðrum aðstæðum (Alma og Inga, munnleg heimild, 26.mars 2015).

Eftir skoðun á stærðfræðipema Hörðuvallaskóla sjáum við skólinn stendur vel að vígi hvað varðar fjölbreyttar aðferðir í stærðfræðikennslu. Nemendur fá tækifæri til að vinna fjölbreytt verkefni á sínum forsendum og vinna með margvíslegar reikniaðgerðir. Okkur fannst áhugavert hversu góðan skilning nemendur fá á verkefnum sem þeir átta sig samt sem áður ekki á fyrr en þeir takast á við verkefnið í vinnubók. „Í heildina litið er stærðfræðipemað fjölbreytt og gefur breidd í skólastarfið” (Inga, munnleg heimild, 26.mars 2015).

## 6 Umræður og lokaorð

Fræðimennirnir tveir sem fjallað var um í byrjun, þeir Dewey og Gardner, eiga það sameiginlegt að vera á sömu skoðun um að hver nemandi sé einstakur og koma skuli til móts við hvern og einn út frá hæfileikum og fyrri reynslu. Gardner telur að þarfir nemenda séu ólíkar og telur að mismunandi nálgun þurfi til að virkja sérsvið hvers og eins. Við teljum að kennarar séu almennt að leggja mikinn metnað í að mæta hverjum og einum nemanda þar sem hann er staddur. Þó getur verið erfitt að vera með margar mismunandi aðferðir við sama viðfangsefni hverju sinni og gætu því aðferðir eins og leikir, þema, hlutbundin gögn og samræður verið lausn sem gæti hentað flestum nemendum í kennslustund. Með því að nota fjölbreyttar kennsluaðferðir líkt og gert er í stærðfræðiþema í Hörðuvallaskóla teljum við að verið sé að koma til móts við mismunandi þarfir nemenda. Má þá nefna dæmi þar sem nemendur eru að ná tókum á margföldunartöflunni. Þar fá nemendur margföldunarskífur sem fjallað hefur hér verið um. Skífurnar eru hlutbundin gögn sem getur hentað fjölbreyttum hóp nemenda. Verkefnið er myndrænt og auðvelt í notkun. Dewey taldi mikilvægt að nemendur væru virkir í námi sínu, tækjust á við verkefni sem væru tengd raunveruleika og umhverfi þeirra þar sem þeir byggðu ofan á fyrri reynslu. Hörðuvallaskóli leggur áherslu á að vera með stærðfræðiverkefni sem tengjast áhuga og umhverfi nemendanna. Það getur verið ástæðan fyrir því hversu vel verkefnið hefur heppnast, þar sem nemendur eru áhugasamir og geta tengt raunveruleika sinn við verkefnin sem þeir eru að leysa.

Ljóst er að til er fjöldi kennsluaðferða sem kjörið er að nota í stærðfræðikennslu og geta hentað mismunandi þörfum nemenda. Með því að aðlaga viðfangsefnin að áhugasviði og getu þeirra eru auknar líkur á því að verið sé að dýpka skilning þeirra og gera þeim kleift að tengja stærðfræðina við umhverfi og daglegt líf. Við teljum að með notkun útikennslu og Leikur að læra aðferðinni í stærðfræðikennslu nái nemendur að dýpka skilning sinn á stærðfræði. Þar fá þeir tækifæri til að taka sér pláss og fá að uppgötva og kanna viðfangsefnin. Notkun hlutbundinna gagna styður enn frekar við þessar kennsluaðferðir auk annarra og hjálpa nemendum að dýpka skilning sinn og sjá að stærðfræðin er allt í kringum okkur. Þau gefa nemendum tækifæri til að komast í

snertingu við efniviðinn þar sem þeir fá tækifæri til að handfjatla hann. Það skiptir miklu máli að efla samskiptahæfni nemenda, kenna þeim að tjá skoðanir sínar, gefa sér tíma til að hlusta á aðra og taka tillit til annarra í nærumhverfi. Samræðuaðferðirnar stuðla allar að þessum þáttum. Samþætting leiks og hlutbundinna gagna í kennslu (í þessu tilviki stærðfræðikennslu) virkjar alla nemendur og nálgast þá á þeirra forsendum. Við teljum að þessar aðferðir séu hvetjandi fyrir nemendur á jákvæðan hátt þar sem gleði og fróðleiksfýsn sé í forgrunni þar sem nemendur fá tækifæri til að nálgast efnið á sinn hátt.

