

**Starfshópur um náttúrufræðinám og læsi**

## **Inngangur**

Í þessari skýrslu er fjallað um starf faghóps sem fjallaði um kennslu og kennsluhætti í náttúrufræði sem stofnaður var í kjölfar niðurstaðna úr Pisa prófinu árið 2009. Líkja má undirbúningsstarfinu að starfi hópsins við það að hnoða leir þar sem ekki var vitað hver útkoman yrði en skýr markmið voru þó sett um vinnulag. Hópurinn var skipaður áhugasömum kennurum með mismikla reynslu af kennslu náttúrufræði sem vildu láta gott af sér leiða. Í upphafi var andrúmsloftið innan hópsins þannig að allir voru með opinn huga gagnvart nýjum kennsluhugmyndum og fræðilegum vangaveltum. Hér munum við sem sátum í hópnum gera grein fyrir vinnu faghópsins í náttúrufræði.

## **Vinnuferli og staða íslenskra nemenda**

Í kjölfarið af Pisa prófinu sem var haldið árið 2009 voru tæplega ári síðar stofnaðir þrjú faghópar í þremur kennslugreinum til þess að skoða kennsluhætti og kennslufræði hverrar kennslugreinar fyrir sig. Megintilgangur Pisa prófsins er að meta þekkingu og færni nemenda í lesskilning og læsi á stærðfræði og náttúrufræði. Í Pisa prófinu er kannað hversu vel nemendum tekst að nota þekkingu sína í þessum greinum í nýju samhengi (Almar M. Halldórsson, Júlíus K. Björnsson, Óskar H. Níelsson & Ragnar F. Ólafsson, 2010:3). Kennslugreinarnar voru valdar í ljósi þess sem Pisa prófið leggur áherslu á en það er íslenska, stærðfræði og náttúrufræði með það að leiðarljósi að bæta kennslu og um leið árangur nemenda á Pisa prófinu. Í hverjum starfshópi sitja fjórir grunnskólakennarar, tveir kennarar af menntavísindasviði Háskóla Íslands og einn starfsmaður frá menntasviði Reykjavíkurborgar. Mjög áhugavert að skoða samsetningu hópsins en þar koma saman starfandi kennarar með sína kennslureynslu og kennarar af menntavísindasviði með sinn fræðileg bakgrunn og reynslu af skólastarfi sem þeir geta miðlað til kennaranna. Nýlunda er að starfandi náttúrufræðikennarar starfi með kennurum af menntavísindasviði að svona afmörkuðu verkefni með það að markmiði að bæta kennslu greinarinnar í samstarfi við sveitarfélag. Samstarf hefur áður aðallega falist í því að skipuleggja námskeið í sameiningu eða að kennarar menntavísindasviðs Háskóla Íslands bjóði upp á endurmenntunarnámskeið fyrir kennara. Í faghópnum um náttúrufræðikennslu sitja Ólafur Örn Pálmarrson náttúrufræðikennari við Laugalækjarskóla sem jafnframt er hópstjóri, Helga Snæbjörnsdóttir náttúrufræðikennari við Hlíðaskóla, María Sophusdóttir náttúrufræðikennari við Melaskóla, Þorsteinn Kristjánsson Jóhannsson náttúrufræðikennari við Borgaskóla, Stefán Bergmann dósent við menntavísindasvið Háskóla Íslands og Haukur Arason dósent við menntavísindasvið Háskóla Íslands. Skýrslan er unnin með styrk frá Vonarsjóði Kennarasambands Íslands og mun verða lögð fyrir starfshóp menntasviðs Reykjavíkurborgar sem fjallar um Pisa prófið.

Í upphafi vinnunnar byrjuðum við á því að kynna okkur fræðilegan bakgrunn Pisa prófsins en sú vinna var í samstarfi við Almar M. Halldórsson sérfræðing Námsmatsstofnunar á þessu sviði. Pisa prófið er alþjóðlegt könnunarpróf sem haldið á þriggja ára fresti í 65 löndum sem eru innan og utan OECD en samtals mynda löndin um 95% af efnahag heimsins. Tilgangurinn með Pisa prófinu er eins og áður segir að kanna skilning nemenda á texta (Almar M. Halldórsson o.fl., 2010). Nauðsynlegt er að hafa í huga hvernig OECD skilgreinir hugtakið lesskilning (e. Reading Literacy) en það var fyrst gert í Pisa 2000:

„Lesskilningur er hæfileiki manns til að skilja, nota og meta ritað mál til að ná markmiðum sínum, til að þróa þekkingu sína og framtíðarmöguleika og til að geta tekið virkan þátt í samfélaginu” (Almar M. Halldórsson, Júlíus K. Björnsson, Óskar H. Níelsson & Ragnar F. Ólafsson, 2010 (2), 17).

