

**Háskólinn á Akureyri
Hug- og félagsvísindadeild
Kennaraskor
Grunnskólabraut
2009**

**Stærðfræðinám sem efling á skilningi og vakning á
sjálfstæðri hugsun**

**Þjóðbjörg Gunnarsdóttir
Lokaverkefni**

**Háskólinn á Akureyri
Hug- og félagsvísindadeild
Kennaraskor
Grunnskólabraut
2009**

**Stærðfræðinám sem efling á skilningi og vakning á
sjálfstæðri hugsun**

**Þjóðbjörg Gunnarsdóttir
Leiðsögukenndari: Guðmundur Engilbertsson
Lokaverkefni til 180 eininga B.Ed.-prófs**

Yfirlýsingar

„Ég lýsi því hér með yfir að ég ein er höfundur þessa verkefnis og að það er ágóði eigin rannsókna“

Þjóðbjörg Gunnarsdóttir

„Það staðfestist hér með að lokaverkefni þetta fullnægir að mínum dómi kröfum til B.Ed.-prófs í kennaradeild“

Guðmundur Engilbertsson

Útdráttur

Verkefnið er unnið sem lokaverkefni til B.Ed.-prófs við Háskólann á Akureyri vorið 2009. Í verkefninu er leitast við að svara spurningunni hvort að hægt sé að flétta námskenningarnar atferliskenningu og hugsmíðikenningu saman til að skapa árangursríkt nám nemenda í stærðfræði á unglingastigi.

Sú kenning sem mest hefur mótað starf í grunnskólum er atferliskenningin en áherslur hennar eru að allt nám sé kennaramiðað og kennarinn yfirfærir þekkingu yfir til nemenda eftir fyrirfram ákveðnum leiðum. Mikil áhersla er lögð á þjálfun nemenda í ákveðnum viðfangsefnum og utanbókarlærdóm. Út frá atferlisstefnunni hefur komið fram huglæg atferlisstefna og með sjónarmiðum hennar hafa atferlissinnar nálgast hugmyndafræði hugsmíðikenningarinnar því samkvæmt áherslum hennar eru nemendur settir í stjórn á námi sínu og hafa eitthvað um það að segja. Nemendum er hjálpað við að setja sér markmið varðandi hegðun og nám, þeir eru ábyrgir fyrir að vakta og skrá hegðun sína og stjórna verðlaunum þegar þeim hefur tekist að ná þeim markmiðum sem sett voru í upphafi. Aukist hefur að unnið sé eftir áherslum hugsmíðikenningar í grunnskólum og hefur kennsla eftir sjónarmiðum hennar aukist mikið. Sjónarmið hugsmíðikenningarinnar gera ráð fyrir að nemendur byggji sjálfir upp þekkingu sína á fyrri þekkingu eða reynslu en yfirfæri hana ekki frá öðrum. Nemendur hafa þann möguleika að velja sér viðfangsefni þar sem lausnin liggur ekki fyrir og þurfa því að vinna að lausn eftir leiðum sem þeir velja sjálfir.

Þegar aðalnámskrá grunnskóla í stærðfræði er skoðuð eru þar markmið sem bæði eru í anda atferlis- og hugsmíðikenningarinnar. Stærðfræðihluti aðalnámskrár grunnskóla 2007 leggur áherslu á að hægt sé að þjálfra leikni í að takast á við viðfangsefni þar sem lausnir liggja ekki í augum uppi og leit að lausnum krefst bæði hugkvæmni, rökvísi og færni. Saman við þessa þætti fléttast samvinna nemenda og tjáskipti þeirra á milli. Einnig kemur fram að yfirfærsla stærðfræðináms gerist ekki af sjálfu sér, heldur þurfa nemendur að fá æfingu í að setja kunnáttu sína í samband við kunnuglega hluti og hugtök og beita henni við fjölbreytileg verkefni¹. Í raun má segja að kennarinn þurfi að flétta saman atferlis- og hugsmíðikenninguna í stærðfræðikennslu sinni til að svara markmiðum aðalnámskrár grunnskóla og er það vel mögulegt því margvíslegar kennslu- og námsmatsaðferðir eru til í anda kenninganna. Það er mat höfundar að kennari sem notar sjónarmið þessara kenninga í kennslu sinni auki líkurnar á að nemendur fái árangursríka og ánægjulega stærðfræðikennslu sem hámarkar árangur þeirra.

¹ Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði 2007: 6

Abstract

This essay is the result of a final dissertation done as part of B.Ed. studies at the University of Akureyri. The essay addresses the question: Is it possible to intertwine the learning theories behaviourism and constructivism to create effective study in senior stages in mathematics.

Teaching which has been influenced by behaviourism can be seen in all schools and it emphasizes on teacher controlled explanations in well established teaching. The teaching emphasizes on students exercises in particular subjects and rote learning. Behaviourism has recently shown signs of change with programs that commonly combine cognitive self-management strategies with targeting of specific behaviors. One of such programs is cognitive behaviour theory. It requires that students take more responsibility of their own learning by setting their own goals, monitoring and assessing their behaviour and administering their own rewards if they reach their goals. Constructivism believe that learners create their own understanding of the topics they study and teaching influenced by it is widely used in schools today. Constructivism is a view of learning in which learners use their own experiences to create understanding that makes sense to them rather than having the understanding delivered to them in already organized forms. Students have the possibility to choose their own subjects where the conclusions is not known and they have to find it themselves.

In the curriculum in mathematics are goals influenced both by behaviourism and constructivism. It place emphasis on students being trained to deal with subjects where the conclusion isn't obvious and the search for the conclusion demands both imagination and logical thinking and skills. The students are also ment to cooperate and communicate with each other. The curriculum emphasize on that mathematic learning can't be delivered to students instead they should get exercise in linking their skills to familiar elements and concepts and use it in varied assignments. The teacher has to enlance behaviourism and constructivism in teaching mathematics to respond to the goals in the curriculum and it is possible because many methods of teaching are influenced by these theories. A teacher that is in teaching influenced by both theories increases the probability of successful and satisfying mathematic teaching and maximizes his students capability to learn.

Efnisyfirlit

1. Inngangur	2
2. Stærðfræði og stærðfræðinám	4
3. Fræðilegar kenningar	7
3.1 Hugsmíðikenningin	7
3.2 Atferliskenningin.....	11
3.3 Stærðfræðikennsla í anda hugsmíði- og atferlisstefnu	13
3.4 Stærðfræðikennsla í anda hugrænnar atferlisstefnu	16
4. Kennsluaðferðir.....	20
4.1 Leitaraðferð	21
4.2 Stýrð kennsla.....	26
4.3 Samvinnunám.....	27
4.4 Skriflegar æfingar undir leiðsögn kennara	33
5. Námsmat	34
5.1 Frammistöðumat.....	38
5.2 Sjálfsmat og jafningjamat.....	39
5.3 Ferilmöppur	40
5.4 Skriflegar kannanir.....	42
6. Samantekt og umræða	44
7. Lokaorð	51
8. Heimildaskrá.....	53

1. Inngangur

Sú kenning sem unnið hefur verið eftir hvað lengst í grunnskólum landsins er atferliskenningin en áherslur hennar eru þær að allt nám í skólastofunni sé kennaramiðað. Það þýðir að kennarinn yfirfærir þekkingu til nemenda eftir fyrirfram ákveðnum leiðum. Öll kennsla er vel skipulögð og mikil áhersla lögð á endurtekna þjálfun og utanbókarlærdóm.

Breytingar hafa orðið á sjónarmiðum atferlisstefnunnar og hafa þær fengið nafnið hugræn atferlisstefna. Með þessum breytingum hafa atferlissinnar nálgast hugmyndir hugsmíðikenningarinnar því þegar unnið er samkvæmt henni stjórna nemendur námi sínu og hafa eitthvað um það að segja. Hugræn atferlisstefna hefur reynst vel þegar unnið er með nemendur sem eiga við hegðunarvanda að stríða og í kjölfarið námsörðugleika. Nemendum er hjálpað við að setja sér markmið varðandi nám sitt, vakta og skrá hjá sér hegðun sína og stjórna verðlaunum sínum þegar vel tekst til.

Undanfarið hefur hugsmíðikenningin rutt sér til rúms í kennslu í grunnskólum og aukin áhersla lögð á að vinna eftir sjónarmiðum hennar. Þegar unnið er í anda hugsmíðikenningarinnar er meginreglan sú að nemendur byggja sjálfir upp þekkingu sína en yfirfæra hana ekki frá öðrum. Nemendur fá möguleika á að velja sér viðfangsefni þar sem lausnir liggja ekki í augum uppi, heldur þurfa þeir að vinna að lausn þeirra eftir leiðum sem þeir ákveða sjálfir.

Margvíslegar kennslu- og námsmatsaðferðir tengjast sjónarmiðum kenninganna og er mikilvægt að kennarinn velji þær aðferðir sem henta hverjum nemendahóp hverju sinni. Í ritgerð þessari verður leitast við að svara þeirri spurningu hvort að mögulegt er að flétta námskenningarnar atferlis- og hugsmíðikenningu saman til að auka líkurnar á árangursríku námi nemenda í stærðfræði á unglingsáttum.

Í fyrsta kafla kynni ég þau viðfangsefni sem tekin eru fyrir í ritgerðinni. Í öðrum kafla er fjallað um stærðfræði og stærðfræðikennslu á unglingsáttum undanfarna áratugi og þeim áherslubreytingum sem orðið hafa á henni með tilkomu aðalnámskráa árið 1999 og nýju námsefni í stærðfræði sem út kom á sama tíma. Í þriðja kafla er ítarleg umfjöllun um fræðilegu námskenningarnar hugsmíðikenningu, atferliskenningu og hugræna atferliskenningu, sjónarmiðum þeirra lýst og kennsla í anda þeirra útskýrð. Kenningarnar eru tengdar stærðfræðikennslu og rætt um hvernig hægt er að nota þær til að kennslan verði árangursrík. Í fjórða kafla eru fræðilegar samantektir á þeim kennsluáðferðum sem tengjast atferlis- og hugsmíðikenningunni og þeim gerð skil. Í fimmta kafla eru þær námsmatsaðferðir sem henta

kennsluáðferðunum skilgreindar og þær tengdar atferlis- og hugsmíðikenningunni. Í sjötta kafla er umræða og samantekt þar sem farið er í gegnum efni ritgerðarinnar og það ígrundað. Í sjöunda og síðasta kaflanum verður efni ritgerðarinnar tekið saman og leitast við að svara þeirri spurningu sem sett var fram í upphafi hennar.

2. Stærðfræði og stærðfræðinám

Námsgreinin stærðfræði vegur þungt í námi nemenda á unglingastigi grunnskóla. Nemendur í 8.–10. bekk eiga samkvæmt *Lögum um grunnskóla* að vera 1480 mínútur, eða 37 kennslustundir, í skólanum á viku². Í viðmiðunarstundaskrá koma fram þeir lágmarkstímar sem nemendur eiga að stunda nám, í hverju fagi, samkvæmt *Lögum um grunnskóla*. Þar kemur fram að nemendur í 8.–10. bekk eigi að vera minnst 200 mínútur, eða 5 kennslustundir á viku af þessum 1480, í stærðfræði³. Stærðfræði og íslenska eru einu fögin á viðmiðunarstundaskrá með þetta margar kennslustundir og því má segja að stærðfræðin sé önnur aðalgreinin í grunnskólanum.

Í stærðfræðihluta aðalnámskrár grunnskóla 2007 kemur fram að lágmarkskunnátta í stærðfræði sé hverjum manni nauðsynleg til að geta tekist á við daglegt líf og starf. Þar kemur einnig fram að stærðfræðin sé undirstaða margra greina hugvísinda og gagnleg stoðgrein t.d. félagsvísinda og málfræði. Stærðfræðina má þar að auki skoða m.t.t. lista en hún hefur komið við sögu lista eins og tónlistar, byggingalistar og myndlistar í gegnum tíðina⁴. Á þessu má sjá að stærðfræðin er mikilvægur grunnur, hvort sem er undir hin ýmsu störf eða nám eftir grunnskóla.

Þegar aðalnámskrá grunnskóla 1999 er borin saman við eldri námskrár koma fram nýjar áherslur í námi og kennslu. Þetta á einnig við námskrána í stærðfræði⁵. Engar afgerandi breytingar hafa hins vegar verið gerðar í nýju námskránni 2007. Áherslur og hugmyndafræði eru að mestu leyti þær sömu og í námsskránni 1999. Segja má að einu meginbreytingarnar séu þær að markmiðum er skipt í þrjá flokka, loka-, áfanga- og þrepamarkmið í námskránni 1999 en aðeins í tvo flokka, loka- og áfangamarkmið í námskránni 2007.

Í námsskránni 1999 er byggt á öðrum grunni en áður hvað varðar hugmyndafræði. Þær hugmyndir og nýjungar sem þar koma fram kalla á áherslubreytingar á kennsluháttum og ný viðhorf til náms nemenda⁶. Eftir útgáfu námskráarinnar hefur nýtt námsefni í stærðfræði verið gefið út og það kallar einnig eftir breytingum í hugsun og kennsluháttum⁷.

Þegar hugmyndir um stærðfræðikennslu fyrri ára eru skoðaðar, kemur í ljós að áður var hlutverk kennarans eingöngu að útskýra reglur, aðferðir og formúlur fyrir nemendum. Aðeins var

² *Lög um grunnskóla* 2008: 10

³ *Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti* 2007: 13–14

⁴ *Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði* 2007: 5

⁵ *Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði* 1999: 5–15

⁶ *Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti* 1999: 8–49

⁷ Þóra Rósa Geirsdóttir 2005: 8

kennd ein möguleg lausn sem nemendur áttu að nota við lausn verkefnanna. Aðaláherslan var lögð á skriflegar æfingar þar sem nemendur unnu æfingar úr því viðfangsefni sem tekið var fyrir hverju sinni. Allir nemendur reiknuðu sömu dæmin, hvort sem þeir höfðu forsendur til þess eða ekki. Ekkert tillit var tekið til misjafnra forsenda nemenda til náms, heldur voru allir á sama stað í námsefninu. Þær bækur sem helst voru notaðar á þessum tíma voru bækurnar *Almenn stærðfræði I, II og III*. Bækurnar eru þýddar úr sænsku og lagaðar að íslenskum aðstæðum af stærðfræðikennurunum Hildigunni Halldórsdóttur og Sverri Einarssyni. Bækurnar grundvallast á því að hver kafli hefur að geyma einfaldar og stuttar útskýringar á nýjum hugtökum og aðferðum. Eftir útskýringarnar eru sýnidæmi sem sýna aðferðir sem nota má til að leysa þau og þar á eftir koma misþung dæmi fyrir nemendur að leysa. Í lok hvers viðfangsefnis eru sjálfspróf með sambærilegum dæmum og nemendur leystu í kaflanum⁸. Nemendur vinna verkefni eftir fyrirfram ákveðnum leiðum og hafa ekkert val um mögulegar lausnir. Bækurnar krefjast í raun engrar sjálfstæðrar hugsunar hjá nemendum heldur eiga þeir að ná að tileinka sér viðfangsefnið með því að leysa sem flest dæmi. Segja má að bækurnar séu í anda atferlisstefnunnar, þar sem mikið er lagt upp úr endurtekinni þjálfun og nemendum eru sýndar reglur og aðferðir við lausn dæma. Nemendur eiga ekki að uppgötva mögulegar lausnir heldur er þeim sýnd ein leið að lausn og hana eiga þeir að tileinka sér.

Eftir útgáfu námskránnar 1999 hefur orðið breyting á áherslum í stærðfræðikennslu. Nú er litið á stærðfræðina sem tæki til að skoða, uppgötva, túlka, og leita nýrra leiða. Gert er ráð fyrir að nemendur tileinki sér rannsóknarviðhorf til stærðfræðinnar og læri að skapa sér sína eigin þekkingu á þeim grunni⁹. Einstaklingsmiðað nám hefur rutt sér til rúms og nú fá nemendur verkefni miðuð að þeirra forsendum til náms. Nemendur eiga að finna margvíslegar leiðir að lausnum og engin ein leið er réttari en önnur. Í stærðfræðikennslu eru notaðar fjölbreyttar kennsluáðferðir til að nemendur nái að tileinka sér viðfangsefnið og því er mikilvægt að kennarar séu opnir fyrir þeim margvíslegu aðferðum sem í boði eru.

Það námsefni sem gefið var út, á unglingsstigi, eftir breytingar á námskránni voru bækurnar *8-tíu*. Höfundar bókanna eru Guðbjörg Pálsdóttir og Guðný Helga Gunnarsdóttir. Guðbjörg Pálsdóttir er lektor við Menntavísindasvið Háskóla Íslands og er stærðfræði og stærðfræðimenntun hennar sérgrein. Guðný Helga er einnig lektor við Menntavísindasvið

⁸ Björk, Björkstén, Brolin, Ernstam og Ljungström 1996: 3

⁹ Birna H. Bjarnadóttir og Guðrún Angantýsdóttir 2003: 117

Háskólans með sömu sérgrein. Þær stunda báðar kennslu og eru með námskeið fyrir kennara í greininni, um stærðfræðikennslu og námsefni, víðs vegar um landið¹⁰.

Tilgangur bókanna er að hjálpa nemendum að temja sér vinnubrögð stærðfræðinnar eins og að rannsaka, leita að samhengi, finna mögulegar lausnir og rökstyðja þær¹¹. Bækurnar *8-tíu* eru sjálfstætt framhald af bókunum *Eining* og *Geisli* og er miðað við að nemendur hafi kynnst því vinnulagi að stærðfræðinámi feli í sér að rannsaka, ræða, túlka, vinna hlutbundið, skrá og leysa þrautir¹². Í námsefninu *8-tíu* er kennurum bent á leiðir til að byggja upp nám í anda hugsmíðihyggjunnar. Þar er áhersla lögð á að skapa stærðfræðilegt námsumhverfi og leggja fyrir merkingabær og verðug viðfangsefni. Kennarinn á að stuðla að hópvinnu eða samvirku námi, þar sem það hvetur til umræðna. Með því að nota fjölbreyttar leiðir í kennslu hjálpar kennarinn nemendum að þróa hugsun, skilning og að mynda tengsl á milli hugtaks og tákmyndar. Auk þess hjálpa leiðirnar kennaranum að meta hvað nemendur hafa náð að tileinka sér¹³.

¹⁰ <http://www.khi.is/?q=simaskra/>

¹¹ Guðbjörg Pálsdóttir og Guðný Helga Gunnarsdóttir 2006: 4

¹² Guðbjörg Pálsdóttir og Guðný Helga Gunnarsdóttir 2005: 11

¹³ Birna H. Bjarnadóttir og Guðrún Angantýsdóttir 2003: 120

3. Fræðilegar kenningar

Hugsmíði- og atferlishyggja höfðu mikil áhrif á náms- og kennslufræði á síðustu öld og hafa hugmyndirnar sett mark sitt á hugmyndir um stærðfræðináms og kennslu. Þess vegna er mikilvægt að kennarar átti sig á einkennum hverrar kenningar og þeim möguleikum og takmörkunum sem þær bjóða upp á¹⁴. Segja má að áherslur kenninganna séu ólíkar og til að tryggja fjölbreyttar kennsluaðferðir og nálgun á viðfangsefni er gott að nota þessar áherslur jöfnum höndum.

3.1 Hugsmíðikenningin

Mikil vakning hefur orðið í nútíma skólastarfi, um að þekking verði ekki flutt frá einum til annars, heldur byggir hver einstaklingur sér nýja þekkingu á grunni fyrri þekkingar. Þessi hugsun er í anda hugsmíðikenningarinnar. Síðasta áratuginn hefur skapast allmikil umræða um gildi þess að leggja áherslu á að nám geti ekki verið aðskilið reynslu og framkvæmd. Til þess að nemandinn nái að tileinka sér þekkingu verði hann að vera þátttakandi í ferlinu við að skilja, vita og geta¹⁵. Hugsmíðikenningin (constructivism) á m.a. rætur að rekja til hugmyndafræði Piagets, Deweys og Vygotskys.