Hefur þessi ritgerð opnað augu okkar enn frekar fyrir fjölbreyttum aðferðum og nálgun í stærðfræðikennslu. Á vettvangi í Hörðuvallaskóla lærðum við að með því að virkja nemendur á sem fjölbreyttastan máta sé stuðlað að því að þeir geri sér grein fyrir hversu víðtæk stærðfræðin er í lífi okkar, hún nær langt út fyrir hina hefðbundnu vinnubók. Er það okkar mat að nemendur sem hljóti jafn fjölbreytta, lifandi og faglega kennslu líkt og við kynntumst í Hörðuvallaskóla séu opnari á að takast á við stærðfræðilega ögrun í skólaverkefnum og lífinu sjálfu. Þykir okkur ljóst að kennarar þurfi kjark til að fara út fyrir hinn hefðbundna ramma og fara nýjar leiðir en teljum við að það sé vel þess virði þar sem ómetanlegt er að sjá nemendur sína blómstra.

## Heimildaskrá

- Anna Jeppesen og Ása Helga Ragnarsdóttir. (2004). *Leiklist í kennslu. Handbók fyrir kennara*. Reykjavík: Námsgagnastofnun.
- Anna Magna Hreinsdóttir. (2013). „þau náttúrulega læra af öllu sem þau gera" Leikur og nám í grunnskóla. Í Jóhanna Einarsdóttir og Bryndís Garðarsdóttir (ritstj.), *Á sömu leið: tengsl leikskóla og grunnskóla*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Armstrong. (2011). *Fjölgreindir í skólastofunni*. Reykjavík: JPV útgáfa.
- Birna Hugrún Bjarnardóttir og Guðrún Angantýsdóttir. (2003). Nýtt námsefni í stærðfræði fyrir grunnskóla. *Raust, Tímarit um raunvísindi og stærðfræði*, 1(2). Sótt af <http://www.raust.is/2003/2/16/raust2003-2-16.pdf>
- Bransford, Brown og Cocking. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School*. Washington: National Academy Press.
- Carruthers, E. (2015). Listening to Children's Mathematics in School. Í Perry, MacDonald og Gervasoni (ritstj.), *Mathematics and Transition to School: International Perspectives*. Queensland, Australia: Springer.
- Chapin, O'Conner og Anderson. (2009). *Classroom discussions* (2 útgáfa). Sausalito: Math Solutions.
- Copley. (2010). *The young child and mathematics* (second útgáfa). Washington: National Association for Education of young children.
- Cuffaro. (1992). Bureau of Educational Experiments (Bank Street. Í Williams og Fromberg (ritstj.), *Encyclopedia of Early Childhood Education*. New York og London: Garland.
- Cuffaro. (1996). Dramatic Play: The Experience of Block Building. Í Hirsch (ritstj.), *The Block Book* (3 útgáfa). Washington: NAEYC.
- Dewey, J. (1990). *The School and Society and The Child and the Curriculum*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Dewey, J. (2000). *Reynsla og menntun* (Gunnar Ragnarsson þýddi). Reykjavík: Rannsóknarstofnun Kennaraháskóla Íslands.
- Eisner. (2002). *The arts and the creations of mind*. New Haven og London: Yale University Press. Sótt af <http://yalepress.yale.edu/yupbooks/pdf/0300095236.pdf>
- Elva Önundardóttir. (2010). „Þetta er besti dagur lífs míns" Samfélagið í einingakubbum. Í Jóhanna Einarsdóttir og Ólafur Páll Jónsson (ritstj.), *John Dewey í hugsun og verki: Menntun, reynsla og lýðræði*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Gardner, H. (1993). *Frames of mind- the theory of multiple intelligences* (2 útgáfa). London: Hammersmith.
- Graves, Gargiulo og Sluder. (1996). *Young children. An introduction to Early Childhood Education*. USA: West Publishing Company.