Hópurinn ræddi þessa skilgreiningu ítarlega en við teljum að afar mikilvægt sé að huga að henni í öllu skólastarfi. Mikilvægt er að leggja áherslu á lesskilning með það að markmiði að gunnskólarnir útskrifi sjálfstæða þjóðfélagsþegna sem geti beitt gagnrýninni hugsun við lestur mismunandi textagerða. Í kennslu náttúrufræði er nauðsynlegt hverju sinni að það séu aðgengilegir vandaðir textar í kennslubókum, fræðibókum og veraldarvefnum til þess að geta boðið upp á fjölbreytta kennslu.

Til að varpa ljósi á stöðu náttúrufræðinnar í Pisa könnuninni frá 2009 þá hefur staða Íslands aðeins batnað frá árinu 2006 en er lakari ef miðað við árið 2000. Nú eru 13 lönd innan OECD sem telja samtals 31 land með betri árangur en við en þau voru alls 16 árið 2006. (Almar M. Halldórsson o.fl., 2010 (3)).

Í hópnum voru haldnir samtals þrettán fundir og var fundartími að jafnaði 2-3 klukkustundir. Lesefnið sem var lagt til grundvallar var um kennsluáðferðir og kennsluhætti í náttúrufræði en bókin sem varð fyrir valinu er Language and literacy in science education eftir Jerry Wellington og Jonathan Osborne frá árinu 2001. Þessi bók var valin af Hauki Arasyni og Stefáni Bergmann. Bókin er samansafn rannsókna síðustu 20-30 ára í kennslu náttúrufræði og síðan hugmyndarbanki að mismunandi kennsluáðferðum sem eru hagnýtar við kennslu náttúrufræði og þá sérstaklega til að efla læsi á texta og orðaforðanotkun nemanda.

Starfið í hópnum fór þannig fram að fyrir hvern fund var ákveðið lesefni og það síðan rætt á fundinum. Farið var skipulega yfir lesefni fundarins með því að skoða kaflann í sameiningu og ræða efni hans. Umræðurnar voru á þeim nótum að kennarar bæði miðluðu af reynslu sinni varðandi þau fræði sem skoðuð voru hverju sinni og skoðað var í sameiningu hvernig þau gætu samrýmst kennslu náttúrufræði. Með þetta vinnulag að leiðarljósi voru kennarar ávallt að endurmeta og ígrunda eigin kennslu og vinnubrögð við skipulag hennar en jafnframt að skoða nýjar hugmyndir í ljósi fræðanna og umræðunnar. Á milli funda starfshópsins voru ákveðnar kennsluáðferðir prófaðar sem voru ákveðnar í sameiningu en einnig prófuðu kennarar aðrar áðferðir sem að þeim leist vel á og litlar örrannsóknir voru framkvæmdar varðandi orðaforða nemanda. Í sumum skólum tóku kennarahópar þátt í þessari vinnu til þess að samfella yrði í starfinu og mikil umræða skapaðist í skólunum um Pisa prófið og breytta kennsluhætti.

### **Læsi á náttúrufræðitexta**

Í bókinni sem hópurinn hafði til hliðsjónar er eins og áður segir hafsþór af kennsluhugmyndum sem miðar að því að bæta orðaforða og orðaskilning nemenda í náttúrufræði. Hin síðari ár hefur áhersla á notkun tungamálsins í náttúrufræðinámi aukist (Osborne & Wellington, 2001). Það er mikilvægt að kenna nemendum alveg frá yngsti stigi hvernig maður nálgast lestur náttúrufræðitexta vegna þess að þeir eru ólíkir textaformi skáldsagna sem nemendur lesa aðallega. Rannsóknir benda til þess að flestir nemendur í náttúrufræði stundi yfirborðsnálgun í stað djúpnálgun á textann sem þeir lesa. Í stað þess að skilja hugtökin og textann sem þeir eru beðnir um að lesa þá eiginlega „skanna“ þeir textann án þess að skilja merkingu hans. Rannsóknir hafa sýnt fram á það að áhugi nemenda minnkar þegar að líða fer á skólagönguna. Talið er að ein af ástæðum þess sé vegna þess að nemendur eiga stöðugt erfiðara með náttúrufræðinámið vegna þess að orðaforða- og málskilningur er slakur á þessu sviði. (Hafþór Guðjónsson, 2008; Osborne & Wellington, 2001). Í ljósi þessara fræða er áhugavert að tengja það við nýlega útkomna rannsókn á lestrarfærni drengja og