Samkvæmt hugsmíðinni verða nemendur að hafa skilning á viðfangsefnum eða efnispáttum til að geta aflað sér þekkingar á þeim. Því getur öflun þekkingar ekki verið aðskilin ferlinu að skilja. Hugsmíði er lýst með ýmsum hætti. Henni er lýst sem heimspeki, vitsmunastöðu og kennslufræðilegri afstöðu sem oft ræður t.d. ríkjum í stærðfræði- og raungreinakennslu¹⁶. Flestir fylgjendur hugsmíðihyggjunnar eru sammála um að einkenni hennar séu eftirfarandi:

Nemendur byggja upp skilning sinn

Ný þekking byggir á núverandi skilningi

Nám er auðveldað með félagslegum samskiptum

Þýðingamikið nám á sér stað með raunverulegum viðfangsefnum

Mynd 1. Einkenni hugsmíðikenningarinnar¹⁷

¹⁴ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 18

¹⁵ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 15–16

¹⁶ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 16

¹⁷ Eggen og Kauchak 2003: 231

Þegar einkennin eru dregin saman er grundvallarreglan sú að nemendur byggja sjálfir upp þekkingu sína en yfirfæra hana ekki frá öðrum¹⁸. Innan hugsmíðinnar eru þó mismunandi sjónarmið á hvernig uppbygging þekkingar á sér stað. Tvö meginsjónarmið ráða þar ríkjum en þau eru hugræn og félagsleg hugsmíðihyggja. Hugræn hugsmíðihyggja (cognitive constructivism) er að mestu leyti byggð á kenningum Piagets um hið innra nám. Hann álítur að hugur manna hafi meðfædda formgerð sem myndar svokölluð skema (schemes) í huganum. Piaget segir að þegar börn upplifa nýja reynslu aðlaga þau hana að sinni eigin hugsun um reynsluna og samlaga sjónarmið sín af upplifun sinni á reynslunni. Aðlögun (adaptation) er þegar barnið upplifir nýja reynslu og reynir að staðsetja upplýsingarnar um hana í skema sem fyrir er í huga þess. Það gengur ekki alltaf upp og þá þarf barnið annað hvort að búa til nýtt skema eða breyta skemanu sem er nú þegar til staðar til að nýju upplýsingarnar passi þar inn. Samlögun (assimilation) er aftur á móti það vitræna ferli sem börn eða fullorðnir nota til að meta nýja reynslu eða upplýsingar og hvort það passi inn í þau skemu sem fyrir eru í huga þess. Jafnvægi (equilibrium) þarf að vera á milli samlögunar og aðlögunar til þess að merkingarbært nám fari fram. Oft verður ójafnvægi í huganum meðan nemendur tileinka sér ný viðfangsefni og átta sig á þeim en að lokum næst jafnvægi. Piaget vildi að kennarar veldu og kæmu fram með viðfangsefni sem byggðu á fyrri þekkingu nemenda og kæmu á nægu ójafnvægi í hugum þeirra til að örva þá. Ekki má þó ofbjóða nemendum heldur á að velja viðfangsefni sem þeir geta ráðið við á eigin forsendum¹⁹. Innan hugrænnar hugsmíðihyggju skapa nemendur sér þekkingu sína einstaklingslega en ekki í samvinnu við aðra²⁰. Vygotsky og Dewey koma fram með kenningu um félagslega hugsmíðihyggju (social constructivism). Hún gengur út á að þekking sé fyrst byggð upp við félagslegar aðstæður og yfirfærast síðan á einstaklinginn. Með félagslegum samskiptum deila nemendur hugmyndum sínum, rökræða og endurskoða þær, þeir byggja upp skilning saman sem ekki er mögulegt að byggja upp einstaklingslega. Nemendur komast að sameiginlegri niðurstöðu út frá samskiptum sín á milli²¹.

Þó að sjónarmið á nám í hugrænni- og félagslegri hugsmíði séu ólík eru þau ekki ósamrýmanleg. Með hugræna sjónarmiðinu er gildi samvinnu í hóp ekki afneitað og með félagslegu aðferðinni er heldur ekki neitað gildi þess að vinna einstaklingslega að lausn

¹⁸ Eggen og Kauchak 2003: 231

¹⁹ Eggen og Kauchak 2004: 38–39

²⁰ Biehler og Snowman 2006: 312

²¹ Eggen og Kauchak 2004: 281–282

viðfangsefna, t.d. þá æfa þeir sem eru í hljómsveit bæði einir og í hóp. Sum viðfangsefni er auðveldara að læra einstaklingslega og önnur í hóp. Með báðum sjónarhornum er lögð áhersla á að nám sé virkt ferli sem er nemendamiðað, þannig að með hjálp kennarans velja nemendur og umbreyta upplýsingum, byggja tilgátur og taka ákvarðanir²².

Þegar börn ná valdi á einhverju, með aðstoð þroskaðri einstaklings sem þau hefðu ekki náð valdi á upp á eigin spýtur kallar Vygotsky það nám á svæði hins mögulega þroska²³. Svæði hins mögulega þroska er svæðið milli þess þroska- eða getustigs sem nemandinn getur náð af eigin rammleik og þess þroska- og getustigs sem honum er mögulegt að ná með aðstoð annarra fullorðinna eða getumeiri nemenda. Það sem nemandi nær að tileinka sér með slíkri aðstoð er samkvæmt Vygotsky marktækari vísbending um raunverulega hæfileika hans en það sem hann getur einn og óstuddur. Efri mörk hins mögulega þroska færast stöðugt til eftir því sem þekking og færni nemanda eykst. Verkefni sem hann vinnur með aðstoð í dag nær hann að gera hjálparlaust á morgun. Þannig færist nemandinn inn á nýtt þroskasvæði og getur enn aukið við þekkingu sína²⁴. Verkefni sem eru fyrir neðan svæði hins mögulega þroska getur nemandinn unnið án aðstoðar en bætir ekkert við þekkingu sína með því að vinna þau. Nemandinn nær ekki að skilja verkefni sem eru fyrir ofan svæði hins mögulega þroska þrátt fyrir að fá aðstoð við þau. Ef nemanda eru fengin slík verkefni geta þau valdið vanmáttarkennd og reiði²⁵. Stuðningur sem gerir nemanda kleift að leysa verkefni sem hann hefði ekki getað óstuddur kallar Vygotsky vinnupalla (e. scaffolds). Vinnupallarnir veita nemandanum þá stoð sem hann þarf til að komast lengra inn á svæði hins mögulega þroska og gerir honum mögulegt að vinna verkefni sem annars væri honum ómögulegt²⁶. Þegar slík stoð er veitt kemur stuðningurinn frá einhverjum sem hefur náð betri tókum á viðfangsefninu en nemandinn sjálfur, t.d. kennarinn eða reyndari samnemandi. Vinnupallarnir eru til að veita nemanda stuðning en ekki til að létta af honum verkið. Nemandinn byggir ekki ofan á þekkingu sína ef einhver annar vinnur verkefnin fyrir hann og þess vegna þarf að gæta þess að nemandi fái aðeins aðstoð þegar hann nær ekki að leysa verkefni óstuddur²⁷.

Mikilvægt er að kennarinn aðstoði nemendur sína í að byggja upp kunnáttu sína frekar en að hann færi þekkingu sína yfir á nemendur. Kjarni hugsmíðikenningarinnar er að nemendur

²² Biehler og Snowman 2006: 313

²³ Eggen og Kauchak 2004: 59

²⁴ Rúnar Sigþórsson 2003b: 4–5

²⁵ Eggen og Kauchak 2004: 59

²⁶ Rúnar Sigþórsson 2003b: 4–5

²⁷ Eggen og Kauchak 2004: 60–61

skapi sína eigin persónulega skoðun byggða á fyrri reynslu. Þess vegna er mikilvægt að kennarinn rifji upp efni sem unnið var með í kennslustundinni á undan áður en haldið er áfram í næstu kennslustund. Með því ná nemendur að tengja þá þekkingu sem þeir öfluðu sér áður við nýja þekkingu. Það skýrir einnig hvers vegna sumir nemendur eiga auðveldara með að tileinka sér nýja þekkingu en aðrir, þeir hafa fyrri þekkingu til að byggja á. Það varpar ljósi á hvers vegna spurningar kennara varðandi fyrra nám nemenda eru grundvallaratriði. Það er til þess að kennarinn geti metið fyrri þekkingu þeirra og byggt á henni²⁸. Sem dæmi um þetta má nefna þegar kennarinn kennir nemendum samlagningu brota, þá spyr hann nemendur hvernig á að gera brot samnefnd. Ef nemendur geta svarað því er hægt að byggja á þeirri þekkingu og kenna þeim samlagningu brota á þeim grunni en ef ekki þá þarf fyrst að kenna þeim að gera brot samnefnd áður en farið er í samlagningu. Með spurningunni kannar kennarinn bakgrunnsþekkingu nemenda og sér hvort og hvernig raunhæft er að halda áfram.

Kennari sem byggir kennslu sína á hugsmíðikenningunni leggur áherslu á skapa nemendum styðjandi námsaðstæður, spyrja þá spurninga sem vekja áhuga þeirra á viðfangsefninu, tengja viðfangsefnið við raunveruleikann í umhverfinu, örva nemendur í gagnrýninni hugsun og vekja forvitni þeirra til að spyrja nýrra spurninga. Með þessu er kennarinn að byggja vinnupalla fyrir nemendur til að aðstoða þá við að byggja upp þekkingu sína.

Kennsla sem byggir á kenningunni er undirbúin þannig að nemendur fái tækifæri á að velja sér viðfangsefni, viðfangsefnin hafi einhvern tilgang og merkingu, vekji áhuga nemenda, byggi á rökhugsun þeirra og að innri áhugahvöt nemenda sé þar fremst í flokki. Með innri áhugahvöt er átt við að nemendur finna þörf hjá sér sjálfum til að vinna að viðfangsefnum og standa sig vel. Þegar unnið er eftir þessari kenningu eru nemendur undirbúnir og þjálfaðir til að verða virkir þátttakendur við úrlausnir þeirra viðfangsefna sem þeir fá í hendur²⁹.

Þegar aðalnámskrá grunnskóla í stærðfræði 2007 er skoðuð kemur í ljós að þar gætir áhrifa hugsmíðikenningarinnar. Nemendur eiga að fá tækifæri á að vinna, einir og með öðrum, að raunhæfum verkefnum sem fela í sér athuganir, stærðfræðilega úrvinnslu og túlkun niðurstaðna. Lögð er áhersla á að nemendur fái viðfangsefni sem hafa merkingu í huga þeirra og

²⁸ Eggen og Kauchak 2003: 233

²⁹ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 16

gæta þarf tengingar við fyrri reynslu þegar unnið er með ný hugtök og aðferðir³⁰. Þessi hugsun er sambærileg hugmyndum þeirra sem aðhyllast hugsmíðikenninguna þ.e. námið á að vera ferli þar sem nemendur byggja ný viðfangsefni á grunni fyrri þekkingar.

3.2 Atferliskenningin

Atferliskenningin er sú kenning sem einna mest hefur mótað skólastarf í grunnskólum landsins undanfarna áratugi. Kennsluaðferðir sem byggja á kenningunni hafa verið mikið notaðar í grunnskólum frá upphafi og verið leiðandi í námi grunnskólanemenda. Þessar kennsluaðferðir hafa verið þróaðar og náms- og kennsluefni útbúið³¹. Atferliskenningin er meðal annars byggð á kenningum Skinners. Skinner er þekktur fyrir rannsóknir sínar á virkri skilyrðingu og nýtingu hennar við mótun hegðunar og náms³². Þegar virk skilyrðing á sér stað eykst eða viðhelst tíðni ákveðinnar hegðunar ef einstaklingurinn fær styrkingu í kjölfar hennar, en minnkar ef einstaklingurinn fær refsingu í kjölfar hennar. Styrking getur bæði verið jákvæð og neikvæð. Þegar nemandi sýnir æskilega hegðun og fær jákvæða styrkingu í kjölfarið t.d. verðlaun eða hrós aukast líkurnar á því að hegðunin endurtaki sig. Einnig er hægt að nota neikvæða styrkingu t.d. að hætta við próf eða gefa meiri tíma til að vinna verkefni, til að auka líkurnar á æskilegri hegðun. Ef nemandi fær refsingu í kjölfar hegðunar, t.d. skammir, minnkar það líkurnar á að hegðunin endurtaki sig. Ekki er þó mælt með refsingum í skólastarfinu, heldur eiga kennarar frekar að reyna að auka jákvæða hegðun með hrósi og umbun³³.

Skinner álitur að hegðun sé keðja þriggja hlekkja, þar sem hlekkirnir hafa áhrif hver á annan. Fyrsti hlekkurinn er hegðun sem kemur fram vegna líffræðilegra orsaka eins og þegar nemandi hefur ekki borðað morgunmat. Annar hlekkurinn er hegðun sem kemur fram vegna innra ástands t.d. þegar nemandi verður svangur, þreyttur eða leiður í kennslustund. Sá þriðji er hegðun nemanda sem tengist náminu t.d. ef nemandi er áhugalaus um það viðfangsefni sem fram fer í kennslustofunni. Að mati Skinners er alltaf einhver orsök fyrir hegðun nemandans og yfirleitt verður hegðunin vegna innri orsaka sem eru innan þessara þriggja hlekkja³⁴.

Þegar unnið er eftir atferliskenningunni er öll kennsla vel skipulögð og mikið lagt upp úr endurtekinni þjálfun og utanbókarlærdómi. Þegar kennari byggir á atferliskenningunni leggur

³⁰ *Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði* 2007: 33

³¹ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 17

³² Elliott, Kratochwill, Littlefield og Travers 1996: 205

³³ Eggen og Kauchak 2004: 201–205

³⁴ Elliott, Kratochwill, Littlefield og Travers 1996: 205

hann áherslu á ábyrgð sína á námi nemenda og námsárangri, hann kennir viðfangsefni í fyrirfram ákveðinni röð þar sem þau atriði sem tekin eru fyrir byggja á fyrri kennslu, hann notar virka skilyrðingu sem hvatningu við nám nemenda og fyrir honum er lykilatriði að nám hafi farið fram. Kennsla sem byggir á kenningunni fylgir nákvæmum markmiðum og námið og val á viðfangsefnum er sett fram í smáatriðum á skýran máta. Kennslan gengur út á að nemendur fái markvissa þjálfun í viðfangsefnum þar sem efnið er kennt í rökréttri röð eftir línulegu ferli. Framvinda kennslunnar er ákveðin af kennurum eða fræðsluyfirvöldum án þess að nemendur hafi nokkuð um hana að segja. Námsefnið er fyrirfram ákveðið og kemur fram í námskrá, skólanámskrá, bekkjarnámskrá og einstaklingsnámskrá. Kennsla byggir á ytri áhugahvöt sem þýðir að nemendur eru hvattir til náms með utanaðkomandi þáttum t.d. umbun og hrósi³⁵. Þegar unnið er samkvæmt atferlisstefnu í stærðfræðikennslu miðlar kennarinn stærðfræðilegum staðreyndum og kennir nemendum ákveðna aðferð við lausn viðfangsefna. Nemendur þjálfast í aðferðinni með endurteknum æfingum og ná að lokum færni í leiðum að lausn viðfangsefnis. Kennslan einkennist af útskýringum þar sem áhersla er lögð á að kynna fyrir nemendum reglur og aðferðir við lausn dæma og gefa þeim sýnidæmi þar sem þessar reglur og aðferðir eru notaðar. Kennarinn athugar lausnir nemenda og verðlaunar þá ef þeir hafa leyst dæmin rétt³⁶.

Skinner áleit að ef kennarar næðu ekki því fram sem þeir ætluðu sér væri það vegna þess að þeir væru að færast frá atferliskenningunni. Til að koma í veg fyrir þann vanda mælti hann með að kennarar færu í auknum mæli eftir henni. Hann setti fram leiðbeiningar fyrir kennara til að þeir næðu því fram sem þeir ætluðu sér í kennslunni, ráðlagði kennurum að einbeita sér að því sem þeir ætluðu að kenna og setja það niður fyrir sig áður en kennslan færi fram. Kennari sem ætlar að kenna samlagningu á ekki að kenna nemendum hugsunina á bak við samlagninguna heldur aðeins þá aðferð sem notuð er við að leggja saman tölur. Hann á kenna viðfangsefnin í réttri röð en ekki reyna að láta nemendur komast að niðurstöðu of fljótt, t.d. ef nemendur eru að leysa jöfnu þá eiga þeir ekki að sjá lausnina út heldur nota þær aðferðir sem þeim eru kenndar við lausn jafna. Skinner ráðlagði kennurum að kenna á einstaklingsgrunni þannig að nemendur leystu viðfangsefnin á sínum hraða. Kennarinn á að hans mati að kenna nemendum meðferð reiknivéla, forrita og tölva til að auðvelda þeim vinnuna. Að lokum sagði Skinner kennara eiga að íhuga vel það námsefni sem þeir ætluðu að kenna því margt námsefni stuðlar aðeins að því að

³⁵ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 17

³⁶ Marlow 1999: 6–7

fá nemendur til að svara því sem ætlast er til af þeim en gerir ekki kröfur um að nemendur komi með eitthvað sem þeim finnst sjálfum.

Skinner sagði að ef kennarar færu eftir þessum atriðum myndu þeir ná því fram sem þeir ætluðu sér³⁷. Atferlissinnar hafa lagt mikið til kennslu og náms nemenda og þegar unnið er eftir sjónarmiðum hennar hefur sá ávinningur náðst að næstum allir nemendur, óháð viðbúnaði, örðugleikum eða skorti, geta lært og hafa þeir því fjarlæggt margar hömlur úr námi nemenda³⁸.

Í stærðfræðihluta aðalnámskrár grunnskóla 2007 er lögð áhersla á þjálfun og færni við úrlausnir. Í markmiðum í stærðfræði við lok grunnskóla kemur fram að nemendur eiga að kynnast skipulegum aðferðum við lausnir verkefna, hafa náð góðri færni í reikningi og kunna að nota reiknivélar, séu færir í prósentureikningi og geri sér grein fyrir undirstöðureglum algebru³⁹. Þetta eru markmið sem eiga vel við hugmyndir atferlisstefnunnar. Með þessu er lögð áhersla á að nemendur hafi tileinkað sér ákveðnar aðferðir við vinnu sína og öðlast þekkingu og færni við hana.

3.3 Stærðfræðikennsla í anda hugsmíði- og atferlisstefnu

Segja má að atferlisstefnan og hugsmíðin séu að mörgu leyti andstæðir pólur í kenningum í námssálfræði. Nýlega hafa þó orðið breytingar á áherslum atferliskenningarinnar og má segja að með þeim sé hún að nálgast hugsmíðina.

Á undanförunum árum hefur hugsmíðikenningin vakið athygli í umræðum um hvernig nemendur læra. Stærðfræðinám byggir á þroska og reynslu nemenda og hentar hugsmíðin því vel í stærðfræðikennslu. Stærðfræðin er safn hugtaka og hlutverk kennarans er að vera verkstjórnandi sem þarf að greina stöðu hvers nemanda í þekkingu á stærðfræði. Nemendur byggja þekkingu sína á fyrri þekkingu og reynslu og því er mikilvægt að gera sér grein fyrir að þessi þekking og reynsla getur verið mjög mismunandi. Nemendur endurmeta fyrri upplifun og reynslu í ferli þekkingarinnar og þannig verður hún alltaf einstaklingsbundin þar sem ný þekking er aðlöguð að því sem nemendur hafa áður náð að tileinka sér. Þekking eins nemanda getur ekki færst yfir til þess næsta, því hver og einn mótur þekkingu sína á áður lærðum atriðum og lagar þau að því umhverfi sem hann býr í⁴⁰.

³⁷ Elliott, Kratochwill, Littlefield og Travers 1996: 232

³⁸ Elliott, Kratochwill, Littlefield og Travers 1996: 230

³⁹ *Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði 2007*: 12–13

⁴⁰ Birna H. Bjarnadóttir og Guðrún Angantýsdóttir 2003: 119

Áherslur atferlisstefnunnar eru annars konar. Áhrif atferlisstefnunnar á kennslu hafa verið mjög mikil því á fyrri hluta aldarinnar var hún grundvöllur kennslufræði sem byggð var á kennaralegum aðferðum, þar sem þekking og hæfni á viðfangsefninu voru í brennidepli. Áhrifin endurspegluðust í ítarlegu kerfi og aðferðum í því hvernig bregðast ætti við jákvæðum undirtektum nemenda. Einnig var lögð mikil áhersla á þjálfun í ákveðnum aðferðum og eru aðferðir sem byggjast á stefnunni útbreiddar og þá sérstaklega við kennslu á kjarnafögum eins og t.d. talnaútreikningi, stafsetningu og ritun⁴¹. Stærðfræðikennsla krefst oft mikillar stjórnunar frá kennara því þegar verið er að kynna nemendum ný viðfangsefni og aðferðir er oft ekki mögulegt fyrir nemendur að átta sig á mögulegum lausnum upp á sitt einsdæmi. Því þarf kennarinn að vera í hlutverki fræðarans. Þegar nemendur hafa náð að tileinka sér ákveðnar aðferðir við lausn viðfangsefna þurfa þeir að fá þjálfun í þeim. Mikilvægt er að kennarinn sé ekki með eina mögulega lausn, heldur komi fram með margvíslegar mögulegar lausnir þegar það á við.