- Gunnar Finnbogason. (2010). Samfélag-skóli-einstaklingur : Helstu uppeldis- og menntunarhugmyndir Johns Dewey. Í Jóhanna Einarsdóttir og Ólafur Páll Jónsson (ritstj.), *John Dewey í hugsun og verki: Menntun, reynsla og lýðræði*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Hafþór Guðjónsson. (2012). Kennaramenntun og skólastarf í ljósi ólíkra viðhorfa til náms. *Netla - Veftímarit um uppeldi og menntun*. Sótt af <http://netla.hi.is/greinar/2012/ryn/016.pdf>
- Hörðuvallaskóli. (2015). Hörðuvallaskóli. Sótt af <http://www.horduvallaskoli.is/>
- Inga Sigurðardóttir og Þórunn Jónasdóttir. (2012). Stærðfræðipema: Stærðfræði er skemmtileg - viðhorf grunnur að velgengni. . Sótt af <http://skolathroun.is/?pageid=95>
- Ingibjörg Jóhannesdóttir, Elísabet Indra Ragnarsdóttir og Torfi Hjartason. (2012). *Sköpun: Grunnþáttur í menntun á öllum skólastigum*. Reykjavík: Mennta- og menningarmálaráðuneytið og Námsgagnastofnun.
- Ingvar Sigurgeirsson. (1999). *Að mörgu er að hyggja* (5 útgáfa). Reykjavík: Bókaútgáfan Æskan.
- Ingvar Sigurgeirsson. (2013). *Litróf kennsluaðferðanna*. Reykjavík: Iðnú.
- Jóhanna Einarsdóttir. (2010). Reynsla og nám barna. Í Jóhanna Einarsdóttir og Ólafur Páll Jónsson (ritstj.), *John Dewey í hugsun og verki: Menntun, reynsla og lýðræði*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Jordet. (2010). *Klasserommet utenfor. Tilpasset opplæring i et uvidet læringrom*. Osló: Cappelen Akademisk Forlag.
- Kristín Arnardóttir. (2011). *Tölur og stærðir í leik og starfi*. Reykjavík: Steinn.is.
- Leeb-Lundberg. (1996). The block builder mathematician. Í E. S. Hirsch (ritstj.), *The Block Book*. Washington: NAEYC.
- Leikur að læra. (2015). Leikur að læra. Sótt af <http://www.leikuradlaera.is/>
- Mennta- og menningarmálaráðuneyti. (2011). *Aðalnámskrá grunnskóla: Almennur hluti*. Reykjavík.
- Nams.is. (2015). Stærðfræðiverkefni. Sótt af <http://vefir.nams.is/staerdfraediverkefni>
- O'Connell, S. (2005). *Now I get it*. Portsmouth: Heinemann.
- Ólafur Páll Jónsson. (2010). Hugsun, reynsla og lýðræði. Í Jóhanna Einarsdóttir og Ólafur Páll Jónsson (ritstj.), *John Dewey í hugsun og verki: Menntun, reynsla og lýðræði*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Pound og Lee. (2011). *Teaching Mathematics Creatively*. London og New York: Routledge.
- Robinson. (2001). *Out of our minds: Learning to be creative*. Oxford, New York: Capstone Publishing.
- Sprotasjóður. (2015). Sprotasjóður. Sótt af <http://www.sprotasjodur.is/is>

- Svangborg Rannveig Jónsdóttir. (2011). *The location of innovation education in Icelandic compulsory schools*. Háskóli Íslands, Reykjavík. Sótt af <http://hdl.handle.net/1946/10748>
- Valborg Sigurðardóttir. (1992). Leikurinn-, sjálfstjórning og sjálfsnám. Í Hrafnhildur Sigurðardóttir, Selma Dóra Þorsteinsdóttir og Svanhvít Skúladóttir (ritstj.), *Leikur og leikgleði. Afmælisrit helgað Valborgu Sigurðardóttur*. Reykjavík: Fóstrufélag Íslands.
- Vaughn, Boss og Schumm. (2014). *Teching students who are exceptional, diverse, and at risk in the general education classroom* (6 útgáfa). Boston: Pearson.

## Heimildaskrá-myndir

Mynd 1: Inga Sigurðardóttir og Þórunn Jónasdóttir. (2012). Stærðfræðiþema: Stærðfræði er skemmtileg - viðhorf grunnur að velgengni. Sótt af <http://skolathroun.is/?pageid=95>

Mynd 2: Inga Sigurðardóttir og Þórunn Jónasdóttir. (2012). Stærðfræðiþema: Stærðfræði er skemmtileg - viðhorf grunnur að velgengni. Sótt af <http://skolathroun.is/?pageid=95>

Mynd 2 : Námsgagnastofnun. (ed). Sótt af :

<http://vefir.nams.is/staerdfraediverkefni/ppt/margfoldunarskifur.pdf>

Mynd 3: Inga Sigurðardóttir og Þórunn Jónasdóttir. (2012). Stærðfræðiþema: Stærðfræði er skemmtileg - viðhorf grunnur að velgengni. Sótt af <http://skolathroun.is/?pageid=95>

Mynd 4: Inga Sigurðardóttir og Þórunn Jónasdóttir. (2012). Stærðfræðiþema: Stærðfræði er skemmtileg - viðhorf grunnur að velgengni. Sótt af <http://skolathroun.is/?pageid=95>