stúlkna í Reykjavík. Í niðurstöðunum kemur fram að fjórðungur fimmtán ára drengja geta ekki lesið sér til gagns og um níu prósent stúlkna sem hefur mikil áhrif á lestur nemenda á náttúrufræðitexta (Sunna Valgarðsdóttir, 2011). Þegar skoðaður var námsárangur nemenda í Borgaskóla í tengslum við lesskilning kom fram lítill sem enginn munur. En þó ber að taka fram að stúlkur í Borgaskóla voru með hærri niðurstöður á orðskilningsprófi sem var lagt fyrir í þróunarstarfinu Orð af orði.

### Örrannsókn

Sem dæmi um örrannsókn sem var framkvæmd en hugmyndin að henni vaknaði á einum af fundunum. Í örrannsókninni las ég eina opnu fyrir 8. bekk úr bókinni Einkenni lífvera sem er kennslubók í líffræði á unglíngastigi útgefin af Námsgagnastofnun en efnið er vistfræði og textinn fjallar um tengsl milli lífvera. Tæplega 60 nemendur tóku þátt í þessari örrannsókn. Það orð sem nemendum fannst erfiðast að skilja var **kjörbýli** sem er hugtak. Síðan komu orð eins og **iðulega** og ferilorðið **að raska**. Önnur orð voru **vannæring** og **að falla í valinn**. Á bakvið þessi orð eru um 15-25% nemanda. Ekki er hægt að alhæfa út frá þessum niðurstöðum en fróðlegt væri að rannsaka þetta betur. Eftir þessa tilraun vorum við í starfshópnum dálítið hugsi yfir almennum málskilningi nemenda og hvernig það hefur áhrif á náttúrufræðináms. Í umræðum í hópnum kom fram að skoða ætti aukna samþættingu á milli íslensku og náttúrufræði. Í fyrirlestri Dr. Catherine Snow prófessors í menntavísindum við Harvard háskóla sem haldinn var á menntavísindasviði HÍ í september síðastliðnum lagði hún áherslu á að öll orð væru mikilvæg og að kennarar ættu ekki síður að einbeita sér að einföldum orðum til þess að nemendur næðu samhengi þess texta sem að þeir væru að lesa (Snow, 2011). Ef ég vísa aftur í örrannsóknina þá missir ákveðinn hluti nemenda af samhengi og fræðitextans ef þeir átta sig ekki á orðum eins og iðulega og að raska.

### Kennslutilhögun

Rannsóknir á kennslutilhögun náttúrufræðikennslu hafa sýnt fram á það eins og flestir kennarar vita að nemendur og foreldrar þeirra vilja að náttúrufræðinámið sé tengt daglegu lífi (Osborne & Wellington, 2001). Í starfsemi hópsins ræddum við mikið um að virkja áhuga nemandans með fjölbreyttum kennsluáferðum eins og t.d. hópastarfi, verklegum tilraunum, áhugaverðum myndböndum, vettvangsferðum og umræðum um álitamál í vísindum. En við viljum leggja áherslu á að reynt sé að tengja námsefnið hverju sinni við daglegt lífi en með því er verið að vekja meiri áhuga nemenda á náttúrufræðinámi en jafnframt að auka líkurnar á því að nemandinn sjái náttúrufræðináms sem spennandi valkost síðar á ævinni. Ef þessir tveir þættir sem eru áhugi og að hann sjá náttúrufræði fyrir sér síðar á ævinni vinna saman hjá nemandanum þá eru meiri líkur á því að hann leggi sig betur fram við námið og læri því námsefnið betur en ella (Osborne & Wellington, 2001).