Kennsla byggð á útskýringum ásamt spurningum og svörum kennara og nemenda er mikilvægur hluti kennslufræðilegrar efnisskrár hvers kennara⁴². Þess vegna er kennsla byggð á atferlisstefnunni nauðsynlegur hluti stærðfræðikennslu.

Áherslur kenninganna eru mismunandi. Í töflu 1 má sjá áherslur hugsmíði- og atferliskenningu.

Tafla 1. Áherslur hugsmíða- og atferliskenningu⁴³

Hugsmíðikenningin	Atferliskenningin
➤ Gagnvirk samskipti milli nemenda og kennara í kennslustundinni.	➤ Kennari útskýrir og sýnir nemendum aðferðir
➤ Öll kennsla er nemendamiðuð og nemendur eru virkir og hafa val um nám sitt	➤ Öll kennsla er kennaramiðuð og eru fræðileg gæði námsefnis góð
➤ Viðfangsefnin sem tekin eru fyrir verða merkingabær fyrir nemendur	➤ Öll markmiðssetning er skýr og inntakið ákveðið
➤ Námið byggir á innri hvöt sem þýðir að nemendur finna hvöt hjá sér sjálfum til að vilja tileinka sér viðfangsefnin	➤ Nemendur vinna verkefni sín eftir ytri hvöt sem þýðir að öll þeirra vinna miðast við utanaðkomandi umbun
➤ Nemendur öðlast gagnrýna hugsun og skilning á því sem tekið er fyrir hverju sinni	➤ Nemendur fá markvissa þjálfun í lausnum verkefna
➤ Sjálfsmat nemenda	➤ Nemendur eru metnir af kennaranum

⁴¹ Pollard 2005: 144

⁴² Pollard 2005: 144

⁴³ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 18

Þeir sem hafa fylgt eftir stefnu atferliskennningarinnar hafa verið mjög stöðugir í áherslum sínum. Með nýjum sjónarmiðum varðandi vitsmunasálfræði hafa þeir þó staðið frammi fyrir áskorunum um breytingar. Þeir hafa brugðist við með því að efla og betrubæta aðferðafræði sína og einnig hafa þeir samþykkt varnarorð um að sjónarmið þeirra valdi hömlum í námi. Vegna þessa hafa þeir komið fram með nýjar hugmyndir varðandi vitsmuni, sem byggja þó á grunni atferliskennningarinnar⁴⁴.

Þessar breytingar hafa fengið nafnið hugræn atferlisstefna en hún á að auka ábyrgð nemenda í námsferli sínu og auka sjálfsstjórn þeirra. Aðferðin sameinar hugræna sjálfsstjórnunartækni með það að markmiði að skapa ákveðna hugsun. Skilgreining á hugrænni atferlisstefnu er umbreyting á hegðun sem verður þegar einstaklingurinn nær að umbreyta hugsanaferli sínu. Þessi aðferð er frábrugðin atferlisstefnunni að því leyti að hún leggur áherslu á að nota hugræna vinnslu einstaklingsins til að ná fram breytingu í hegðun. Hugræn atferlisstefna gerir ráð fyrir að nemendur taki aukna ábyrgð á eigin námi með því að setja sér sín eigin markmið, vakta hegðun sína, meta hegðun sína og stjórna eigin verðlaunum. Þessi aðferðafræði virkar mjög vel, ekki síst við að fá áhugalaus nemendur til að vinna í kennslustundum og ná að áorka því sama og samnemendur þeirra⁴⁵. Nemendum bjóðast valkostir sem ganga út á að breyta hegðun þeirra og fá þá til að hugsa á annan hátt um gerðir sínar. Ferlið gengur út á að fá einstaklinginn til að tjá tilfinningar sínar, hugsanir og gjörðir og skipta þeim út fyrir aðrar æskilegri. Þessi aðferð er vinsæl í ráðgjafafraeðum og er oft notuð af sálfræðingum til að stjórna röskun eins og ADHD og átröskunum⁴⁶.

Með þessum nýju sjónarmiðum hafa atferlissinnar nálgast hugmyndir hugsmíðinnar að því leyti að nemendur eru settir í stjórn á námi sínu og hafa eitthvað um það að segja. Nemendur vinna bæði út frá innri áhugahvöt með því að breyta hegðun sinni vegna þess að þeir vilja það sjálfir og einnig ytri áhugahvöt eða verðlaunum eins og hefur einkennt áherslur atferlisstefnunnar. Nemendur setja sér markmið, sem verður til þess að nám þeirra verður merkingarbært fyrir þá og er það einnig viðamikil áhersla í kenningum hugsmíðinnar. Það má því segja að með nýrri nálgun í námssálfræði hafi atferlisstefnan nú nálgast hugsmíðina að mörgu leyti.

⁴⁴ Elliott, Kratochwill, Littlefield og Travers 1996: 230

⁴⁵ Eggen og Kauchak 2004: 221–222

⁴⁶ Child 2007: 462

Í almennum hluta aðalnámskrár grunnskóla 2007 segir að kennsla eigi að beinast að því að hjálpa nemendum að tileinka sér þekkingu og öðlast skilning, móta sér skoðanir og viðhorf og ná leikni og færni á tilteknum sviðum. Kennsluáferðir og vinnubrögð í skólanum eiga að þjóna þeim markmiðum sem stefnt er að hverju sinni. Því má segja að markmið skólastarfs séu fjölbreytileg, allt frá markmiðum sem lúta að afmörkuðum þáttum eins og kunnáttu, leikni og færni og viðhorfum, til markmiða sem varða sjálfstraust, öryggi, frumkvæði, og sjálfstæði í vinnubrögðum⁴⁷. Það má því segja að hér komi fram markmið sem einkenna kennslu byggða á bæði atferlis- og hugsmíðikenningunni. Því er talið að þessar tvær kenningar séu góð blanda til að ná fram þeim markmiðum sem námskráin setur um kennslu og nám í grunnskólum.

3.4 Stærðfræðikennsla í anda hugrænnar atferlisstefnu

Nemendur eru ólíkir og þarfir þeirra eru margbreytilegar. Þessir fjölbreytilegu nemendur mynda bekkjarheild og þarf kennarinn að taka tillit til hvers einstaklings innan hennar⁴⁸. Þegar stærðfræðikennari fær nýjan nemendahóp að hausti þarf hann að taka tillit til ólíkra þarfa nemenda er hann skipuleggur stærðfræðikennslu innan nemendahópsins. Ekki er hægt að ganga að því vísu að allir nemendur hafi jafna getu, sambærilega hegðun eða sama bakgrunn. Þess vegna er mikilvægt að kennarinn sé búinn undir að koma til móts við nemendur sína á fjölbreyttan hátt.

Hugræn atferlisstefna hefur verið notuð með góðum árangri þegar koma þarf til móts við mismunandi bakgrunn og reynslu nemenda. Nemendur eru eins misjafnir og þeir eru margir og er því mikilvægt að kennarinn horfi ekki eingöngu á hegðun þeirra, heldur einnig á hugsun, vitsmuni og þær tilfinningar sem stjórna hegðuninni. Hegðun er oftast ekki einangrað atferli heldur á hún oft rætur sínar í mun dýpri ástæðum⁴⁹. Því þarf kennarinn að komast að rótum hegðunarvandans og hjálpa nemendum að fóta sig í námsumhverfinu. Oft má rekja hegðunarvandamál nemenda til vanmáttar í námi, þar sem nemendur ráða ekki við viðfangsefnið og brýst það oft út í slæmri hegðun. Þessi hegðun verður oft til að beina sjónum kennarans frá vankunnáttunni því nemendur eiga erfitt með að viðurkenna vanmátt sinn í náminu. Þetta á oft við um stærðfræðinám nemenda, þegar nemendur ráða ekki við lausn viðfangsefna kemur það

⁴⁷ *Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti*. 2007: 15–16

⁴⁸ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 47

⁴⁹ Ivey, Andrea, Ivey og Morgan 2002: 156

fram í óviðeigandi hegðun⁵⁰. Við þessu þarf kennarinn að bregðast með því að hjálpa nemendum að afmarka námið og taka ábyrgð á því.

Nemendur hafa mismikið sjálfstraust gagnvart námi í stærðfræði og mismikla trú á því sem þeir telja sig geta í ákveðnu viðfangsefni. Nemendur sem trúa því að ákveðið viðfangsefni sé innan þeirra getu reyna við það, á meðan nemendur sem telja það utan þeirra getu forðast það⁵¹.

Sjálfstraust nemenda gagnvart stærðfræðinámi hefur áhrif á hve mikið þeir leggja á sig til að leysa ákveðin viðfangsefni en þeir nemendur sem hafa mikla trú á hæfni sinni leggja meiri metnað í verkið en þeir sem hafa litla trú á henni. Þetta hefur líka áhrif á stöðugleika námsins, því þegar nemendur standa frammi fyrir fyrirstöðu í verkefni gefast nemendur með lítið sjálfstraust upp á meðan þeir sem hafa meira sjálfstraust sýna meiri viðleitni til að komast yfir fyrirstöðuna⁵².

Ef nemandi á við vandamál að stríða varðandi hegðun getur kennarinn hjálpað með því að leggja áherslu á afmörkuð markmið varðandi nám hans og hegðun. Það hjálpar honum að komast af stað í náminu og breyta hegðun sinni. Ef nemandi t.d. missir trúna á getu sína í stærðfræði þá er best að leita að rót vandans og reyna að komast að því hvers vegna hann leggur árar í bát. Þegar nemandi og kennari hafa krufið vandann þarf nemandinn að ákveða hvert hann vill stefna til að ná að tileinka sér ákveðin viðfangsefni í stærðfræði. Ef nemandi segir að hann langi til að ganga betur í stærðfræði þarf kennarinn að spyrja hvað hann vilji eiga auðveldara með að tileinka sér, svo hægt sé að hafa einhvern útgangspunkt að því hvert skal stefna⁵³. Þá er gott að nota hugræna atferlisstefnu sem hefur það að marmiði að nemandinn taki aukna ábyrgð á námi sínu með því að setja sér eigin markmið, vakta hegðun sína, meta hegðun sína og stjórna eigin verðlaunum.

Nemandinn byrjar að setja sér markmið en markmið sem eru hóflega ögrandi eru best því ef þau eru ekki ögrandi virka þau ekki hvetjandi fyrir nemendur. Ef markmiðin eru aftur á móti of háleit nær nemandinn þeim ekki og ef það gerist endurtekið hefur það slæm áhrif á sjálfstraust nemandans í stærðfræði og letur hann til að halda áfram⁵⁴. Markmið vísa veginn fyrir aðgerðir nemanda og bjóða upp á leiðir til að meta framfarir. Í stærðfræðikennslu getur nemandi t.d. sett sér það markmið að leysa a.m.k. þrjár jöfnur, af hverri gerð, í algebru. Með því setur hann sér

⁵⁰ Biehler og Snowman 2006: 480

⁵¹ Kaplan 1990: 266

⁵² Kaplan 1990: 266–267

⁵³ Ivey, Andrea Ivey og Morgan 2002: 162–163

⁵⁴ Kaplan 1990: 268

afmarkað markmið sem hann sér fyrir endann á. Markmið sem nemandi setur sér sjálfur, sérstaklega markmið sem eru ögrandi en samt raunhæf, eru árangursríkari en þau sem kennarinn setur nemanda og því er mikilvægt að kennarinn aðstoði nemanda við að setja sér árangursrík markmið⁵⁵. Markmið sem eru fjarlæg eru ekki hvetjandi og ekki til þess fallin að stjórna núverandi hegðun nemenda svo ef markmiðin eru of fjarlæg nemandanum er betra að brjóta þau niður í undirmarkmið sem hægt er að ná á stuttum tíma⁵⁶.

Þegar nemandinn hefur sett sér markmið vaktar hann atferli sitt og fylgist með framförum sínum. Nemandi sem setti sér það markmið að leysa þrjár jöfnur af hverri gerð í algebru getur reiknað þrjú dæmi og farið svo yfir þau en með því vaktar hann framfarir sínar. Einnig er hægt að kenna nemanda að vakta fjölbreytta hegðun sína. Nemandinn getur t.d. búið til gátlista og merkt inn á hann í hvert skipti sem ákveðin hegðun á sér stað eins og þegar hann gleymir sér í kennslustund, svarar í kennslustund eða þegar hann notar viðeigandi félagsfærni. Þá er hægt að fylgjast með tíðni ákveðinnar hegðunar og sjá síðan hvort dregur úr óæskilegri hegðun. Það að nemandi vakti hegðun sína og setji sér raunhæf markmið getur breytt hegðun nemanda til muna. Með því að nemandi leggi sig fram með hjálp kennarans er hægt að bæta námsvenjur og einbeitingu hans og gera öll samskipti jákvæðari og árangursríkari.

Skólinn hefur oft verið sá staður sem frammistaða nemenda er metin af einhverjum öðrum en þeim sjálfum. Þó að kennarinn geti gefið gagnlega endurgjöf á frammistöðu nemanda þarf hann ekki að vera eini dómari, því auk þess geta nemendur lært að meta vinnu sína sjálfir. Nemandi getur metið sjálfur gæði lausna sinna á stærðfræðidæmum með því að læra að spyrja sig hvort að lausnir hans séu raunhæfar og með því að miða þær við lausnir kennslubókanna. Það tekur tíma að þróa sjálfsmat og nemendur ná ekki sjálfkrafa hæfni í því og þess vegna er besta leiðin til að hjálpa nemendum að þróa þessa hæfni sú að vera viss um að markmiðin sem sett eru í upphafi séu afmörkuð og magnbundin.

Öllum líður vel þegar þeir hafa náð markmiðum sínum og verða að sama skapi sakbitnir ef þau nást ekki. Þegar nemendur öðlast sjálfsstjórn læra þeir að styrkja sig ef þeir ná markmiðum sínum eða refsa sér fyrir að ná ekki markmiðunum. Sjálfsstyrking getur verið ímyndað klapp á bakið eða eitthvað áþreifanlegra eins og skál af ís. Áhrifamikið form sjálfsstyrkingar er tilfinningin um að hafa náð settum markmiðum, sem fela í sér ögrun fyrir

⁵⁵ Eggen og Kauchak 2004: 222–223

⁵⁶ Kaplan 1990: 268

nemandann. Refsing getur verið sú tilfinning að ná ekki settum markmiðum eða að neita sér um ísskálina⁵⁷.

Í stærðfræðihluta aðalnámskrár grunnskóla 2007 kemur fram að ánægja af því að iðka stærðfræði eigi ekki að vera bundin eingöngu við þá sem eiga auðvelt með stærðfræðinám. Námskráin leggur áherslu á að örva eigi alla til að finna til gleði yfir stærðfræðilegum viðfangsefnum⁵⁸. Í aðalnámskrá grunnskóla 2007, almennum hluta, kemur fram að nemendur eiga að fá nám og kennslu við hæfi og það á að gefa þeim tækifæri til að spreyta sig á viðfangsefnum að eigin vali. Í þessu felast ekki endilega sömu úrræði fyrir alla heldur sambærileg og jafngild tækifæri⁵⁹.

Með því að nota sjónarmið og aðferðir hugrænnar atferlisstefnu svara kennarar þessum atriðum námskránna og ná að koma til móts við þá nemendur sem oft rekast ekki innan bekkjarheildar. Með því að aðstoða þessa nemendur við að taka ábyrgð á námi sínu og hegðun öðlast þeir trú á sjálfa sig og getu sína til að leysa viðfangsefni sem áður voru þeim fyrirstaða. Með þessu kemur kennarinn til móts við þessa nemendur sem oft flosna upp úr námi vegna þess að þeir geta ekki leyst úr málum sínum án aðstoðar en hugræn atferlisstefna leggur mikla áherslu á hve eftirtekt kennarans á atferli og vinnu nemenda hefur mikil áhrif á hegðun þeirra.

Þegar kennari kemur fram við nemendur sína af kurteisni og virðingu verða nemendur samvinnuþýðari í námsumhverfi sínu og læra að bregðast við skólanum á jákvæðari hátt. Kennarar geta einnig aukið trú nemenda á getu sinni með því að hafa stöðugleika og vera duglegir að hvetja nemendur⁶⁰. Með því að bæta hugrænni atferlisstefnu inn í þær aðferðir sem standa til boða í skólasterfinu aukast möguleikar kennarans til að koma til móts við þá nemendur sem oft verða utanveltu í skólakerfinu. Með því að flétta þessi sjónarmið inn í kennsluna eykur kennarinn líkurnar á að hámarka árangur allra nemenda í nemendahópnum. Með því að samtvinna sjónarmið hugrænnar atferlisstefnu og atferlis- og hugsmíðikenningu eykur kennarinn líkurnar á því að ná til allra nemenda í nemendahópnum. Með því stuðlar kennarinn að afslöppuðu námsumhverfi þar sem einstaklingurinn fær að njóta sín á eigin forsendum. Það er síðan á valdi kennarans að flétta saman kennsluáðferðir sem byggja á fyrrnefndum sjónarmiðum.

⁵⁷ Eggen og Kauchak 2004: 222–223

⁵⁸ *Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði 2007*: 9

⁵⁹ *Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti 2007*: 9

⁶⁰ Eggen og Kauchak 2004: 231

4. Kennsluaðferðir

Kennsluaðferð er lýsing á námsumhverfi. Lýsinguna er hægt að nota á margan hátt eins og til að skipuleggja námskrár, námsfög, einingar innan kennslustunda og kennslustundirnar í heild sinni. Hana er einnig hægt að nota til að útbúa kennsluefni, kennslubækur, vinnubækur, margmiðlunar forrit og kennsluforrit til að styðja við kunnáttu nemenda. Þar sem kennsluaðferðir veita nemendum verkfæri til náms eru þær til þess fallnar að þróa verkefni handa nemendum með sértæka námsörðugleika⁶¹.

Í bókinni *Litróf kennsluaðferðanna* skilgreinir Ingvar Sigurgeirsson kennsluaðferð sem það skipulag sem kennari hefur á kennslu sinni, samskiptum sínum við nemendur, viðfangsefnum og námsefni í því skyni að nemendur læri það sem keppt er að hverju sinni⁶².

Í almennum hluta aðalnámskrár grunnskóla kemur fram að í grunnskólum á að ríkja fjölbreytni í vinnubrögðum og kennsluaðferðum. Það er fagleg ábyrgð kennarans að velja heppilegustu og árangursríkustu leiðirnar til að ná markmiðum aðalnámskrár og skólanámskrár. Þegar kennsluaðferðir eru valdar verður að taka tillit til settra markmiða, aldurs, þroska og getu nemenda sem í hlut eiga og hvers eðlis viðfangsefnið er. Með vandaðri kennslu sem lagar sig að þörfum einstakra nemenda og markmiðum í skóla án aðgreiningar aukast líkurnar á árangri⁶³. Hver kennari verður að geta skilgreint þær kennsluaðferðir sem hann notar hverju sinni og aðlagð þær faginu sem hann kennir og nemendahópnum sem hann er með í höndunum. Oft er gott að blanda saman kennsluaðferðum til að ná þeim markmiðum sem stefnt er að.

Þegar velja á kennsluaðferðir er nauðsynlegt að kennarar séu kunnugir fræðunum sem liggja að baki þeim. Stærðfræðikennarar þurfa að setja niður fyrir sig hvernig best er að koma viðfangsefnunum á framfæri við nemendur. Því er mikilvægt að þeir kynni sér margvíslega námssálfræði til að nota í kennslu svo að hægt sé að láta hvern og einn nemanda öðlast hámarks árangur. Með góðri þekkingu á kennsluaðferðum sem byggjast á þessum kenningum geta stærðfræðikennarar náð betri árangri í kennslu nemenda á öllum stigum. Taka þarf inn í myndina einstaklingsmun nemenda svo að hver nemandi nái að tileinka sér stærðfræði eins og hægt er miðað við eigin forsendur til náms. Góður stærðfræðikennari leggur áherslu á markmiðssetningu,

⁶¹ Joyce og Weil 1996: 11

⁶² Ingvar Sigurgeirsson 2005: 9

⁶³ *Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti* 2007: 15

fjölbreytta möguleika til náms og mat á aðferðum sem aðstoða nemendur á einstaklingsgrunni til að ná markmiðum aðalnámskrár grunnskóla⁶⁴.

Með nýrri aðalnámskrá grunnskóla er bæði skólanum og kennurum gefið aukið svigrúm til eigin útfærslu og þá sérstaklega hvað varðar kennsluaðferðir⁶⁵. Það er mjög mikilvægt að kennarar séu opnir fyrir því að nota fjölbreyttar kennsluaðferðir því hægt er að setja námsefnið fram á mismunandi vegu sem hentar hverjum og einum nemanda. Til að hámarks árangur náist í nemendahópnum eru notaðar ólíkar kennsluaðferðir en með því aukast líkurnar á virku námi nemenda⁶⁶.

4.1 Leitaraðferð

Leitaraðferðir eru samheiti yfir ýmsar kennsluaðferðir sem byggjast á skipulegri upplýsingaöflun og úrvinnslu. Þær byggjast á því að líkt er eftir vinnubrögðum vísindamanna og eru þá nemendur í hlutverki rannsakenda. Leitaraðferðir eru ekki eftirlíking, heldur raunverulegar rannsóknir og markmið þeirra er fyrst og fremst að virkja nemendur, vekja þá til umhugsunar og þjálfá þá í rökhugsun og fræðilegum vinnubrögðum⁶⁷.

Leitaraðferð byggir m.a. á hugsmíðikenningunni og á heimspeki John Dewey sem barðist fyrir námi byggðu á reynslu og uppgötvunum en að mati hans eiga nemendur að vera virkir rannsakendur⁶⁸. Dewey vill tengja skólann umhverfi og samfélagi. Áður fyrr í gamla bændasamfélaginu tóku börnin þátt í öllum störfum og báru ábyrgð á eigin vinnu. Með iðnbyltingunni fjarlægðist barnið þessa lífæð samfélagsins, vinnuna. Dewey telur því að það sé hlutverk skólans að brúa þetta bil á milli samfélagsins og barnsins því það sé þegn framtíðarinnar. Að hans mati var því mikilvægt að þjálfá barnið í að takast á við vandamál og finna lausn á því með rannsóknum⁶⁹.

Dewey heldur því fram að það sé á ábyrgð skólans að skapa nemendum það umhverfi sem veldur því að reynsla þeirra verður áhugaverð og frjó. Til þess að það verði segir Dewey að það þurfi að gefa meðferð hugsunarinnar sérstakan gaum og vera á verði gagnvart því að skólinn vanræki ekki heimspekilegt hlutverk sitt. Að hans mati verður aðeins raunverulegur árangur í

⁶⁴ Marlow 1999: 2

⁶⁵ *Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti* 2007: 15

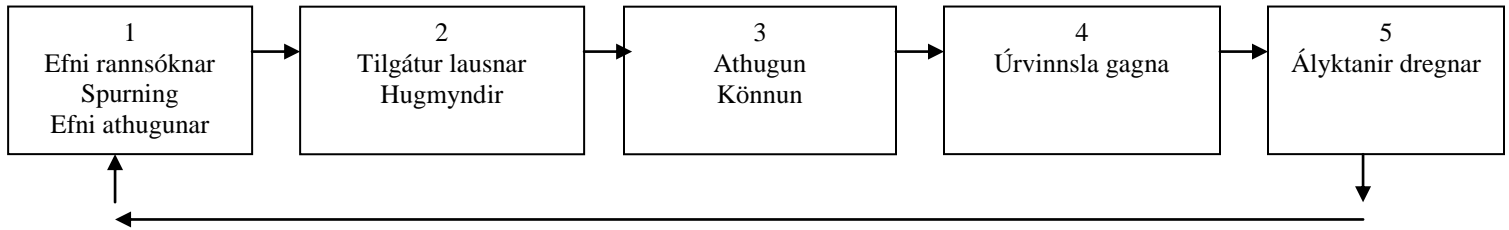
⁶⁶ Joyce og Weil 1996: 143

⁶⁷ Ingvar Sigurgeirsson 2005: 124–125

⁶⁸ Eggen og Kauchak 2003: 329

⁶⁹ Hartman 1983:26–27

skólastarfi ef nemendur öðlast vitsmunalegt og tilfinningalegt sjálfstæði⁷⁰. Þegar unnið er eftir leitaráðferð er yfirleitt farið eftir fimm þrepum en þau eru⁷¹:



1. Þegar leitaráðferð er notuð standa nemendur frammi fyrir spurningu, athugunum eða vandamáli sem finna þarf lausn á. Viðfangsefni sem nemendur eiga að vinna geta verið misjöfn og getur frumkvæði að þeim annað hvort komið frá nemendum eða kennara⁷². Meginmáli skiptir að nemendur hafi áhuga og skilning á því efni sem á að fást við hverju sinni og því er mikilvægt að tengja efnið fyrri þekkingu þeirra, áhugamálum eða reynslu en einnig er hægt að höfða til daglegs lífs og umhverfis.
2. Nemendur setja fram tilgátur um niðurstöður eða lausnir og fela tilgátur í sér tilraun til að skýra fyrirbæri eða tillögu að lausn á því úrlausnarefni sem nemendur standa frammi fyrir. Áhersla er lögð á að fá fram sem flestar líklegar skýringar en þegar margar hugmyndir hafa komið fram er reynt að afmarka viðfangsefnið með markvissum hætti. Nemendur þurfa að skilja þær tilgátur eða skýringar sem fram hafa komið⁷³.
3. Næst ráðast nemendur í upplýsingaöflun sem byggir á athugunum, tilraunum eða heimildaleit⁷⁴. Upplýsinga sem aflað hefur verið má nota til að meta þær tilgátur sem settar hafa verið fram en nemendur verða að átta sig á muninum á frumheimildum og annars flokks heimildum, mismun staðreynda og skoðana, og upplýsinga og áróðurs.
4. Nemendur vinna úr gögnunum og prófa þær tilgátur sem settar voru fram í upphafi. Gögnin þarf að skipuleggja vel þannig að nemendur hafi sem besta yfirsýn yfir þau.
5. Nú eru ályktanir dregnar. Leitað er svara við ýmsum spurningum eins og hvað gagnasöfnin segi um efnið sem unnið hefur verið með og hver sé niðurstaðan. Nauðsynlegt er að nemendum sé ljóst að allar niðurstöður verði að umgangast með

⁷⁰ Jón Ólafsson 2002: 206

⁷¹ Ingvar Sigurgeirsson 2005: 124

⁷² Joyce og Weil 1996: 82

⁷³ Ingvar Sigurgeirsson 2005: 125–126

⁷⁴ Joyce og Weil 1996: 82

varfærni því verið getur að vankantar séu á ákveðnum upplýsingum eða að þær hafi ekki verið fullkannaðar. Með þessum umræðum vakna væntanlega nýjar spurningar sem leita þarf svara við⁷⁵.

Leitaraðferðir gera mun meiri kröfur til nemenda en hefðbundið nám og þjálfar þá í ótal hlutum. Með aðferðinni verður kennslan og námið líkara þeim starfsvettvangi sem nemendur eiga eftir að starfa við að námi loknu. Með því að vinna saman að lausn á vandamáli þjálfast nemendur í samvinnu, gagnrýninni hugsun, þjálfun á hæfileikanum til að hlusta á skoðanir annarra og taka tillit til þeirra. Sumum nemendum leiðist í skóla og eru mjög óvirkir og þegar þeir útskrifast eru þeir alls ekki í stakk búnir til að leysa þau verkefni sem bíða þeirra t.d. á vinnumarkaðnum. Því þurfa nemendur að læra að glíma við raunveruleg vandamál í skólanum. Með leitarnámi er verið að framkvæma ofangreind atriði og því má telja að með leitarnámi skilum við nemendum mun frambærilegri út í lífið eftir grunnskóla.

Með leitaraðferð er nemendum kennt að vinna saman til að safna upplýsingum, setja fram tilgátu og sannreyna hana. Finna þarf jafnvægi á sjónarmiðum allra í hópnum til að komast að niðurstöðu en með því ná nemendur utan um þekkingu á eigin hugsun⁷⁶.

Leitarnám byggist einkum á aðleiðslu eða tilliðslu. Aðleiðslan felur í sér að nemendur beita þeim aðferðum sem tíðkast í raunverulegum rannsóknum en í því felst að vinna út frá rannsóknarspurningu, afla upplýsinga og flokka þær eftir því sem er líkt og ólíkt með þeim. Síðan þarf að grípa til hugtaka eða búa þau til svo hægt sé að gefa flokkunum nöfn, lýsa þeim og ræða um þá. Að lokum er síðan hægt að nota þessi hugtök til að meðhöndla nýja þekkingu, draga ályktanir og setja fram reglur⁷⁷.

Aðleiðsluaðferðin er samvinnumiðuð og leitast er við að setja verkefnin þannig upp að þau krefjist samvinnu og agaðra vinnubragða. Félagsleg markmið eru þannig áberandi í leitarnámi og reynt að sameina kosti samvinnu- og leitarnáms. Nemendur fá að kynnst því að setja saman sameina krafta sína til að leysa viðfangsefni, kynnst ögrun rannsóknvinnubragða, sem leiðir þá til aukinnar þekkingar. Nemendur læra að bera virðingu fyrir þekkingunni en átta sig á því að hún er ekki algild og heldur ekki endanleg heldur breytingum háð⁷⁸.

⁷⁵ Ingvar Sigurgeirsson 2005: 124–127

⁷⁶ Joyce og Weil 1996: 143

⁷⁷ Þóra Björk Jónsdóttir 2003: 1

⁷⁸ Rúnar Sigþórsson 2003a: 3–4

Gagnsemi aðleiðsluaðferðar felst í því að hún eflir hæfni nemenda til að mynda hugtök og meðhöndla upplýsingar en það er oft talið forsenda fyrir frjóu og skapandi skólastarfi sem eflir sjálfstæða og gagnrýna hugsun nemenda⁷⁹. Þegar kennt er samkvæmt aðleiðslu á hinu óþekkta er unnið í fjórum þrepum en þau eru⁸⁰:

1. Gagnaöflun
2. Rýni á gögn
3. Flokkun
4. Tilgátur

Hlutverk kennarans í leitaráðferð er að hlúa að lausnarleit og þekkingaröflun nemenda og leiða þá inn á leiðir sjálfstæðrar þekkingarleitar. Hann á því ekki að miðla þekkingu sinni heldur að skapa námsaðstæður sem hvetja nemendur sjálfa til að afla sér þekkingar. Kennarinn leiðir vinnuna en stjórnar henni ekki eða velur hvaða leið er farin, því veit hann ekki fyrirfram hvað á eftir að koma út úr vinnunni. Hann verður líka að vera meðvitaður um að vinna nemenda á ekki að snúast eingöngu um gagna- og staðreyndasöfnun, heldur úrvinnslu, flokkun, hugtakamyndun, túlkun og beitingu⁸¹. Þegar kennari notar leitaráðferð sem kennsluáðferð er hann að vinna eftir hugmyndum Vygotskys um vinnupallana. Stuðningur kennarans verður til þess að nemendur komast ofar á þroskasvæðum sínum og verða með tímanum sjálfstæðari í leitarnáminu. Mikilvægt er að kennarinn leiði nemendur ekki áfram í gegnum ferli leitarnámsins heldur sé aðeins til staðar til að veita stuðning þegar þess er þörf.

Leitarnám getur verið sett fram í formi „alvöru rannsókna“ en með því er átt við viðfangsefni þar sem nemendur fást við raunverulegar rannsóknir, gera kannanir, taka formleg rannsóknarviðtöl, afla frumheimilda, framkvæma vettvangsathuganir og tilraunir þar sem svara er leitað við spurningum sem eiga sér ekki ákveðin svör. Þá þurfa nemendur að afmarka rannsóknarspurninguna upp á eigin spýtur og vinna með raunveruleg gögn og heimildir. Nemendur þurfa að greina gögnin og koma niðurstöðum sínum á framfæri eins og fræðimenn með birtingum í blöðum, flutningi erindis, uppsetningu á veggspjöldum o.s.frv. Kennarinn verður að benda nemendum á ýmsa möguleika sem aðferðin býður upp á og kenna þeim að beita algengustu rannsóknaraðferðum. Áhersla er lögð á að nemendurnir taki viðfangsefnið alvarlega eins og fræðimenn gera og því er mjög mikilvægt að rannsóknarefnið sem lagt er fram eigi sér

⁷⁹ Þóra Björk Jónsdóttir 2003: 1

⁸⁰ Þóra Björk Jónsdóttir 2003: 1

⁸¹ Rúnar Sigþórsson 2003a: 5

rætur í raunveruleikanum en þannig fá nemendur betri tengingu við það hvort sem það tengist áhugamálum eða málefnum líðandi stundar. Nemendur verða að læra um mismunandi leiðir við að taka úrtök og hvernig á að vinna þær upplýsingar og setja fram niðurstöður á mismunandi hátt. Flokka má „alvöru rannsóknir“ í undirflokkum sem fela í sér spurningalista og kannanir, vettvangsathuganir, heimildamenn eða viðtöl, skipulega greiningu gagna, tilraunir, efnis- og heimildakannanir og aðra upplýsingaöflun. Þegar spurningalistar og kannanir eru notaðar þá er átt við hvers konar spurningalista um viðfangsefni sem tengjast námsefninu. Þá afmarka nemendur úrtak, hanna, semja og prófa spurningalista, leggja könnunina fyrir, vinna úr niðurstöðum, draga ályktanir og setja niðurstöður fram með töflum, gröfum og línuritum eins og hentar hverju sinni. Vettvangsathuganir er hægt að tengja viðfangsefnum í fjölmörgum námsgreinum og er skólalóðin og næsta nágreini skólans kjörinn vettvangur til athugana. Nemendur geta gert athuganir á gróðri, dýralífi, jarðvegi, atferli, leikjum o.fl. Í stærðfræðikennslu er hægt að gera athuganir á stærðum, hlutföllum, formum, mynstrum, tíðni og athuga fjölda í umhverfinu. Þegar nemendur notast við heimildamenn eða viðtöl taka þeir viðtöl við fólk og það geta þeir gert á vettvangi, í tölvupósti eða gegnum síma. Nemendur þurfa að leggja góðan undirbúning í þessi viðtöl og að þeim loknum vinna þeir úr viðtölunum. Þegar unnið er við gagnagreiningu eru margvísleg gögn eins og skjöl, bréf, skýrslur, fjölmiðlaefni, ljósmyndir, kvikmyndir og annað myndefni greint á skipulegan hátt eftir fyrirfram ákveðnum leiðum. Þegar tilraunir eru notaðar sem kennsluaðferð geta þær verið mjög ólíkar eftir því hvernig þær eru settar upp og skipulagðar. Þær geta verið allt frá því að vera framkvæmdar undir nákvæmri verkstjórn kennara til þess að vera viðfangsefni þar sem nemendur þreifa sig áfram og leita sjálfir leiða til lausna. Efnis- og heimildakönnun byggist á því að nemendur afla upplýsingar um fyrirfram ákveðið viðfangsefni en einnig getur nemandinn valið það sjálfur. Umfang þessara verkefna geta verið mjög margbreytileg og geta spannað brot úr kennslustund eða jafnvel margar kennslustundir. Þegar nemendur vinna að upplýsingaöflun leita þeir sér upplýsinga eftir margvíslegum leiðum eins og á netinu, á geisladiskum, í fræðibókum, kortum, myndum o.fl.⁸².

Í aðalnámskrá grunnskóla 2007, almennum hluta, segir að almenn menntun eigi að efla sjálfstæða og gagnrýna hugsun hjá einstaklingnum og hæfileika hans til að bregðast við nýjum aðstæðum. Í umhverfi samtímans sem stöðugt er að breytast reynir á hæfni til að takast á við og tileinka sér nýjungar og framfarir á öllum sviðum. Einnig þurfa nemendur að vera óhræddir við

⁸² Ingvar Sigurgeirsson 2005: 129–135

breytingar og geta borið ábyrgð á gerðum sínum⁸³. Námskráin leggur áherslu á að efla sjálfstæði nemenda og sveigjanleika þeirra til að tileinka sér nýja hluti í náminu og því er leitaraðferð góð leið til að uppfylla þau atriði sem fram koma í námskránni.

4.2 Stýrð kennsla

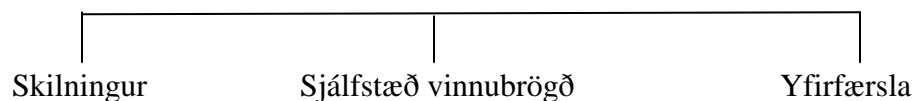
Námskrá grunnskóla í stærðfræði felur í sér töluvert af fyrirfram skilgreindum hugtökum og atriðum sem fallast undir þekkingu. Þess vegna er stýrð kennsla oft heppileg kennsluaðferð. Stýrð kennsla er byggð á afleiðslu sem er andstæða aðleiðslu.

Þegar kennt er samkvæmt afleiðslu er unnið út frá því sem er gefið og talið þekkt. Unnið er út frá afdráttalausum fullyrðingum, reglum eða flokkunum sem almennt eru viðurkenndar og taldar gilda. Þess vegna verður að byrja á því að kenna flokkana og reglurnar en síðan er leitað við að fella þau gögn verið er að vinna með hverju sinni að þessari flokkun⁸⁴. Stýrð kennsla er byggð á atferliskeningunni og var fyrst þróuð af Sigfried Engelmann árið 1960⁸⁵.

Stýrð kennsla vísar til kennslu þar sem kennarinn útskýrir nýtt viðfangsefni eða kunnáttu fyrir nemendum og þeir öðlast skilning með æfingu undir leiðsögn kennara⁸⁶. Stýrð kennsla er sérstaklega gagnleg til að flytja upplýsingar til nemenda, setja námsefnið í samhengi, skýra það út fyrir nemendur, setja fram dæmi og gera nemendur að þátttakendum með því að spyrja þá spurninga út frá námsefninu⁸⁷. Stýrð kennsla á sér stað þegar kennarinn velur og stjórnar náminu sem fer fram í kennslustofunni. Kennsluaðferðin er til þess fallin að skapa námsumhverfi þar sem nemendur einbeita sér af kennslunni sem fer fram. Ráðandi áhersla er á nám þar sem nemendur eru uppteknir af fræðilegum viðfangsefnum og ná góðum árangri í þeim verkefnum sem eru lögð fyrir út frá kennslunni⁸⁸.

Þegar stuðst er við stýrða kennslu þarf að hafa þrjú meginmarkmið í huga til að auka færni nemenda í ákveðnu viðfangsefni en þau eru skilningur, sjálfstæð vinnubrögð og yfirfærsla.

Markmið stýrðrar kennslu



⁸³ Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti 2007: 15

⁸⁴ Rúnar Sigþórsson 2003a: 2–3

⁸⁵ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 17

⁸⁶ Joyce og Weil 1996: 345

⁸⁷ Kaplan 1990: 375

⁸⁸ Joyce og Weil 1996: 343–344

Grundvallarmarkmiðið er skilningur. Mikil áhersla er lögð á skilning nemenda í stýrðri kennslu en þá fullvissar kennarinn sig um að nemendur skilji það viðfangsefni sem tekið er fyrir í kennslustundinni. Þegar kennarinn kennir ákveðið viðfangsefni vill hann miðla þekkingu sinni yfir til nemenda. Sjálfstæði verður þegar nemendur ná að tileinka sér aðferðir við lausn verkefna og geta leyst þau án þess að leggja í það mikla hugsun. Nemendur auka þannig við færni sína og vinna verkefni að mestu leyti án aðstoðar og þegar ákveðin aðferð er kennd geta nemendur oftast notfært sér hana við lausn margvíslegra viðfangsefna. Yfirfærsla verður þegar aðferð eða hugtak sem lært er í einu viðfangsefni er seinna notað í öðru viðfangsefni. Þegar nemendur hafa öðlast getu til að yfirfæra þekkingu sína hafa þeir einnig öðlast grunvallar skilning á viðfangsefninu.

Þegar stýrð kennsla er notuð fer kennslan eftir þremur þrepum:

1. Sett eru skýr og afmörkuð markmið
2. Skilgreint er hvers kyns þekkingu er átt við og markmið greind í námsþætti
3. Stuðst er við námsefni, einkum dæmi.