### Samstarf og samvinna

Tveir aðrir fræðimenn komu á fund hópsins en það eru Guðmundur Engilbertsson sérfræðingur við skólaþróunarsvið Háskólans og Akureyri og Hafþór Guðjónsson dósent við menntavísindasvið Háskóla Íslands. Guðmundur Engilbertsson fjallaði um læsi, hugtakakennslu með aðferðinni orð af orði sem felst meðal annars í beitingu hugtakakorta. Hafþór Guðjónsson fjallaði um rannsóknir sínar á læsi náttúrufræðitexta, reynslu sína af kennslu náttúrufræðitexta og ýmsar erlendar rannsóknir á þessu sviði. Báðar þessar heimsóknir nýttust hópnum vel við að móta starfið áfram.

Í þessu starfi hafa starfandi kennarar verið að ígrunda starf sitt með áherslu á kennsluáðferðir til þess að bæta eigin kennslu með læsi nemendanna að markmiði. Hin síðari ár hefur verið lögð meiri áhersla á það að kennarinn byggi upp meiri að skipulagðri samvinnu við aðra kennara (Hafdís Ingvarsdóttir, 2004). Ég tel að með þessari ígrundun og samvinnu kennaranna að við höfum verið að auka starfshæfni kennaranna en rannsóknir hafa sýnt fram á það að þekking og hæfni kennaranna er einn helsti áhrifaþátturinn á árangur nemenda og þá umfram aðra þætti sem oft eru nefndir í þessu samhengi eins og bekkjarstærðir og félagslegar aðstæður (Ragnhildur Bjarnadóttir, 2008). Við ígrundun kennarans er hann að verða meðvitaðri um eigin starfskenningu og að takast á við hana. Starfskenning er samkvæmt kenningu Hafðísar Ingvarsdóttur (2004) sett saman úr siðferðilegum gildum, fræðilegu námi og reynslunámi (Hafdís Ingvarsdóttir, 2004). Með því að huga að starfskenningunni þá vex kennarinn um leið sem fagmaður í starfi (Ragnhildur Bjarnadóttir, 2008). Í rauninni má líta á þetta hópastarf sem náms- og starfsþróun en Vygotsky sagði að ein af forsendunum fyrir námi væri stuðningur félaga eða hæfari einstaklinga (Ragnhildur Bjarnadóttir, 2008).

Til þess að breyta kennsluháttum þá segir Barnes að kennarinn verði að skoða eigin kennsluhætti og sjá það að aðrir möguleikar eru til við að útfæra kennsluna. En mikilvægt er að þessir nýju möguleikar varðandi kennsluhætti tengist á einhvern hátt skoðunum kennarans um kennslu þ.e. starfskenningum til þess að hann taka þá upp (Hastings, 2010). Í hópnum settum við okkur sameiginleg markmið en rannsóknir hafa sýnt fram á það að ef kennarahópur setur sér sameiginleg markmið þá er auðveldara að ræða viðfangsefnið og um leið stuðlar það í flestum tilvikum að bættu sjálfsöryggi kennarans (Hastings, 2010). Í starfshópnum var mjög gott andrúmsloft þar sem aðilar hópsins báru mikla virðingu fyrir hvor öðrum en það hefur sjálfsagt stuðlað að því að meiri árangur náðist við þróun kennsluhátta en ella. Við hópastarf þar sem kennarar hittast úr ólíkum skólum þá dregur það einnig úr faglegrri einangrun en í sumum tilvikum er viðkomandi jafnvel eini náttúrufræðikennarinn í skólanum á mið- eða unglíngastigi (Hastings, 2010). Rannsóknir bæði á Íslandi og Svíþjóð hafa sýnt fram á það að einangrun kennara stuðlar að því að minni framfarir verða hjá kennaranum en ella. Fjölmargir fræðimenn eru sammála um það að mikilvægt sé að byggja upp svokallað fræðasamfélag meðal kennara þar sem þeir ræða um starfið með það að markmiði að leita eftir og skilgreina gildi starfsins (Hafdís Ingvarsdóttir, 2004). Mikilvægt er að kennarar hafi sameiginlegan skilning á því hvernig nemendur læra og hvernig best er að miðla efni til nemenda. Rannsóknir hafa sýnt fram á það að þegar lærdómssamfélagið er sterkt þá verður árangur nemendanna betri.