Til að skipuleggja kennslu og auka færni nemenda á áhrifaríkan hátt er nauðsynlegt að hafa skýr markmið í huga. Þegar kennari leggur áherslu á skýra markmiðssetningu nær hann að miða kennsluna að markmiðunum en til að ná fram skilningi á viðfangsefninu er það úrslitaatriði. Þegar kennarinn notar stýrða kennslu einbeitir hann sér að því að nemendur læri ákveðin hugtök og aðferðir og hafa kannanir sem lúta að kennslu sýnt að öll þekking nemenda tengist því sem þeir vita nú þegar. Þegar kennsla er skipulögð verður kennarinn að huga að hvernig hugtök og aðferðir geta tengst því sem nemendur hafa áður lært. Þegar þessu er lokið þarf kennarinn að velja og raða upp dæmum. Einfaldari dæmi koma fyrst en síðan þyngjast þau smám saman⁸⁹.

4.3 Samvinnunám

Samvinnunám er samheiti yfir margskonar og ólíkar kennsluáðferðir sem eiga það sameiginlegt að lausn verkefnisins er falinn hópnum í heild sinni en ekki einstaka nemendum⁹⁰. Samvinnunámsaðferðin flokkast undir hugsmíðikenninguna þar sem nemendur eru að byggja á fyrri reynslu sinni, nám verður til með félagslegri samvinnu og viðfangsefnin eru merkingabær. Sú skilgreining sem notuð hefur verið á samvinnunámi er eftirfarandi:

⁸⁹ Eggen og Kauchak 1989: 364–367

⁹⁰ Johnson, Johnson og Holubec 1994: 4

Við samvinnunám vinna nemendur í hópum og eru samábyrgir fyrir því að leysa viðfangsefni sín og geta í raun ekki lokið þeim nema allir leggi sinn skerf til vinnunnar. Þeir eru því í raun háðir vinnuframlagi hvers annars, rétt eins og iðulega gerist í daglegu lífi. Samvinnunám hefur ætíð félagsleg markmið ekki síður en fræðileg og fjöldi rannsókna hefur leitt í ljós að það skilar nemendum góðum árangri í námsgreinum og er ekki síður vel fallið til að kenna nemendum ýmsa félagslega færni s.s. samvinnu, tillitssemi, hjálpssemi, þolinmæði og getu til að leysa úr ágreiningi⁹¹.

Með því að nota samvinnunám sem kennsluáferð er hægt að ná fram fjölda mikilvægra markmiða samtímis. Í fyrsta lagi er samvinnunám til þess fallið að auka árangur allra nemenda, allt frá þeim sem eru bráðgerir til þeirra sem hafa sértæka námsörðugleika. Í öðru lagi byggir aðferðin upp jákvætt samband á milli nemenda, sem er grunnurinn af því að skapa námssamfélag sem metur margbreytileika. Í þriðja lagi veitir hún nemendum reynsluna sem þeir þurfa fyrir félagslega, sálfræðilega og vitsmunalega þróun. Geta samvinnunámsaðferðar til að vinna að þessum þremur atriðum á sama tíma setur hana að mati margra ofar öðrum kennsluáferðum⁹².

Skipulag samvinnunáms skiptist í þrjá hluta eftir því hvort það er formlegt, óformlegt eða langtíma skipulag. Formlegt skipulag getur varað frá einni kennslustund til nokkurra vikna. Formlegt skipulag er þegar nemendur vinna saman til að ná sameiginlegu námsmarkmiði í þeirri vissu að allir nemendur klári verkefnið sem sett var fyrir. Óformlegt skipulag getur varað frá fáeinum mínútum til einnar kennslustundar. Óformlega skipulagið er hægt að nota á meðan verið er með stýrða kennslu til að fá nemendur til að einbeita sér að ákveðnu efni. Þá eru gefnar ákveðið margar mínútur fyrir og eftir fyrirlesturinn til að ræða það efni sem fjallað er um í tímanum. Langtíma skipulag varir í a.m.k. ár. Þá er stöðugur nemendahópur þar sem allir styðja, hjálpa, hvetja og aðstoða hvern annan⁹³.

Hlutverk kennarans í samvinnunámi er fjölbreytilegt og verður hann að taka margar kennslufræðilegar ákvarðanir, útskýra viðfangsefnin, kynna feril samvinnu fyrir nemendum, vakta hópana um leið og þeir vinna, meta gæði námsins og hvetja nemendur til meta hvort að vinna hópsins sé árangursrík⁹⁴. Kennarinn getur því skipulagt samvinnunámið eftir því sem hann telur henta best hverju sinni og fer það eftir nemendahópnum og eðli verkefnisins sem leggja á fyrir hvaða aðferð hentar best. Kennarinn þarf að ákveða skipulag skólastofunnar, kenna nemendum að vinna saman, skipta þeim í hópa, og koma á námshlutverkum.

⁹¹ Jón Baldvin Hannesson og Rúnar Sigþórsson 2000: 1

⁹² Johnson, Johnson og Holubec 1994: v–vi

⁹³ Johnson, Johnson og Holubec 1994: 4–5

⁹⁴ Johnson, Johnson og Holubec 1994: vi

Þegar kennarinn skiptir nemendum í hópa eru einkum fimm aðalþættir sem hafa ber í huga. Hve stórir eiga hóparnir að vera, hvernig á að skipta nemendum í hópa, hve lengi hóparnir eiga að vinna saman, hvort hóparnir muni vinna saman í tímum og hvort þeir eigi að vera einsleitir eða blandaðir m.t.t. getu, kyns eða aldurs og uppruna. Yfirleitt er árangursríkast að hafa ólíka einstaklinga saman í hóp en stundum getur hentað betur að hafa saman nemendur með sömu áhugamál eða sömu námsmarkmið. Það á sérstaklega við þegar verið er að kenna nemendum að vinna saman í hóp og þeir eru að fá sína grunnþjálfun í aðferðinni. Þetta þarf kennarinn að meta í hverjum nemendahóp en hóparnir mega ekki vera of stórir, sérstaklega þegar áhersla er lögð á gagnkvæm samskipti. Þá verða möguleikar hvers nemanda til að komast að minni heldur en í smærri hópum⁹⁵.

Skipulag skólastofunnar skiptir miklu máli í samvinnunámi. Nemendur þurfa að sjá framan í alla í hópnum og hafa jafnan aðgang hver að öðrum þannig að allir séu í hæfilegri nálægð. Nemendur þurfa einnig að hafa greiðan aðgang að námsgögnum sem nota á í kennslustundinni. Ef þessi atriði eru höfð í huga aukast líkurnar á góðu námsumhverfi þar sem ekki er erill og hávaði⁹⁶.

Til að jafnvægi sé innan hópanna er gott að allir nemendur hafi sitt hlutverk innan þeirra en hlutverkaskipting er eitt af því sem einkennir samvinnunám. Hlutverkið segir til um hvers hópmeðlimir geta ætlast til af hvor öðrum og einnig hver skylda nemanda er innan hópsins. Með því að setja nemendum hlutverk eykst félagsfærni og þroski þeirra og það kemur einnig í veg fyrir að nemendur séu óvirkir eða vilji ráða yfir hópastarfinu. Þegar nemendur hafa hlutverk auðveldar það þeim að vinna saman og minnkar líkurnar á árekstrum⁹⁷.

Samkvæmt bókinni *Cooperative learning* þurfa fimm grunnþættir að vera til staðar í samvinnunámi til að það gangi eins og til er ætlast í kennslustundinni. Þessir þættir eru⁹⁸:

Jákvæð samvirkni: Til að ná fram jákvæðri samvirkni þarf hópurinn sem heild að hafa sameiginleg markmið. Nemendur innan hópsins skipta með sér verkum og hópurinn nær árangri sem heild og því verða nemendur að átta sig á því að þeir annað hvort synda eða sökkva sameiginlega. Meðlimir hópsins verða að gera sér grein fyrir að framlag hvers meðlims skapar ávinning. Jákvæð samvirkni skapar ábyrgð einstakra nemenda á góðu gengi þeirra sjálfra eins og

⁹⁵ Johnson, Johnson og Holubec 1994: 24

⁹⁶ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 72

⁹⁷ Johnson, Johnson og Holubec 1994: 34

⁹⁸ Johnson, Johnson og Holubec 1994: 9–11

hópsins í heild sinni og er þetta er undirstaðan í samvinnunámi. Án jákvæðrar samvirkni er engin samvinna.

Ábyrgð og skyldur einstaklinga og hópa: Hópurinn þarf að vera ábyrgur fyrir því að hann nái markmiðum sínum og hver meðlimur hans þarf að leggja sinn skerf í vinnuna til að það sé mögulegt. Enginn á að geta verið óvirkur og látið aðra um vinnuna. Hópurinn þarf að vera meðvitaður um markmiðin og geta metið framvindu vinnunnar innan hópsins til að ná þeim. Nemendur innan hóps fá að vita til hvers er ætlast af þeim, því þeir fá svörun, mat og hjálp.

Bein styðjandi samskipti: Nemendur þurfa að vinna sameiginlega að raunverulegum viðfangsefnum þar sem þeir efla árangur hvers annars með því að deila mætti sínum og hjálpa, styðja, hvetja og hrósa hver öðrum í tilraunum sínum til að leggja sitt af mörkum. Innan hópsins á sér stað bæði fræðilegur og persónulegur stuðningur.

Samskipti og hópvinnumfærni: Kenna þarf nemendum samvinnu í hópum. Hópmeðlimir verða að vita hvernig stuðla á að árangursríkri hópavinnu, taka ákvarðanir, byggja upp traust, eiga samskipti og taka á ágreiningi þegar hann kemur upp. Það þarf að kenna nemendum hvernig á að vinna í hóp eins og þeim eru kennd fræðileg viðfangsefni.

Sjálfsmat hópsins: Sjálfsmat á sér stað þegar hópmeðlimir ræða hve vel þeir hafa náð markmiðum sínum og viðhaldið árangursríkri samvinnu. Hópurinn þarf að lýsa hvaða hlutir gengu vel í hópnum hverjir ekki, einnig þarf að taka ákvörðun um hvaða hegðun á halda áfram og hvaða hegðun á að breyta. Með því að greina hópastarfið með þessum hætti verða stöðugar endurbætur á vinnu hópsins.

Þegar kennari notar samvinnunám verða allar aðgerðir að vera mjög yfirvegaðar og úthugsaðar. Þessi fimm grunnatriði eru ekki eingöngu einkenni sem þurfa að vera til staðar til þess að aðferðin virki heldur eru þetta atriði sem vinna þarf með á hárnákvæman og agaðan hátt til að ná fram aðstæðum fyrir árangursríkt samvinnunám.

Samvinnunám býður upp á mismunandi fyrirkomulag allt eftir því að hvaða markmiðum er stefnt að eða hvernig nemendahópurinn er samansettur. Hér á eftir verða kynntar algengustu kennsluáðferðirnar sem flokkast undir samvinnunám en þær eru:

Púslaðferðin (Jigsaw): Aðferðin byggist á því að námsefni er skipt í hluta og þeim síðan skipt milli vinnuhópa. Hver nemandi fær það verkefni að kynna sér einn hluta. Hver nemandi tekur þátt í tveimur hópum, annars vegar svokölluðum heimahópi og hins vegar sérfræðingahópi.

Sérfræðingahópurinn hefur það hlutverk að kynna sér í þau þá námsefni sem í hlut hópsins hefur komið. Í heimahópunum er upplýsingaöflun undirbúin og þar kenna sérfræðingarnir hver öðrum⁹⁹.

Liðakeppni (Teams-Games Tournaments): Nemendum er skipt í getublandaða hópa. Nemendur kynna sér viðfangsefnið í sameiningu og þegar því er lokið getur liðakeppnin hafist. Nemendur úr mismunandi hópum fara saman á borð og passað er upp á að þessir nemendur séu með svipaða getu. Þeir keppa innbyrðis og safna stigum með því að svara spurningum sem kennarinn teflir fram. Nemendur fá stig ef þeir svara spurningum rétt eða koma með nákvæmara svar en hinir nemendurnir. Þessi keppni er alltaf á jafningjagrundvelli¹⁰⁰.

Paravinna (Pairs): Þá vinna nemendur í pörum við lausn viðfangsefna. Viðfangsefnin geta verið margvísleg. Nemendur lesa ákveðin texta og ræða um hann eða útskýra hvor sinn hluta hans. Þeir svara spurningum úr texta og miðla síðan spurningunni sín á milli. Hvert par býr til nýtt svar sem er betra en svar hvors nemanda fyrir sig. Nemendur leysa ákveðið vandamál í sameiningu og ræða um lausnir¹⁰¹.

Hóparannsókn (Group Investigation): Hópar velja sér viðfangsefni sem byggir á sameiginlegum áhuga. Allir hjálpast að við að ákveða hvernig á að rannsaka viðfangsefnið og skipta með sér verkum. Hver nemandi vinnur sinn hluta verkefnisins og síðan eru hlutarnir settir saman og búin til samfelld lausn. Hóparnir kynna síðan viðfangsefnið fyrir samnemendum sínum¹⁰².

Leitarnám (Inquiry Method): Nemendur fara í hlutverk vísindamanna og líkja eftir vinnubrögðum þeirra. Nemendur skilgreina viðfangsefnið sem er oftast í formi spurninga, athugunarefnis eða vandamáls. Að því loknu setja nemendur fram tilgátur og hugmyndir um lausnir og í framhaldi af því ráðast nemendur í upplýsingaöflun og síðan er unnið úr gögnum og tilgátur prófaðar. Að lokum eru ályktanir dregnar¹⁰³.

Aðalnámskrá grunnskóla leggur mikið upp úr markmiðum sem lúta að eflingu félagsþroska nemenda og þar kemur fram að þeim markmiðum verði aðeins náð ef nemendur fá tækifæri til samvinnu¹⁰⁴. Sé fjölbreytileiki nemenda nýttur í samvinnunámi og verkefnin gerð reglulega yfir skólaárið, efla nemendur félagsfærni sína. Nemendur ná þá að vinna saman sem

⁹⁹ Johnson, Johnson og Holubec 1994: 18

¹⁰⁰ Johnson, Johnson og Holubec 1994: 20–21

¹⁰¹ Johnson, Johnson og Holubec 1994: 66–69

¹⁰² Johnson, Johnson og Holubec 1994: 71

¹⁰³ Ingvar Sigurgeirsson 2005: 124

¹⁰⁴ Aðalnámskrá grunnskóla. *Almennur hluti* 2007: 15

einstaklingar og sem hluti af hóp við að ná sameiginlegum markmiðum. Þegar samvinnunámi er beitt í kennslu þurfa nemendur að mynda sér skoðanir, setja þær fram og átta sig á að hægt er að sjá hlutina frá ólíkum sjónarhornum því aðrir þurfa ekki endilega að hafa sömu skoðun og þeir sjálfir.

Rannsóknir hafa sýnt að samvinnunám, sem útfært er á árangursríkan hátt, getur bætt gengi nemenda frekar en hefðbundnar aðferðir. Nemendur sem unnið hafa eftir samvinnunámsaðferð standa sig betur bæði á stöðluðum prófum á landsvísu og á prófum á vegum skóla¹⁰⁵. Af þessu má ráða að samvinnunámsaðferðin sé árangursrík til að ná árangri, hrista hópinn saman og skapa samheldni innan hans. CLIM (co-operative learning in multicultural groups) aðferðin sem fengið hefur nafnið SAFN (samvinnunám í fjölbreyttum nemendahóp) aðferðin hér á landi byggir á hugmyndafræði samvinnunáms. Þegar aðferðin er notuð fá allir nemendur að njóta sín, þeir eflast í mannlegum samskiptum og tekið er á fjölbreytileika í nemendahópnum. Aðferðin hentar vel í blönduðum bekkjum þar sem nemendur með ólíkan bakgrunn koma saman og er hún vel til þess fallin að auka samheldni í nemendahópnum¹⁰⁶.

Samheldnin verður síðan til þess að nemendur verða áhugasamari um námið en ef þeir vinna einir eða í samkeppni hver við annan. Nemendur sem annars væru óvirkir læra oft meira í hópavinnu vegna þess að þeir þurfa að ráða ráðum sínum, leiðbeina hver öðrum og hugleiða ráð annarra og þróa á þeim grunni árangursríkar námsaðferðir. Hópavinnan verður til þess að nemendur fá þjálfun í að tjá sig, útskýra sitt mál fyrir öðrum, leiðbeina og rökræða. Þessi samskipti innan hópsins leiða af sér mun dýpri skilning en einstaklingsnám og lausnirnar eru oft betri en þær sem koma frá einstaklingum¹⁰⁷. Þannig blómstra nemendur í samvinnunámi sem væru annars óvirkir í einstaklingsnámi því þeir þurfa að standa sig innan hópsins og vinna með honum að sama takmarki.

¹⁰⁵ Eggen og Kauchak 2003: 295

¹⁰⁶ Guðrún Pétursdóttir 2003: 25

¹⁰⁷ Elliott, Kratochwill, Littlefield og Travers 1996: 354–355

4.4 Skriflegar æfingar undir leiðsögn kennara

Það er ekki nóg að kenna viðfangsefni í stærðfræði vel heldur þurfa nemendur æfingu til að ná að tileinka sér nýjar aðferðir. Þegar nemendur fá þjálfun gera þeir sér betur grein því sem þeir kunna ekki og geta fengið aðstoð við það. Þetta er hægt að gera með skriflegum æfingum undir leiðsögn kennara en þá vinna nemendur einstaklingslega að lausn viðfangsefna og kennarinn gengur á milli og aðstoðar nemendur eftir þörfum. Skriflegar æfingar eiga aðeins við þegar ákveðið viðfangsefni hefur verið kennt. Skriflegar æfingar gefa kennaranum tækifæri á að veita nemendum athygli einstaklingslega og hjálpa þeim að festa ákveðnar aðferðir í huga sér¹⁰⁸.

Skriflegar æfingar undir leiðsögn kennara gefa nemendum tækifæri á að æfa sig á ákveðnu viðfangsefni einstaklingslega, á meðan kennarinn er nálægur. Skriflegar æfingar af þessu tagi gefa kennaranum tækifæri til að meta hæfni nemenda við að inna af hendi verkefni sem hann hefur lagt fyrir. Það gerir hann með því að sjá hvernig nemendur vinna verkefni og hvort að nemendur séu að ná þeirri færni sem þarf í verkefninu. Hlutverk kennarans í þessari kennsluáðferð er að fylgjast með vinnu nemenda og gefa leiðrétandi endurgjöf þegar þess er óskað¹⁰⁹.

Þegar þessi áðferð er notuð leggur kennarinn ákveðin dæmi fyrir nemendur og gefur þeim aðeins þann stuðning sem verður til þess að þeir ná árangri með því að vinna verkefni. Þegar nemendur fara í gengum þetta ferli taka þeir smám saman aukna ábyrgð á að tileinka sér viðfangsefnið. Með því að velja viðeigandi dæmi og raða þeim upp þannig að þau auðveldari séu fyrst og síðan þyngist þau smám saman ná nemendur fram þeim árangri sem ætlast er til. Kennarinn nær að fylgjast með lausnum nemenda og leiðrétta villur sem þeir gera. Þegar kennarinn hefur kennt viðfangsefnið nokkrum sinnum veit hann hverjar algengustu villurnar eru og getur fylgst með vinnu nemenda með þessar villur í huga¹¹⁰. Skriflegar æfingar flokkast undir atferliskenninguna þar sem nemendur þjálfast sig í þeim atriðum sem tekin eru fyrir í kennslustundinni¹¹¹.

¹⁰⁸ Kaplan 1990: 390–391

¹⁰⁹ Joyce og Weil 1996: 350

¹¹⁰ Eggen og Kauchak 2003: 371–372

¹¹¹ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 17

5. Námsmat

Með hugtakinu námsmati er oftast átt við að afla sér upplýsinga um námsárangur og námsframvindu einstakra nemenda¹¹². Þetta hugtak er mjög yfirgrípsmikið og felur í sér allar þær aðferðir sem notaðar eru til að safna upplýsingum um nám og framfarir nemenda og leggja mat á þær. Námsmat er einnig notað þegar ákveða á áframhaldandi framgang nemenda í námi. Það fylgir því mikil ábyrgð að meta nemendur og vinnu þeirra, því þurfa kennarar og nemendur að taka námsmatið mjög alvarlega og leggja rækt við það til að markmiðum sé náð eins og hægt er að gera ráð fyrir¹¹³.

Orðið námsmat er frekar ungt í íslenskri skólasögu en fyrirbærið sjálft er jafngamalt kennslunni. Hvaða aðferðir á að nota við námsmat hefur lengi verið álitamál og þrætuefni og má með sanni segja að það vefjist fátt eins fyrir kennurum og hvernig staðið skuli að námsmati. Skrifleg próf hafa löngum verið sú aðferð sem kennarar nota einna helst í kennslu bóknámsgreina. Neikvæð umræða hefur verið vaxandi um stöðluð próf og þykja þau ekki sýna rétta getu nemenda¹¹⁴. Þegar meta á námsárangur nemenda þarf að beita mörgum og ólíkum mælingar- og matsaðferðum. Námsmat er meira en safn rannsóknar- eða matsaðferða, það er ferli sem er mikilvægur þáttur ef ná á árangri í kennslu. Ferlið byrjar með því að sett eru fram stefnumið og námsmarkmið og það endar með matsniðurstöðu, um hve stór hluti markmiðanna nást¹¹⁵.

Þó að hugtakið námsmat sé samheiti yfir þær aðferðir sem notaðar eru til að meta nemendur eru í raun þrjú meginhugtök notuð í námsmati. Þessum hugtökum er oft ruglað saman því þau tengjast öll kennsluferlinu en þau eru námsmat, próf og mælingar. Námsmat er notað sem almennt heiti yfir allar þær aðferðir sem notaðar eru til að safna upplýsingum um nám nemenda. Sem dæmi má nefna vettvangsathuganir, flokkun og mat á verklegri frammistöðu og stórum verkefnum og skrifleg próf. Þessar upplýsingar gefa niðurstöðu um framgang nemenda í námi. Próf er aftur á móti mjög sérstök aðferð við námsmat sem felur venjulega í sér fyrirframgerðar spurningar sem lagðar eru fyrir alla nemendur við nokkurn veginn sambærilegar aðstæður innan ákveðinna tímamarka. Þegar mælingar eru notaðar fela þær í sér að heimfæra

¹¹² Kaplan 1990: 486

¹¹³ Guðrún Pétursdóttir 2005: 1

¹¹⁴ Ingvar Sigurgeirsson, 1999: 2–4

¹¹⁵ Gronlund og Linn [Án árs]: 1

tölur úr árangri í prófum eða öðru námsmati eftir ákveðnum reglum t.d. að telja rétt svör eða gefa ákveðin stig fyrir tiltekinn þátt í ritgerð¹¹⁶.

Námsmatsaðferðir má flokka eftir hlutverki þeirra í náms- og kennsluferlinu og eru yfirleitt notaðir fjórir flokkar í skólastarfinu, en þeir eru stöðumat, leiðsagnarmat, greinandi mat og lokamat. Stöðumat er notað þegar athuga á getu nemanda þegar nám hefst, til að kennarinn viti hver staða hans er í ákveðnu viðfangsefni. Hægt er meta með því að spyrja spurninga t.d. hvort nemandinn hafi þá þekkingu og leikni á valdi sínu sem nauðsynlegt er til að hefja viðkomandi nám? Hefur nemandi sem er að byrja að læra algebru þann grundvallarskilning sem er forsenda slíks náms? Einnig getur kennari spurt sig hvort hann geti séð á áhuga, vinnuvenjum eða persónueinkennum hvort ein kennsluaðferð henti nemandanum frekar en önnur. Þegar leita á svara við slíkum spurningum er hægt að skoða skýrslur um fyrri námsárangur, leggja fyrir próf í viðfangsefninu, beita vettvangsathugunum o.fl. Tilgangur stöðumats er að ákveða, á einstaklingsgrunni, stöðu nemanda í námsferlinu og hvers konar námsefni, kennsluaðferðir og námsaðstæður henta honum best.

Leiðsagnarmat er notað til að fylgjast með námsferlinu jafnhliða kennsluferlinu og er í raun samofið kennslunni. Tilgangurinn með matinu er að veita nemendum og kennara stöðuga endurgjöf um það sem gengur vel og ekki eins vel í námsferlinu með umbætur að leiðarljósi¹¹⁷. Tilgangur leiðsagnarmats er að aðstoða nemendur að ná markmiðum í námi sínu og ákveða hvert á að stefna. Kennarinn þarf að gefa nemendum reglulegt endurmat um nám og frammistöðu og er frammistöðumat því mikilvægur þáttur í leiðsagnarmati. Leiðsagnarmat færir kennaranum upplýsingar sem hann getur notað til að aðlaga kennsluna að einstaklingnum og koma til móts við hann á einstaklingsgrunni¹¹⁸.

Greinandi mat leitar orsaka fyrir viðvarandi námsörðugleikum nemenda en við slíkt mat þarf að nota sérstaklega hönnuð greiningapróf ásamt fjölbreyttum vettvangsathugunaraðferðum. Oft þarf að kalla til þjónustu sérkennara, sálfræðinga eða lækna til að greina og fást við mjög alvarlega námsörðugleika. Þegar greinandi mat hefur verið framkvæmt og niðurstaða greiningar á námsörðugleikum liggur fyrir er hægt að nota hana til að gera áætlun um hvað á að gera til að koma til móts við þarfir nemandans¹¹⁹.

¹¹⁶ Gronlund og Linn [Án árs]: 3

¹¹⁷ Gronlund og Linn [Án árs]: 10–11

¹¹⁸ Pollard 2005: 321

¹¹⁹ Gronlund og Linn [Án árs]: 11

Lokamat fer yfirleitt fram við lok áfanga, annar eða skólaárs og er tilgangur þess að meta hvernig nemandi hefur gengið að ná þeim markmiðum sem sett voru í upphafi¹²⁰. Þær aðferðir sem notaðar eru við lokamat ákvarðast af menntunarmarkmiðum en oftast byggist það á prófum sem kennarinn hefur samið, mati á verklegri vinnu nemenda t.d. vinnu í tímum og flutningi á munnlegri skýrslu eða mati á verkefnum nemenda t.d. ritgerðum. Megintilgangur með lokamati er að gefa nemendum einkunnir og staðfesta námsárangur þeirra en matið veitir einnig upplýsingar, sem nota má til að meta markmiðin sem sett voru og kennsluna í heild sinni¹²¹.

Í aðalnámskrá grunnskóla 2007 segir að hverjum kennara og skóla beri skylda til að fylgjast vandlega með því hvernig nemendum gengur að ná námsmarkmiðum sem aðalnámskrá og skólinn setja þeim. Námsmatið á að veita nemendum og foreldrum þeirra, kennurum, viðtökuskólum og skólayfirvöldum upplýsingar um námsgengi nemenda. Með námsmati er hægt að meta stöðu nemandans og fá gagnlegar upplýsingar sem síðan auðvelda skipulag kennslunnar og gera námið markvissara. Þær aðferðir sem notaðar eru við námsmat verða að hæfa þeim markmiðum sem sett eru í upphafi og endurspeglar áherslur í kennslunni. Mörg markmið eru þannig að ekki er gerlegt að nota staðlað námsmat heldur verður að nota fjölbreytilegri aðferðir t.d. að nemandi taki ábyrgð á eigin framlagi í hópavinnu og að nemandi efli hæfni sína í að ræða um stærðfræði¹²².

Þær aðferðir sem mest hafa verið notaðar í grunnskólum á síðustu áratugum eru formlegt mat en það er ferli sem felur í sér að safna upplýsingum á kerfisbundinn hátt t.d. að leggja fyrir próf sem er fyrirfram ákveðið, skyndipróf eða heimavinnu¹²³. Námsbækur sem notaðar voru í stærðfræðikennslu á unglingsstigi á þessum tíma, bækurnar *Almenn stærðfræði I, II, og III*, gera ráð fyrir að nemendur taki sjálfspróf í lok hvers viðfangsefnis og kaflapróf í lok hvers kafla¹²⁴. Þetta hefur þó breyst í stærðfræðikennslu með tilkomu nýs námsefnis, bókanna *8-tíu* sem leggja áherslu á fjölbreyttar matsaðferðir og nota kennarar nú margbreytilegri aðferðir við námsmat en tíðkast hefur. Tillögur að námsmati er hægt að nálgast á geisladiski með gefin er út með námsefninu og er þá verið að tala um skriflegar leiðbeiningar en ekki verkefni sjálf¹²⁵. Komið hafa fram aðferðir við námsmat sem byggjast á því að safna markvissu upplýsingum um

¹²⁰ Pollard 2005: 331–332

¹²¹ Gronlund og Linn [Án árs]: 11

¹²² *Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti* 2007: 16–17

¹²³ Eggen og Kauchak 2003: 397

¹²⁴ Björk, Björkstén, Brodin, Ernstam og Ljungström 1996: 3

¹²⁵ Björgvin Sigurðsson, Guðbjörg Pálsdóttir o.fl. 2005: 2–12

frammistöðu nemenda meðan á námi þeirra stendur¹²⁶. Er það alhliða námsmat sem styðst við skólastarf þar sem nemendur eru að fást við krefjandi og helst raunveruleg viðfangsefni. Matið á að fá nemendur til að beita þekkingu sinni, skilningi, innsæi, hugmyndaflugi og leikni. Áhersla er lögð á virka þátttöku nemenda, sjálfsmat og jafningamat þar sem meginatriðið er að nemendur sýni það sem þeir kunna við eðlilegar aðstæður¹²⁷.

Alhliða námsmat flokkast undir markviðmiðað mat sem oftast er einstaklingsmiðað og segir það til um hvort ákveðnum markmiðum hefur verið náð og aðgreinir nemendur eða ber þá saman. Leitast er við að skapa forsendur til þess að hægt sé að greina þá þekkingu, leikni og frumkvæði sem hver einstakur nemandi getur sýnt fram á¹²⁸. Fylgismenn alhliða námsmats leggja megináherslu á að námsmatsaðferðir styðji við og styrki frjóa kennsluhætti og séu eðlilegur hluti þeirra. Lögð er áhersla á þátttöku nemenda í matinu og að þeir taki nokkra ábyrgð á eigin námi og þess vegna er lögð áhersla á sjálfsmat og jafningamat. Einnig er lögð áhersla á að sem flestir komi að matinu. Kennarar í mismunandi greinum vinni saman, kennarar hafi samráð þvert á árganga, skólastjórnendur séu hafðir með í ráðum, sérfræðingar séu kallaðir til eftir því sem unnt er og leitað sé álits foreldra Helstu aðferðir alhliða námsmats eru vettvangsathuganir, frammistöðumat, sýnimöppur og ferilmöppur, sýningar, sjálfstæð verkefni, sjálfsmat nemenda, sérfræðimat eða foreldramat, jafningamat, greining og mat á úrlausnum nemenda og próf¹²⁹.

Með tilkomu fjölbreyttari kennsluaðferða í grunnskólum þarf kennarinn að sama skapi að vera tilbúinn að nota fjölbreytt námsmat. Mikilvægt er að námsmat sé margbreytilegt til að hægt sé að koma til móts við alla nemendur á sama hátt og einstaklingsmiðaðir kennsluhættir gera ráð fyrir fjölbreytilegri nálgun á viðfangsefninu. Hugsa þarf um námsmat sem leiðavísir í gegnum nám nemenda og segja má að það sé undirstaða námsaðlögunar í kennslu. Því þurfa kennarar að meta nemendur á margvíslegan hátt í gegnum kennsluferlið. Athuga þarf hvort að nemendur séu tilbúnir fyrir námið sem fara á fram í kennslustofunni, áhugasvið þeirra og námshætti til að geta komið til móts við þá eins og best er á kosið¹³⁰. Margar aðferðir eru til við námsmat og það er á valdi kennarans að velja leiðir sem henta þeim kennsluaðferðum sem hann hefur valið.

¹²⁶ Ingvar Sigurgeirsson 1999: 86

¹²⁷ Ingvar Sigurgeirsson 1999: 86

¹²⁸ Guðrún Pétursdóttir 2005: 1

¹²⁹ Ingvar Sigurgeirsson 1998: 5

¹³⁰ Guðrún Pétursdóttir 2005: 1–2

Námsmatsleiðirnar hér á eftir eru leiðir sem samræmast vel þeim kennsluaðferðum sem fjallað var um í kafla fjögur.

5.1 Frammistöðumat

Skipulegar athuganir eða frammistöðumat á sér stað þegar kennarinn fylgist markvisst með öllum nemendum og skráir hjá sér á skipulegan hátt þau atriði sem meta á í hvert skipti. Þessar athuganir eru gerðar oft og reglulega, áhersla er lögð á að fylgjast með nemendum við mismunandi aðstæður og byggt er á margháttuðum athugunum. Þegar frammistöðumat er notað í kennslu er verið að meta hæfni nemenda til að leysa ákveðin verkefni. Verkefnin sem lögð eru fyrir nemendur eru oft raunveruleg úrlausnarefni þar sem þeim gefst kostur á að nota þekkingu sína og leikni þar sem fleiri en ein lausn er á verkefninu. Þetta geta verið hvort sem er einstaklings- eða hópverkefni. Helstu kostir frammistöðumats eru að mögulegt er að mæla flóknar athafnir, athuga hvort að nemendur hafi náð færni á ákveðnum sviðum og kennarinn nær að afla sér mikilvægra upplýsinga um styrk- og veikleika nemenda¹³¹.

Í upphafi þarf að setja niður hvað á að meta en mikilvægt er fyrir kennarann að gera nemendum ljóst hvaða hæfni eða aðgerð á að meta. Það hjálpar þeim að átta sig á hvaða kröfur eru gerðar til þeirra og við hverju þeir mega búast. Kennarinn þarf einnig að ákveða hvernig á að meta nemendur og hvort matið eigi að ná til ferils eða afurðar t.d. hvort nemendur veita rétt svar við stærðfræðidæmi eða hvort að þeir noti réttar aðferðir sem leið að réttri lausn. Að lokum þarf kennarinn að átta sig hvort matið er leiðsagnarmat eða lokamat og hvernig á að nota matið, verður matið t.d. til þess að kennarinn bregðist við, veiti nemendum endurgjöf, leiðbeini þeim o.fl. Þessi atriði þarf kennarinn að leggja yfir til að frammistöðumatið verði eins gott og mögulegt er¹³². Við frammistöðumat er t.d. hægt að nota matslista, gátlista, marklista og leiðarbækur en þessar aðferðir byggjast allar á skipulegum athugunum kennara.

Kostir námsmats með þessum hætti eru m.a. þeir að námsmatið verður hlutlægt og stöðugt, það hjálpar kennaranum að skilgreina hvaða þætti á að meta, það sýnir nemendum mjög skýrt hvernig frammistaða þeirra er metin og til hvers er ætlast, gerir nemendur meðvitaða um jafningjamat, er gott tæki við endurgjöf vegna þess að markmiðin eru gagnsæ og afmarkar þá þætti sem á að meta í hvert sinn og framgang matsins¹³³. Hægt er að meta bæði skriflegar æfingar

¹³¹ Guðrún Pétursdóttir 2005: 2

¹³² Eggen og Kauchak 2003: 409

¹³³ Guðrún Pétursdóttir 2005: 2

og stýrða kennsla með frammistöðumati. Kennari getur gengið á milli þegar nemendur eru að leysa skriflegar æfingar og skráð hjá sér frammistöðu nemenda. Hann getur t.d. ákveðið að athuga hvort að nemendur sýni útreikninga við lausnir stærðfræðidæma, þá skráir kennari hjá sér niðurstöður og getur síðan unnið út frá þeim. Kennari getur einnig athugað hvort að stýrð kennsla hefur haft tilætluð áhrif með því að leggja fyrir nemendur stærðfræðidæmi sem hann hefur verið að leggja inn til að sjá hvort að nemendur eru að ná að tileinka sér það viðfangsefni sem farið var í. Frammistöðumat flokkast bæði undir sjónarmið atferlis- og hugsmíðikenningu þar sem margar matsaðferðir rúmast innan þess.

5.2 Sjálfsmat og jafningjamat

Sjálfsmat og jafningjamat eru hluti af frammistöðumati. Matið gerir miklar kröfur til nemenda, það getur verið mjög þroskandi, eflt sjálfsvitund þeirra og eykur líkur á því að þeir finni til ábyrgðar á eigin námi. Í alhliða námsmati er lögð mikil áhersla á virka þátttöku nemenda og eru þeir hafðir með í ráðum um matið eins og kostur er. Stór þáttur í því að virkja nemendur er að gera sjálfsmat og jafningjamat að föstum lið í skólalastarfinu¹³⁴.

Þegar sjálfsmat er notað sem matsaðferð halda nemendur gjarnan dagbók þar sem þeir færa inn hugleiðingar sínar um námið. Einnig er byggt á viðtölum við nemendurna þar sem rætt er hvernig til hefur tekist og nemendur eru hvattir til að leggja mat á námið¹³⁵. Ef nemendur eru vel upplýstir um námið verður sjálfsmat þeirra tilefni til umræðna við kennara og aðra nemendur. Með umræðunum eflist vitund nemenda og tilfinning þeirra fyrir námsmatinu og þá er líklegra að þeir leggi sig betur fram í náminu. Því er æskilegt að nemendur séu þjálfaðir í námsmati¹³⁶. Með aðferðinni skilja nemendur betur til hvers er ætlast af þeim í náminu því þeir hafa tekið virkan þátt í að ræða markmið námsins og meta hvort þau hafi náðst. Einnig eykur sjálfsmatið líkur á að þeir geri sér grein fyrir sterkum og veikum hliðum sínum, þetta veitir kennaranum mikilvægar upplýsingar sem hann getur ekki aflað með öðrum hætti¹³⁷.

Jafningjamat fer oft þannig fram að nemendur meta verk hvers annars eða frammistöðu bekkjarfélaga í ákveðnum verkefnum sem geta bæði verið hóp- og einstaklingsverkefni. Það er mikilvægur þáttur í námsmati því oft sjá nemendur hluti sem kennaranum yfirsést. Það getur einnig stuðlað að því að nemendum finnist þeir vera fullgildir þátttakendur í námsmatinu sem

¹³⁴ Guðrún Pétursdóttir 2005: 2

¹³⁵ Ingvar Sigurgeirsson 1999: 91

¹³⁶ Guðrún Pétursdóttir 2005: 11

¹³⁷ Ingvar Sigurgeirsson 1999: 91

gerir það að verkum að sjálfstraust þeirra og virðing fyrir matinu eflist¹³⁸. Mikilvægt er að þjálfar nemendur í sjálfsmati og jafningjamati þannig að matið verði uppbyggilegt og leiðsegjandi. Hægt er að nota sjálfsmat í bæði samvinnunámi og leitarnámi þar sem nemendur meta frammistöðu sína í hópavinnu. Það á einnig við um jafningjamat en þá meta nemendur t.d. frammistöðu annarra hópa þegar þeir kynna niðurstöður sínar.

Segja má að sjálfsmat og jafningjamat flokkist undir sjónarmið hugsmíðikenningarinnar. Fylgjendur hugsmíðihyggjunnar aðhyllast matsaðferðir sem byggjast m.a. á því að gera nemendur ábyrga fyrir eigin námi og láta þá fá í hendur verkfæri til mats á eigin getu og vinnubrögðum. Þegar unnið er eftir sjónarmiðum hugsmíði er gert ráð fyrir að nemendur séu að byggja upp þekkingu og því er nauðsynlegt að skoða ferlið sem á sér stað við þekkingarleit hvers nemanda. Þetta er gert með því að fylgjast með nemendum á margvíslegan hátt við mismunandi aðstæður og er sjálfsmat og jafningjamat talið jafn mikilvægt og mat kennara til að hægt sé að fá sem besta mynd af afrakstri hvers og eins nemanda¹³⁹.

5.3 Ferilmöppur

Ferilmöppur eiga að sýna sögu nemandans, framfarir og þversnið af vinnu hans. Ferilmöppur gefa mjög skýra mynd af því sem nemandanum hefur áunnist, sem næst ekki að sýna fram á með prófum einum og sér¹⁴⁰. Í ferilmöppu eru settar heimildir um nám nemanda eða nemendahóps og er tilgangur hennar að vera trúverðug heimild um nám nemandans í tilteknu fagi með því að gefa yfirlit yfir þau verk sem hann hefur unnið. Því má segja að mappan sé nokkurs konar heimildasafn um vinnu nemandans¹⁴¹.