Í þróun kennsluhátta er það skoðun fræðimanna að mikilvægt sé að leita til nemenda um hvernig þeim finnst ákveðin atriði vera í kennslunni með markvissum spurningum (Hastings, 2010). Í þessum starfshópi var það ekki gert en mjög áhugavert væri að skoða það í framtíðinni að leita meira eftir þekkingu nemendanna og hvernig þessar aðferðir nýtast þeim. Þess má þó geta að rætt hefur verið við nemendur varðandi sumar af þessum aðferðum eins og heimanámslestur og þau telja að þau læri námsefnið betur með því að beita honum í náttúrufræðináminu. Einnig hafa sumir nemendur hrósað þessum verkefnum og fundist ánægjulegt að vinna þau. Rannsóknir hafa sýnt fram á það að eldmóður kennarans hefur áhrif á nám nemendanna en ég þori að fullyrða að allir þeir kennarar sem tók þátt í þessu hópastarfi hafa mikinn eldmóð í starfi og þykir vænt um kennslugrein sína (Jóna Guðbjörg Torfadóttir og Hafdís Ingvarsdóttir, 2008). Í ljósi þess sem rætt var á

fundunum í starfinu er áhugavert að lesa rannsókn Hafdísar Ingvarsdóttur (2004) þar sem hún rannsakaði starfskenningu raungreinakennara á framhaldsskólastigi en þar kemur fram áhyggjur þeirra af sjálfstrausti nemenda í námi í náttúrufræði og erfiðleikum þeirra við að læra greinina (Hafdísar Ingvarsdóttur, 2004). Við höfum lagt á það áherslu í umræðum okkar á milli að mikilvægt sé að hlúa að þessum þætti þegar við skipuleggjum kennsluna og þá sérstaklega námsmatið.

Í ljósi þeirrar reynslu sem hefur orðið til við þetta hópastarf er ákaflega fróðlegt að lesa um rannsókn Hafdísar Ingvarsdóttur (2004) en þar kemur fram að þeir kennarar sem hafa tekið þátt í faglegri vinnu með öðrum kennurum telja að það ætti að vera fastur þáttur af starfi kennarans. Allt bendir til þess að slíkt samstarf í framhaldsskólum sé frekar tilviljunarkennt en áhugavert væri að skoða hvernig því er háttað á grunnskólastigi. Ef lögð yrði meiri áhersla á þennan þátt starfsins hjá kennurum þá yrði til meiri umræðuhefð meðal kennara um starfið og gildi þess (Hafdísar Ingvarsdóttur, 2004). Fræðimenn síðari ára aðhyllast nú svokölluð lærdómssamfélög (e. learning communities). Hugmyndin á bakvið þau er að skólar veiti kennurum sínum svigrúm innan starfstíma að ræða við samstarfskennara, fagkennara, umsjónarkennara og list- og verkgreinakennara í öðrum skólum og kennara á háskólastigi. Reynslan er sú að samstarf milli kennara byggir á trausti með það að markmiði að auka faglega hæfni sína í starfi. Í stað þess að háskólakennarinn sé sá eini sem kennir ákveðnum hópi kennara þá ætti hann frekar að var í samstarfi við þá og samvinnu um bættu kennsluhætti. Með því að kennarar taka þátt í lærdómssamfélagi þá veiti þeir hvor öðrum stuðning en jafnframt áskorun. (Ewing & Le Cornu, Rosie 2010). Huga þarf að mörgum þáttum varðandi stofnun lærdómssamfélags eins og t.d. fundartíma, ábyrgð hvers einstaklings innan hópsins, dagskrá fundanna, fundarstjórn, vinnslu fundargerða, eftirfylgni og kynningu á afurð starfsins.

## **Hagnýtar kennsluaðferðir sem voru prófaðar**

### Hugtakakort

Ein af leiðunum til að hjálpa nemendum til að átta sig á náttúrufræðitextum er að gera hugtakakort. Hugtakakort eru góð leið til þess að ná fram lykilatriðum og yfirflokkum texta. Þau eru einnig góð til þess að tengja saman hugtök og átta sig á heildarmynd textans og þá um leið umfjöllunarefnisins. Við höfum komist að því að ekki er hægt að beita hugtakakorti á alla texta. Dæmi um texta sem þau henta vel eru almenn umfjöllun um ákveðið efni eins og t.d. gerla og það er einnig hægt að nota það ef einungis er verið að fjalla um eina tegund dýra.

Þegar hugtakakort er lagt fyrst fyrir það þá er gott að biðja þau að gera hugtakakort um sjálfan sig og taka þá fram aldur, áhugamál, menntun og uppáhaldstónlist. Síðan var lesinn texti fyrir þau um hvítháfa af vísindavefnum þar sem nemendur voru beðnir um að koma með yfirflokkana eftir að ég var búinn að lesa hverja efnisgrein. Þau kláruðu síðan hugtakakortið sjálf. Í kennslu annarinnar hefur verið prófað að biðja þau um að vinna hugtakakort með aðstoð texta um tiltekið efni í kennslubókinni og semja síðan ritgerð út frá hugtakakortinu sem þau eru búin að vinna. Lagt var verkefni fyrir 10. bekk út frá þessari aðferðarfræði og fjölluðu þau bæði um segla í hugtakakortinu og ritgerðinni. Með því að gera það þá sjá þau tilganginn á bakvið það að gera hugtakakort og læra námsefnið um leið.

## Hugtaka- og orðaleikur

Í hugtakaleik dreifir kennari til nemenda miðum þar sem á öðrum miðanum er hugtak eða orð en á hinum miðanum er útskýring á hugtakinu. Nemendur eiga síðan að finna samstæður. Gaman er að sjá hvað nemendur eru duglegir að hjálpast að í þessari vinnu og síðan skrifa nemendur niður í vinnubók niðurstöður þar sem þau eru búin að tengja saman hugtak og útskýringu. Það kom okkur einnig á óvart í þessari vinnu að nemendur sem eru ekki sérstaklega sterkir í náttúrufræði njóta sín mjög vel.

## Svindlmiðar

Prófað hefur verið að biðja nemendur um að koma með glósur í próf í formi “svindlmiða”. Þá lesa nemendur ákveðið efni fyrir próf sem þau taka í kennslustund en koma með hálf A4 blað þar sem þau mega skrifa báðum megin. Nemendur virtust vera mjög ánægðir með þetta form en það var áhugavert að einn nemandinn sagði að þetta ætti að vera oftast vegna þess “að þetta neyðir mann til að læra”. Jafnframt var prófað að nemendur gerðu hugtakakort með hjálp svindlmiðanna.

Vinnuferli í gerð svindlmiða:

1. Ein kennslustund fer í að kenna þeim að útbúa slíka miða. Þá er lögð áhersla á að nota glósur og aðalatriði frá kennara til að tína út aðalatriði úr kafla, nota stikkorð og stuttar skilgreiningar, fomúlur þegar við á, jafnvel hugtakakort. Þau eru líka hvött til að teikna einfaldar skýringamyndir.
2. Næst útbúa þau svindlmiða úr einum kafla í einhverri kennslubókinni. Þessum svindlmiða skila þau inn, það er farið yfir hann og gefin fyrir hann einkunn. Miðanum er síðan skilað tilbaka með ítarlegum athugasemdum um hvað mætti betur fara á miðanum.
3. Nemendur fá tækifæri til að skila miðanum aftur. Laga það sem sett var út á og fá einkunn fyrir seinni skilin.
4. Próf er tekið þar sem þau mega nota svindlmiða. Í þetta sinn er ekki gefinn tími á skólatíma til að útbúa miðann.

## Bæklingagerð

Við höfum mjög góða reynslu af því að nemendur mínir vinni bæklinga í ákveðnum efnisþáttum. Þá fá nemendur eitt A4 blað sem þau brjóta í bækling með þríbroti. Í 9. bekk er tekið fyrir efnið Jörðina og tunglið en í 10. bekk fjalla nemendur um eitt ákveðið efni sem tengist kjarnorku. Í 9. bekk taka þau síðan könnunarpróf úr efni kaflans sem þau nánast vinna sjálfstætt en undir verkstjórn kennarans. Við teljum í hópnum að við vinnu á svona verkefni þá öðlist nemendur meira sjálfstraust við meðhöndlun náttúrufræðitexta en það er afar mikilvægt í öllu námi að hafa trú á sjálfum sér. Í 9. bekk höfum við þetta verkefni sem einstaklingsvinnu en í 10. bekk mega þau velja sér vinnufélaga. Þau verða að orða textann með eigin orðum þannig að þau skilji innihald textans.

## Plakatagerð

Nemendur í 8. bekk hafa lært um fræplöntur með því að fjalla sjálf um helstu þætti sem tengjast fræplöntun eins og skilgreiningu, gerð, fjölgun, frædreifingu o.fl. Nemendur skipta með sér texta í kennslubókinni Lífheimurinn sem fjallar um þetta efni og setja fram á plakati.