Kostur ferilmappa er að sýna verk hvers nemanda fyrir sig og þar getur nemandi safnað saman verkefnum sínum á þeim sviðum sem hann er sterkastur, og þar sem hæfileikar hans liggja, en það næst ekki alltaf fram með stöðluðum prófum. Með ferilmöppum er ýtt undir metnað hjá nemendum sem annars eru metnaðarlausir í námi sínu, en í möppurnar vilja þeir safna sinni allra bestu vinnu yfir ákveðin tímabil, og þar af leiðandi vinna þeir verkefni sín mun betur til að geta verið stoltir af möppunni í lok tímabilsins. Þetta ýtir undir ábyrgðarkennd

¹³⁸ Guðrún Pétursdóttir 2005: 11

¹³⁹ Guðrún Pétursdóttir 2005: 11

¹⁴⁰ Macleod: bls 1–2

¹⁴¹ Ingvar Sigurgeirsson 1998: 8

nemandans fyrir eigin námi og eykur sjálfstraust hans sem einstaklings. Ferilmöppur gefa okkur upplýsingar um framfarir nemandans fyrir kennarann, nemandann og foreldrana¹⁴².

Ferilmöppu er hægt að nota á öllum námsstigum og í öllum námsgreinum. Það eru nokkur atriði sem verður að athuga ef að námsmöppur eiga að uppfylla þau skilyrði sem að sett eru. Áður en farið er af stað með notkun námsmappa þarf tilgangur þeirra að vera mjög skýr, t.d. að hafa stjórn á námi nemandans, fylgjast með framförum hans, uppfylla þarfir hans sem einstaklings í námi, að meta námsframvindu hans og að sýna hverju nemandinn hefur áorkað með tilliti til markmiða námskrár¹⁴³.

Nemendur taka oft þátt í að ákveða hvernig á að meta efnið sem fer í ferilmöppuna og ákveða þær viðmiðanir sem nota á við matið. Það sem fer í möppuna ræðst af megintilgangi kennslunnar hverju sinni og einnig eftir því hverjum á að sýna afraksturinn. Lögð er áhersla á að verkefni fari ekki einungis í ferilmöppuna, heldur einnig greinagerðir nemenda, hugleiðingar þeirra og þær ályktanir sem þeir draga¹⁴⁴.

Þegar ferilmappa er notuð er mikilvægt að nemendur séu hafði með í ráðum þegar ákveða á hvað á að fara í möppurnar og hvernig á að meta það. Með því að hafa nemendur með í ráðum hjálpar kennarinn þeim að vera meðvitaðir um þá möguleika sem í boði eru til að meta vöxt þeirra í námi. Þegar nemandinn skoðar möppuna sér hann þær framfarir sem hafa orðið og það eykur trú hans á eigin getu¹⁴⁵. Hægt er að láta nemendur safna vinnu sinni í ferilmöppu þegar unnið er eftir leitarnámi eða samvinnunámi. Þá safna nemendur hugleiðingum sínum þegar þeir vinna að verkefnum, tilgátum að lausnum, athugunum, úrvinnslu og síðan þeim niðurstöðum sem hópurinn kemst að. Mappan er síðan metin í lok skólaársins. Í stærðfræði geta nemendur safnað lausnum og útreikningum á stærðfræðilegum viðfangefnum.

Að nota ferilmöppu sem námsmat er í anda hugsmíðikenningarinnar en þar segir að nemandi þurfi að vera þátttakandi í námsferlinu til að geta tileinkað sér þekkingu. Með því að nota ferilmöppu tekst nemandinn á við það verkefni að velja, hafna og setja í möppuna það sem hann telur hæfa best markmiðum hvernar möppu. Hægt er að nota gátlista með ákveðnum atriðum sem eiga að koma í möppuna, þar sem merkt er við þegar nemandinn nær t.d. samlagningu og frádrætti brota. Mappan er því gagnaöflun sem felur í sér stöðuga ígrundun um

¹⁴² Macleod: bls 1–4

¹⁴³ Macleod : bls 1–4

¹⁴⁴ Ingvar Sigurgeirsson 1998: 9

¹⁴⁵ Eggen og Kauchak 2003: 412–413

hvað á að vera í henni og hvað ekki. Hún er vettvangur sjálfsmats en einnig þarf kennarinn að meta gögnin eins og önnur gögn sem hann metur til marks um árangur nemandans. Með því að nota ferilmöppu fær nemandinn að vera þátttakandi í matsferlinu og læra að taka ábyrgð á eigin námi og framförum.

5.4 Skriflegar kannanir

Skriflegar kannanir eru notaðar til þess að kanna árangur nemenda og athuga hvort að þeir hafi náð tilætluðum árangri. Skriflegar kannanir eru notaðar til að athuga þekkingu, færni og skilning nemenda á ákveðnu viðfangsefni og geta þær verið lagðar fyrir með ákveðnu millibili til að athuga hvort nemendur hafi náð að tileinka sér þau viðfangsefni sem lögð hafa verið fyrir¹⁴⁶.

Þegar kennari undirbýr nemendur fyrir kannanir er mikilvægt að hann afmarki þau viðfangsefni sem eru til prófs, að hann leyfi nemendum að æfa þær aðferðir sem nemendur þurfa að nota í könnuninni og einnig að kennarinn komi fram með jákvæðar væntingar til nemenda á meðan þeir æfa sig fyrir hana. Kennarinn getur komið með gátlista fyrir nemendur til að þeir geti verið vissir um að hafa farið yfir öll þau atriði sem athuga á en þessi atriði vinna öll saman að því að tryggja besta mögulega árangur. Ef kennari gerir þetta gefur hann nemendum yfirsýn yfir innihald könnunarinnar og tekur fram þau atriði sem hann leggur áherslu á. Þetta hjálpar einnig kennaranum kerfisbundið að skipuleggja prófið og eykur líkurnar á góðum árangri nemenda.

Þegar nemendur taka könnun eru tvö atriði sem eru metin en þau eru skilningur þeirra á viðfangsefninu og hæfni þeirra til að bregðast við framsetningunni á því. Ef nemendur eiga að leysa orðadæmi í stærðfræði þar sem leggja á saman brot, þurfa þeir fyrst að skilja hvað verið er að biðja um og síðan að hafa færni til að leggja brotin saman¹⁴⁷.

Skriflegar kannanir er hægt að nota bæði eftir að nemendur hafa leyst skriflegar æfingar og einnig eftir stýrða kennslu. Þegar kennarinn hefur farið í ákveðið viðfangsefni athugar hann hvort að nemendur hafa náð að tileinka sér viðfangsefnið með því að leggja fyrir könnun. Kennarinn þarf þó að passa að gefa nemendum fyrirvara á kannanir því ef hann gerir það ekki eykur hann líkurnar á prófkvíða hjá nemendum. Þeir nemendur sem ná ekki tókum á viðfangsefnum í könnunni þurfa að fá meiri tíma og hjálp kennarans til að ná að tileinka sér þau. Segja má að skriflegar kannanir séu í anda atferlisstefnunnar því í þeim er einungis verið að athuga færni í afmörkuðum hluta þess námsefnis sem farið hefur verið í.

¹⁴⁶ Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir 2005: 91–92

¹⁴⁷ Eggen og Kauchak 2003: 404

Þegar kennarinn velur mattsáðferðir til að nota í skólastofunni er mikilvægt að hann skoði þær kennsluáðferðir sem nemendur hafa unnið eftir og meti út frá þeim þær áðferðir sem nota á við matið. Í upphafi skal endinn skoða og því er mikilvægt að kennarinn samræmi kennsluáðferðir við það hvernig hann ætlar að meta vinnu og afrakstur nemenda.

6. Samantekt og umræða

Stærðfræðikennsla hefur breyst mikið undanfarna áratugi, áherslubreytingar hafa orðið í kennsluháttum og einnig er byggt á öðrum grunni en áður varðandi hugmyndafræði. Segja má að þessar breytingar hafi átt sér stað með tilkomu nýrra námskráa árið 1999. Í stærðfræðihluta námskrárinnar koma fram nýjungar sem leggja aukna áherslu á að stærðfræðikennsla þurfi að efla rökfasta hugsun, efla hugkvæmni, laða fram gagnrýna og greinandi hugsun en einnig sjálfstraust, forvitni, löngun til að rannsaka og leita lausna á hinu óþekkta¹⁴⁸. Á sama tíma og námskrárnar komu út kom einnig út nýtt námsefni í stærðfræði, sem aðstoðar kennarann við að svara þessum nýjum áherslum. Með þessu þurfa kennarar að fara upp úr hjólförum og endurskoða viðhorf sitt til stærðfræðikennslu. Það hlýtur að hafa verið spennandi að kynna sér alla þá möguleika sem í boði eru við nálgun á viðfangsefnum, prófa sig áfram og sjá útkomuna. Áður voru kennarar í því hlutverki að fræða nemendur og kenna þeim eina mögulega lausn, reglu og aðferð við lausn á viðfangsefnum í stærðfræði. Kennslustundin fór í að kenna nýja aðferð og á eftir unnu nemendur fjöldann allan af dæmum úr afmörkuðu efni sem búið var að fara í. Námsaðlögun var engin og unnu allir nemendur að sömu viðfangsefnum óháð getu. Það hefur verið erfitt fyrir getulitla nemendur að vera í grunnskóla á þessum árum og vera stanslaust að vinna verkefni sem þeir höfðu enga getu til að inna af hendi, án þess að mæta nokkrum skilningi á því. Þetta á einnig við um bráðgera nemendur sem hafa orðið að bíða eftir að allir væru búnir með þau viðfangsefni sem lögð voru fyrir áður en hægt var að halda áfram.

Breyting á þessu kemur fram í nýjum námskrám 1999 en í almenna hlutanum kemur fram að grunnskólinn á leitast við að haga störfum sínum í sem fyllstu samræmi við eðli og þarfir nemenda og stuðla að alhliða þroska hvers og eins¹⁴⁹. Eitt af grundvallarmarkmiðum skólustarfs er jafnrétti til náms sem er fólgið í að bjóða nemendum nám og kennslu við hæfi, en í því felast ekki endilega sömu úrræði fyrir alla heldur sambærileg og jafngild tækifæri¹⁵⁰. Með þessum breytingum er grunnskólum skylt að aðlaga kennsluna að þörfum hvers og eins og því er ekki í boði að vera með sama námsefnið og sömu kennsluáferðir fyrir alla nemendaflórana. Þess vegna er mikilvægt að kennarar kynni sér þær kenningar sem til eru varðandi nám nemenda og noti þær til námsaðlögunar.

¹⁴⁸ *Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði 1999*: 10

¹⁴⁹ *Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti 1999*: 14

¹⁵⁰ *Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti 1999*: 16

Kenningar um nám eru margvíslegar og ef kennarinn kynnir sér þær geta þær víkkað skilning hans á námi nemenda. Námskenningar hjálpa kennaranum að skapa auðugt námsumhverfi en einnig gera þær auknar kröfur um fjölbættara námsskipulag en tíðkast hefur í grunnskólum. Rannsóknir undanfarinna áratuga hafa sýnt fram á að kenningar um nám nemenda geta leiðbeint kennaranum um hvernig er árangursríkast að kenna og hvers vegna. Sjónarmið námskenninga um með hvaða hætti nemendur tileinka sér þekkingu, miðað við þroska og það umhverfi sem námið fer fram í, eru mjög mismunandi¹⁵¹.

Þær kenningar sem hér hefur verið fjallað um eru atferlisstefna, hugræn atferlisstefna og hugsmíðikenning. Fylgjendur atferlisstefnunnar álíta að í skólastofunni sé kennarinn í hlutverki fræðarans og miðli þekkingu til nemenda. Öll kennsla er mjög vel skipulögð og viðfangsefni lögð fram eftir fyrirfram ákveðnum leiðum. Nemendur æfa sig í ákveðnu viðfangsefni, þangað til þeir hafa öðlast færni í því. Nemendur eru síðan metnir í afmörkuðum þáttum viðfangsefnisins, þegar þeir hafa öðlast þá hæfni sem kennarinn telur að þeir þurfi að ná.

Hugræn atferlisstefna er að mestum hluta notuð til að aðstoða nemendur við að taka á ákveðnu vandamáli varðandi nám eða hegðun. Kennarinn aðstoðar nemendur við að setja sér afmörkuð markmið, vakta og meta hegðun sína og einnig að stjórna þeim verðlaunum sem þeir fá ef markmiðin sem sett voru í upphafi nást. Með þessu hugsa nemendur á annan hátt um gjörðir sínar og fara að bera aukna ábyrgð á hegðun og eigin námi.

Þegar unnið er samkvæmt hugsmíðikenningunni aðstoðar kennarinn nemendur við að byggja upp þekkingu sína á fyrri þekkingu eða reynslu. Nemendur eru virkir þátttakendur og hafa val um hvernig þeir nálgast viðfangsefnið. Með því öðlast þeir gagnrýna hugsun og skilning á því sem tekið er fyrir hverju sinni. Fjölbreyttar matsaðferðir eru notaðar þar sem nemendur eru þátttakendur í námsmatinu.

Þegar kemur að stærðfræðikennslu er mikilvægt að kennarinn átti sig á þeim leiðum sem eru mögulegar til að námið verði ögrandi, ánægjulegt, árangursríkt og lærdómsríkt fyrir nemendur. Þá er nauðsynlegt að kennarinn sé meðvitaður um þær leiðir sem í boði eru. Með því að skoða námskenningar sem liggja að baki kennsluáðferðum og matsaðferðum fær kennarinn innsýn í þá möguleika sem kenningarnar bjóða upp á. Oft aðhyllast kennarar eða skólastofnanir aðeins eina kenningu og vinna samkvæmt henni í öllu starfi sem fram fer innan þeirra. Þetta á við um stærðfræði eins og aðrar námsgreinar. En af hverju ekki að flétta þessar kenningar saman til

¹⁵¹ Mcdonald og Þuríður Jóhannsdóttir 2003: 1

að ná fram sem árangursríkustu námi nemenda? Í stærðfræðikennslu er oft ekki mögulegt að nemendur uppgötvi aðferðir og leiðir að mögulegum lausnum, heldur þarf kennarinn að sýna nemendum mögulegar leiðir, reglur og aðferðir. Eftir það þurfa nemendur æfingu í að tileinka sér viðfangsefnið. Sem dæmi um þetta er þegar nemendur eru að vinna með jöfnu beinnar línu, $y = ax + b$. Það er erfitt fyrir nemendur að uppgötva að a er hallatala línunnar og b er skurðpunktur hennar við y -ás ef enginn leiðbeinir þeim. Þess vegna er gott að blanda saman hugsmíði- og atferliskenningu í stærðfræðikennslu. Oft bjóða viðfangsefnin líka upp á að nemendur séu í forsvari í þekkingaröflun sinni eins og í viðfangsefninu frumtölur. Þá er hægt að nota sjónarmið hugsmíðinnar og láta nemendur finna skilgreininguna á hugtakinu frumtala. Nemendur vinna þá saman að því að koma fram með tilgátur og hugmyndir sem gætu svarað spurningunni. Innan nemendahópsins eru oftast nemendur sem erfitt er að virkja og er þá nauðsynlegt að kennarinn átti sig á því hvernig hægt er að virkja þá. Kennarinn getur þá unnið eftir sjónarmiðum hugrænnar atferlisstefnu og látið þá nemendur setja sér markmið varðandi hegðun og nám. Með því eykst virkni þeirra nemenda og þeir öðlast aukna ábyrgðarkennd í námi sínu.

Í aðalnámskrá grunnskóla í stærðfræði 2007 kemur fram að gera eigi ráð fyrir fjölbreyttum kennsluháttum þar sem hluti kennslunnar fer fram sameiginlega í bekknum með innlögn og samantekt. Innlögn á að fara fram í stuttum lotum en nemendur eiga jafnframt að fá nægan tíma til úrvinnslu einir og með öðrum og kynnast hugtökum við lausn verkefna frá ýmsum sjónarhornum. Jafnframt á verulegur hluti námsins að fara fram í samvinnu nemenda í litlum hópum þannig að þeir vinni saman að athugunum, rannsóknum og mælingum til að afla upplýsinga og vinna úr þeim. Þannig læra nemendur að skipta með sér verkum, miðla eigin hugmyndum, vinna með hugmyndir annarra, kveikja þær hjá öðrum og fá sameiginlegar hugmyndir¹⁵². Þessi markmið aðalnámskrár eiga bæði við hugsmíði- og atferliskenninguna sem rökstyður enn það sjónarmið að nauðsynlegt sé að flétta þessar aðferðir saman til að stuðla að árangursríku námi nemenda.

Þegar kennarinn velur kennsluáferðir verður hann að taka tillit til, að þeir nemendur sem hann er með í höndunum, fái sem best tækifæri til að efla nám sitt og þroska. Kennslan verður því að taka mið af þörfum og reynslu hvers nemanda og efla námsfýsi og vinnugleði hans¹⁵³.

¹⁵² Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði 2007: 8

¹⁵³ Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti 2007: 15

Margvíslegar kennsluaðferðir standa kennurum til boða en mismunandi er hvernig best er að nálgast hvert viðfangsefni. Þegar kennarinn er að útskýra nýtt viðfangsefni sem nemendur þekkja ekki er gott að nota stýrða kennslu þar sem hún er mjög gagnleg til að miðla upplýsingum til nemenda, setja þær í samhengi, skýra útreikninga og setja fram sýnidæmi. Kennarinn fer í gegnum viðfangsefnið og gengur úr skugga um að nemendur séu að skilja það sem fram fer, það gerir hann með því að spyrja þá spurninga varðandi efnið t.d. hvað er það fyrsta sem gert er þegar leysa á jöfnu og finna x. Kennari sem er duglegur að spyrja spurninga heldur athygli nemenda og gerir þá að virkum þátttakendum í kennsluferlinu. Þegar kennarinn álitur að nemendur skilji það sem fram fer æfa nemendur sig við lausn sambærilegra dæma.

Þegar nemendur þurfa að þjálfa sig í ákveðnum reikningsaðferðum eða vinna eftir reglum við lausn viðfangsefna hentar vel að nota skriflegar æfingar. Þegar skriflegar æfingar eru notaðar vinna nemendur einstaklingslega að lausn viðfangsefna og kennari gengur á milli og aðstoðar þegar þörf er á. Nemendur átta sig fljótlega á því hvað þeir kunna vel og hvað þeir þurfa að tileinka sér betur og því er gott að hafa kennarann nálægan til aðstoðar. Kennarinn nær að fylgjast með nemendum og átta sig á hvað þeir ná að tileinka sér og hvað ekki, en það gefur honum tækifæri á að átta sig á stöðu hvers nemanda.

Ef kennarinn vill leggja lausn verkefna fyrir hóp en ekki einstaklinga er hægt að nota samvinnunámsaðferð en aðferðin er árangursrík til að koma til móts við margbreytileikan í skólastofunni. Nemendum er skipt í vinnuhópa og er mikilvægt að jafnvægi sé í hópunum m.t.t. getu og virkni. Nemendur fá hlutverk innan hópsins sem segir til um hver skylda þeirra innan hans er og hvers þeir geta ætlast hver af öðrum. Aðferðin hefur hentað vel fyrir nemendur sem eru óvirkir í kennslustundum því í samvinnunámi þurfa þeir að axla ábyrgð innan hópsins og skila sínu framlagi við lausn viðfangsefnis. Innan samvinnunáms rúmast margvíslegar kennsluaðferðir og er leitarnám ein af þeim.

Í leitarnámi fara nemendur í hlutverk vísindamanna og líkja eftir vinnubrögðum þeirra. Í upphafi skilgreina nemendur verkefnið og setja fram tilgátu um niðurstöður eða lausnir. Þeir ráðast svo í upplýsingaöflun sem byggir á athugunum, tilraunum eða heimildaleit, því næst er unnið úr gögnum og tilgátur prófaðar en að lokum eru ályktanir dregnar. Leitarnám gerir meiri kröfur um samvinnu, gagnrýna hugsun og samskipti milli nemenda en hefðbundið nám og þjálfar þá til að takast á við hin ýmsu vandamál sem upp geta komið í framtíðinni.

Þegar unnið er eftir samvinnunámsaðferð og leitaráðferð læra nemendur að taka tillit bekkjarfélaga sinna, hlusta á sjónarmið þeirra og beita gagnrýninni hugsun þegar þeir vinna verkefni. Í stærðfræðihluta aðalnámskrár grunnskóla 2007 segir að þjálfun tungumálsins sé mikilvægur þáttur í að efla stærðfræðilega hugsun. Læsi á stærðfræðilegan texta og myndræna framsetningu, nákvæm notkun tungumáls, táknmáls og hæfni til munnlegrar og skriflegrar tjáningar og samskipta við aðra stuðlar allt að dýpri skilningi á stærðfræðilegum hugtökum og aðferðum¹⁵⁴. Þegar nemendur vinna eftir ofangreindum aðferðum þurfa þeir að ræða saman um stærðfræðileg viðfangsefni, leita sameiginlegra lausna með því að skiptast á skoðunum og færa rök fyrir máli sínu en með því efla nemendur stærðfræðilega hugsun sína. Vinna í hóp hentar bæði bráðgerum og seinfærum nemendum. Bráðgerir nemendur fá mikið út úr því að aðstoða bekkjarfélaga sína við viðfangsefnin en með því eflist sjálfstraust þeirra og trú á eigið ágæti. Seinfærir nemendur, sem oft eiga erfitt með að vinna sömu verkefni og jafnaldrar þeirra, fá með þessum kennsluáðferðum tækifæri til að leggja sitt af mörkum í hópavinnunni. Nemandi sem á erfitt með að leysa verkefni í stærðfræði er kannski mjög klár á tölvu og þegar unnið er í hóp getur það orðið hans hlutskipti í hópnum að setja upplýsingar inn á tölvu. Því fær nemandi að nota sínar sterku hliðar í náminu sem verður til þess að trú hans eykst á eigin færni. Þegar nemendur vinna saman í hóp efla þeir félagstengsl sín á milli því á unglingsstigi hópast nemendur gjarnan saman í vinahópa en hafa þar með ekki samskipti við alla í nemendahópnum. Með þessum aðferðum þurfa nemendur að hafa samskipti við bekkjarfélaga sem þeir umgangast ekki að öllu jöfnu og eykur það samheldni innan hópsins.

Þegar kennarinn hefur notað margvíslegar kennsluáðferðir, í anda hugsmíði- og atferliskenningu, þarf hann einnig að meta nemendur á fjölbreyttan hátt. Ekki hentar sama námsmat öllum nemendum og því verður hann að meta hvaða aðferðir henta hverju sinni. Á undanförunum áratugum hefur formlegt mat verið algengasta námsmatsaðferðin í stærðfræði og gera námsbækur sem notaðar voru á þeim tíma ráð fyrir þess háttar mati. Þetta hefur breyst með tilkomu nýrrar námskrár og nýs námsefnis í stærðfræði sem gera ráð fyrir fjölbreyttum matsaðferðum. Nú á námsmat að vera einstaklingsmiðað og leggja áherslu á virka þátttöku nemenda en aðalatriðið er að nemendur sýni það sem þeir kunna við eðlilegar aðstæður.

Ef meta á nemendur í inntaki og efnisþáttum er gott að nota verkefni eða próf þar sem afmarkað viðfangsefni er metið eins og þekking á hugtökum og aðferðum, skilningur eða hvernig

¹⁵⁴ Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði 2007: 6

nemendur beita þekkingu sinni við lausnir. Með skriflegum könnunum getur kennarinn athugað færni nemenda og hvort þeir eru að ná tilætluðum árangri. Skriflegar kannanir eru oftast úr afmörkuðu viðfangsefni og eru lagðar fyrir með ákveðnum fyrirvara en þá fá nemendur tækifæri til að æfa sig áður en þær eru gerðar. Þegar skriflegar kannanir eru notaðar verður matið oftast mjög fyrirsjáanlegt og nemendur vita að hverju þeir ganga. Því hentar þessi námsmatsaðferð nemendum sem halda þarf vel utan um og þurfa að vita hvað kemur næst í kennsluferlinu.

Þegar meta á hópavinnu og einstaklingsvinnu er hægt að nota frammistöðumat. Þegar kennarinn notar frammistöðumat fylgist hann markvisst með öllum nemendum og skráir hjá sér þau atriði sem meta á í hvert skipti. Nemendur þurfa að vita hvaða þætti kennarinn ætlar að meta því það hjálpar þeim að vita hvaða kröfur eru gerðar til þeirra. Mikilvægt er að kennarinn ákveði hvað hann ætlar að meta og hvernig hann ætlar að nota matið. Með því verður frammistöðumatið eins og best verður á kosið og nýtist kennaranum til áframhaldandi skipulagningar. Í stærðfræðikennslu er mjög gott að nota frammistöðumat til að kennarinn átti sig á hvar skóinn krepur í nemendahópnum og þá getur hann gripið til aðgerða.

Ef meta á afrakstur samvinnunáms og leitarnáms má nota sjálfsmat og jafningjamat. Mikilvægt er að hjálfa nemendur upp í þessum matsaðferðum til að það verði eins árangursríkt og mögulegt er. Með sjálfsmati meta nemendur sjálfir framlag sitt til ákveðins verkefnis og verða því virkir þátttakendur í matsferlinu. Margir halda að nemendur noti tækifærið þegar sjálfsmat er annars vegar og meti sig í topp en raunin er önnur því nemendur eru yfirleitt mjög raunhæfir í mati á eigin framlagi. Það hlýtur að vera árangursríkt að nemendur meti sömu atriði endurtekið því það gefur þeim tækifæri á að bæta sig í hvert skipti sem matið er framkvæmt.

Með jafningjamati meta nemendur verk eða frammistöðu hvers annars og er það mikilvægur hluti af námsmati því betur sjá augu en auga. Nemendur meta t.d. frammistöðu hvers annars í fyrirlestrum eða þegar niðurstöður úr hópavinnu eru kynntar og eru þeir þá oftast með gátlista sem þeir merkja inn á fyrirfram ákveðin atriði. Ætla má að þegar nemendur meta aðra sjái þeir einnig hvað þeir geta bætt hjá sér. Jafningjamat stuðlar að því að nemendur eru þátttakendur í matinu og með því eflist virðing þeirra fyrir því.

Ferilmöppur er hægt að nota til að meta afrakstur vinnu nemenda, framfarir þeirra og sögu á þann hátt sem ekki næst að sýna fram á með prófum einum og sér. Þegar nemendur vinna saman í hóp er hægt að safna afrakstri þeirrar vinnu í möppu og einnig verkefnum sem nemendur vinna einstaklingslega. Kennarinn þarf að setja niður fyrir sig hvað fer í hverja möppu og hvaða

markmið eru með henni t.d. geta markmið möppu verið að nemandi hafi tileinkað sér ákveðna færni í stærðfræði. Kennarinn útbýr þá gátlista þar sem fram koma þau atriði sem nemendur eiga að tileinka sér t.d. að nemandi geti margfaldað tvær tölur með tveimur, tvær með þremur o.s.frv. Kennarinn merkir inn á listann hvort að ofangreindum atriðum sé lokið eða ekki. Nemendur fá að vita þessi atriði fyrirfram og setja viðfangsefni tengd þeim í möppuna en með því eru þeir settir í ábyrgð fyrir námi sínu og geta skoðað framfarir sínar t.d. geta nemendur í stærðfræði séð framfarir sínar í uppsetningu dæma og útreikningum. Þegar nemendur safna lausnum sínum í möppuna getur kennarinn fylgst með framförum þeirra og séð hver staða hvers nemanda er. Nemendur geta einnig verið með í ráðum þegar ákveða á hvernig á að meta það sem fer í ferilmöppuna. Skemmtilegt er að safna úrlausnum nemenda frá ári til árs og leyfa þeim að skoða það sem þeir gerðu áður, en með því sjá nemendur framfarir sínar milli ára.

Margt þarf að skoða áður en farið er af stað í kennslu og því er mikilvægt að kennarinn íhugi hvaða stefnu eða stefnum hann ætlar að vinna eftir í skólastofunni. Hver kenning hefur sína kosti þegar kemur að námi nemenda og uppbyggingu þekkingar þeirra. Með því að tvinna ofangreindar kenningar saman nær kennarinn að efla áhuga og þekkingarþorsta nemenda sem verður til þess að árangursrík kennsla fer fram í skólastofunni.

7. Lokaorð

Í upphafi ritgerðarinnar var lögð fram sú spurning hvort mögulegt sé að flétta saman námskenningarnar atferlis- og hugsmíðikenningu til að auka líkurnar á árangursríku námi nemenda í stærðfræði á unglingsstigi. Þó að sjónarmið atferlis- og hugsmíðikenninga séu ólík eru þau langt frá því að vera ósamræmanleg, þvert á móti er mikilvægt að kennarinn leggi sig fram um að nota sjónarmið beggja kenninga til að ná árangri í kennslu.

Í kennslu á stærðfræðilegum viðfangsefnum þarf kennarinn að móta kennsluaðferðir sínar eftir þeim nemendahóp sem hann er með í höndunum hverju sinni. Ef kennari kynnir sér þessar tvær kenningar og sjónarmið þeirra getur hann bæði notað námsaðlögun í kennslu sinni og einnig nálgast viðfangsefni stærðfræðinnar á margskonar hátt.

Sum viðfangsefni er erfitt að kenna nemendum að tileinka sér á annan hátt en með innlögnum kennara og æfingum nemenda þar til þeir hafa náð að tileinka sér viðfangsefnið en þegar hlutunum er háttað á þann veg, getur kennarinn notað sjónarmið atferlisstefnunnar í kennsluferlinu. Kennarinn er þá með vel skipulagða kennslu og leggur viðfangsefnin fram eftir leiðum sem ákveðnar eru fyrirfram. Þegar kenna á afmörkuð viðfangsefni notar kennarinn stýrða kennslu, en hún vísar til kennslu þar sem kennarinn útskýrir nýtt efni eða kunnáttu fyrir nemendum og þeir æfa sig síðan undir hans leiðsögn. Skilningur er grundvallarmarkmið í stýrðri kennslu og þarf kennarinn að vera fullviss um að nemendur skilji það sem fram fer í kennslunni. Þegar nemendur hafa öðlast skilning á námsefninu eru notaðar skriflegar æfingar undir leiðsögn kennara þar sem nemendur vinna einstaklingslega að lausn þess viðfangsefnis sem tekið var fyrir í tímanum. Kennarinn gengur á milli, aðstoðar nemendur og hjálpar þeim að festa ákveðnar aðferðir í huga sér. Þegar kennari álitur að nemendur hafi náð að tileinka sér viðfangsefnið getur hann lagt fyrir skriflega könnun eða gert frammistöðumat á nemendum. Skriflegar æfingar eru í anda atferliskenningarinnar þar sem nemendur eru metnir af kennaranum eftir fyrirfram ákveðnum leiðum en frammistöðumat getur bæði flokkast undir atferlisstefnu og hugsmíði eftir því hvernig matið fer fram.

Önnur viðfangsefni bjóða upp á margvíslegar kennsluaðferðir og þá getur kennarinn notað sjónarmið hugsmíðikenningarinnar og skapað góðar námsaðstæður fyrir nemendur með því að spyrja þá áhugaverðra spurninga úr efninu, tengja það við raunveruleikann, örva nemendur í gagnrýnni hugsun og vekja forvitni þeirra svo þá langi til að spyrja sig nýrra spurninga. Kennsluaðferð í anda hugsmíðinnar er t.d. samvinnunám sem er samheiti yfir

margskonar kennsluaðferðir þar sem lausn námsefnisins er lögð fyrir hóp en ekki nemendur einstaklingslega. Nemendur afla sér upplýsinga um afmarkað viðfangsefni, vinna úr heimildum og setja fram tillögur að niðurstöðu, tillögurnar eru ræddar og nemendur komast að niðurstöðu. Oft kynna nemendur niðurstöður sínar fyrir bekkjarfélögum sínum. Þegar nemendur hafa lokið vinnu sinni er hún metin en þá er hægt að nota sjálfsmat, jafningjamat eða ferilmöppu sem eru allt námsmatsaðferðir í anda hugsmíðinnar þar sem þær byggja á því að gera nemendur ábyrga fyrir námi sínu og gera þá þátttakendur í námsferlinu.

Kennarinn þarf að íhuga marga þætti þegar skipuleggja á kennslu í stærðfræði á unglingsstigi og þarf kennarinn að vera meðvitaður um mikilvægi þess að nálgast viðfangsefnið á árangursríkan hátt. Kennaranum er vel mögulegt að tvinna þessar kenningar saman í skólastofunni, ef viljinn er fyrir hendi og með því að blanda saman sjónarmiðum þeirra í stærðfræðikennslu nær kennarinn að nálgast viðfangsefnið frá ólíkum sjónarhornum. Ef kennarinn nær að blanda saman sjónarmiðum kenninganna og notfærir sér þær fjölbreyttu kennslu- og námsmatsaðferðir sem eru í anda þeirra, aukast líkurnar á því að hann hámarki árangur nemenda sinna.

8. Heimildaskrá

- Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti.* 1999. Reykjavík, Menntamálaráðuneytið. Sótt 20. janúar 2009 á slóðina: <http://bella.stjr.is/utgafur/AGalmennurhluti.pdf>
- Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti.* 2007. Reykjavík, Menntamálaráðuneytið. Sótt 20. janúar 2009 á slóðina: http://bella.mrn.stjr.is/utgafur/agalmennurhluti_2006.pdf
- Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði.* 1999. Reykjavík, Menntamálaráðuneytið. Sótt 10. janúar 2009 á slóðina: <http://bella.stjr.is/utgafur/AGstaerfraedi.pdf>
- Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði.* 2007. Reykjavík, Menntamálaráðuneytið. Sótt 10. janúar 2009 á slóðina: http://bella.mrn.stjr.is/utgafur/adalnamskra_grsk_staerdfraedi.pdf
- Árdís Ívarsdóttir, Hafdís Guðjónsdóttir og Matthildur Guðmundsdóttir. 2005. *Fagleg kennsla í fyrirrúmi.* Reykjavík, [Höfundar].
- Biehler, Robert og Jack Snowman. 2006. *Psychology Applied to Teaching*, 11. útg. New York, Houghton Mifflin Company.
- Birna Hugrún Bjarnadóttir og Guðrún Angantýsdóttir. 2003. *Nýtt námsefni í stærðfræði fyrir grunnskóla.* Sótt á netið þann 18. mars 2009 á slóðina: <http://www.raust.is/2003/2/16/raust2003-2-16.pdf>
- Björgvin Sigurðsson, Guðbjörg Pálsdóttir og Guðný Helga Gunnarsdóttir. 2005. *Námsmat við 8-tíu.* Reykjavík, Námsgagnastofnun.
- Björk, Lars-Erik, Christina Björksten, Hans Brolin, Arne Ernestam og Lars Fredrik Ljungström. 1996. *Almenn stærðfræði fyrir grunnskóla I*, 4. útg. Hildigunnur Halldórsdóttir og Sverrir Einarsson þýddu. Reykjavík, Námsgagnastofnun.
- Child, Dennis. 2007. *Psychology and the Teacher*, 8. útg. New York, Continuum.
- Ediger, Marlow 1999. *Psychological Foundation in Teaching Mathematics.* Sótt þann 24. mars 2009 á vefslóðina: http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/17/9e/78.pdf
- Eggen, Paul D. og Kauchak, Donald P. 2003. *Learning and Teaching. Research based method*, 4. útgáfa. Boston, Allyn og Bacon.
- Eggen, Paul D. og Kauchak, Donald P. 2004. *Educational Psychology. Windows on Classrooms*, 6. útg. New Jersey, Prentice-Hall.
- Kratochwill, Thomas R, Joan Littlefield og John F. Travers. 1996. *Educational Psychology.* Chicago, Brown & Benchmark Publishers.

- Gronlund, Norman E. og Robert L. Linn. [Án árs]. *Mælingar og mat á skólastarfi. I. hluti: Mælingar- og matsferlið*. Ólafur J. Proppé þýddi. Sótt þann 4. apríl á slóðina: <http://www.ismennt.is/vefir/fjarnogk/namsmatnogk/linn/Linn1.html>
- Guðbjörg Pálsdóttir og Guðný Helga Gunnarsdóttir. 2005. *Kennsluleiðbeiningar við bókina 8-tú 1*. Reykjavík, Námsgagnastofnun.
- Guðbjörg Pálsdóttir og Guðný Helga Gunnarsdóttir. 2006. *Kennsluleiðbeiningar við bókina 8-tú 2*. Reykjavík, Námsgagnastofnun.
- Guðrún Pétursdóttir 2003. *Allir geta eitthvað, enginn getur allt*. Hólar, Bókaútgáfan.
- Guðrún Pétursdóttir 2005. *Alhliða námsmat*. Tekið af netinu þann 8.mars 2009 af síðunni <http://frontpage.simnet.is/gudrunpet/namsmatid/upphafritg.htm>
- Heimasíða Kennaraháskóla Íslands. Starfsmannaskrá. Sótt á netið 30. janúar 2009 á slóðina: <http://www.khi.is/?q=simaskra/>
- Ingvar Sigurgeirsson. 1998. Námsmat byggt á traustum heimildum. Helgi Skúli Kjartansson og fl. (ritstj). *Steinar í vörðu*, bls. 147–169. Reykjavík, Rannsóknastofnun Kennaraháskóla Íslands.
- Ingvar Sigurgeirsson. 1999. *Að mörgu er að hyggja. Handbók um undirbúning kennslu*, 3. útg. Reykjavík, Æskan.
- Ingvar Sigurgeirsson. 2005. *Litróf kennsluáðferðanna. Handbók fyrir kennara og kennaraefni*, 5. útg. Reykjavík, Æskan.
- Ivey, Allen E., Michael D. Andrea, Mary Bradford Ivey og Lynn Simek-Morgan. 2002. *Theories of Counseling and Psychotherapy. A Multicultural Perspective*, 5. útg. Boston og víðar, Allyn og Bacon.
- Johnson, David W, Roger Johnson og Edythe J. Holubec. 1994. *Cooperative Learning in the classroom*. USA, ASCD.
- Joyce, Bruce og Marsha Weil. 1996. *Models of Teaching*, 5. útg. Boston, Allyn og Bacon.
- Jón Baldvin Hannesson og Rúnar Sigbórsson, "Mannrækt og menntun í skólum II," *Morgunblaðið* 19. febrúar, 2000. Sótt þann 8.mars á vefslóðina: <http://www.akademia.is/lifsleikni.shtml>
- Jón Ólafsson. 2002. Menntun, reynsla og hugsun. Heimspekilegur pragmatismi. *Skírnir. Tímarit hins íslenska bókmenntafélags*, 176: 189-210.
- Kaplan, Paul S. 1990. *Educational Psychology for Tomorrow's Teacher*. New York, West Publishing Company.

Lög um grunnskóla nr. 91/2008.

Macdonald, Allyson M. og Þuríður Jóhannsdóttir. 2003. *Handbók fjarkennara*. Sótt á netið 10. apríl á slóðina: http://www.menntavefurinn.is/stodefni/handbok_fjark/185.htm

Macleod, Jane. *Portfolios: More than just a file folder*. [útgáfust ekki tilgreindur], Saskatchewan Professional Development Unit.

Pollard, Andrew. 2005. *Reflective Teaching*, 2. útg. London, Continuum.

Rúnar Sigþórsson. 2003a. *Aðleiðsla sem kennsluáferð*. Tekið af netinu 1. mars 2009 af síðunni <http://skolar.skagafjordur.is/sfs/adleidsla.php>

Rúnar Sigþórsson. 2003b. *Námsaðlögun*. Sótt af netinu þann 5. apríl 2009 á slóðina: <http://skolar.skagafjordur.is/sfs/namsadlogun.php#8>

Sven Hartman. 1983. John Dewey-faðir framsækinnar uppeldisfræði. *Uppeldi og skólastarf. Úr fórum fræðimanna. Ritröð Kennaraháskóla Íslands*, bls. 25-33. Ingibjörg Ýr Pálmadóttir og Indriði Gíslason þýddu. Reykjavík, Iðunn.

Þóra Björk Jónsdóttir. 2003. *Samkenntsla árganga, leitarnám*. Garðhúsum. Sótt á netið 14. febrúar 2009 af síðunni <http://skolar.skagafjordur.is/sfs/leitarnam.php>

Þóra Rósa Geirsdóttir. 2005. *Stærðfræðikennsla ungra nemenda. Aðstæður, aðferðir og inntak*. Meistaraprófsverkefni lagt fram til fullnaðar M.Ed.-gráðu í uppeldis- og menntunarfræði við Kennaraháskóla Íslands með áherslu á sérkennslufræði. Reykjavík, Kennaraháskóli Íslands.