## Heimanámslestur

Nemendur þurfa glósa hjá sér aðalatriði um leið og þeir lesa náttúrufræðitexta heima. Ein helsta ástæða þess að byrjað var á þessu var að stuðla að því að fleiri nemendur stundi svokallaðan djúpnálgun í lestri náttúrufræðitexta í stað þess að skanna textainnihaldið eins og hefur verið fjallað um áður. Markmiðið með því er að þau öðlist meiri orðaforða og séu einbeittari við lestur textanna.

## Prófagerð (samning og samsetning prófa)

Samning prófa er vandasamt verk og þarf kennarinn að huga að mörgu ef hann vill að prófið sýni fram á hæfni nemenda í faginu. Hugsa þarf að þyngd prófsins, atriði sem á að prófa og hvernig á að spyrja. Oftar en ekki eru fjölvalspurningar, rétt/rangt spurningar og eyðufyllingar notaðar enda er auðvelt að fara yfir slíkt próf. Þessar gerðir spurninga eru í flestum tilfellum lokaðar spurningar og nemandinn getur náð nokkuð góðri einkunn þó hann hafi lítinn sem engan skilning á efninu. Vandinn við að hafa eingöngu ritgerðarspurningar er sá að yfirferð prófa verður seinleg og byggist í sumum tilvikum á huglægu mati kennarans. Það er ekki þar með sagt að fjölval, rétt/rangt og eyðufyllingar séu slæmar því kennarinn getur orðað spurningarnar á þann hátt að þær reyna að skilning en ekki eingöngu minni. Hér koma dæmi um þessar þrjár gerðir spurninga og hvernig hægt er að umorða þær. Oftar en ekki lenda kennarar í vanda þegar þeir semja sitt fyrsta próf með þessum áherslum en með tímanum kemst þetta upp í vana. Yfirferð prófa verður ekki eins fljótleg en niðurstöður verða áreiðanlegri fyrir vikið.

## Fjölval

Galdurinn við að búa til fjölval er að hafa svarmöguleika í setningum. Með því að hafa svörin í setningum þarf nemandinn að skilja hvað verið er að spyrja um. Ef umræða hefur verið hluti af kennslu þá veit kennari hvaða misskilningur kemur oftast upp varðandi ýmis atriði. Hér er dæmi um fjölvalsspurningu sem er byggð á misskilningi og mistúlkun sem heyrst hefur í kennslustundum.

Himininn á jörðinni virðist blár vegna þess að:

- a) Hafið er blátt og endurkastast til himins líkt og á Mars. Þar er yfirborðið rauðleitt og þess vegna er himininn þar rauðleitur.
- b) Vegna þess að í loftinu er mikið af vatnsögnum. Vatn er í raun blátt og þess vegna skín blái liturinn í gegn.
- c) Segulvið jarðar endurvarpar frá jörðu flestum litum nema bláum svo blái liturinn fer í gegn. Á kvöldin sjáum við hina litina betur sem fara venjulega framhjá.
- d) Bláa ljósið, sem er hluti sólarljóssins, dreifist miklu meira en annað og því er himinninn blár.

## Rétt/Rangt

Rétt/rangt spurningar eru oft á þá leið að nemandinn leiðréttir eitt orð eða svarar einfaldlega rétt eða rangt. Slíkt reynir í flestum tilfellum ekki á skilning nemenda nema að litlu leiti. Hér væri hægt að fara aðra leið. Nemandinn les ákveðna staðhæfingu og segir til um það hvort hún sé rétt eða röng. Ef hún er röng þarf nemandinn að útskýra hvað er rangt og umorða það sem er rangt. Sumir kennarar hafa



farið þá leið að hafa alltaf rangar staðhæfingar og nemendur eiga að segja hvað er rangt. Hér er dæmi um slíkt.

Spurning: Þegar ljós skín á hlut getur þrennt gerst, ljósið fer í gegnum hlutinn, ljós endurvarpast frá hlutnum eða hluturinn drekkur ljósið í sig. Dæmi um endurvarp er þegar svartur hlutur varpar frá sér svörtum lit.

Hér myndum við vilja fá í svörum nemenda að svartir hlutir drekka ljósið í sig og hægt væri að gefa aukastig ef nemandinn segir að hluturinn hitnar frekar og að svart er í raun ekki litur.

### Eyðufyllingar

Gefum okkur að kennari vilji að nemendur þekki ákveðinn atriði um mannsaugað. Mjög dæmigert væri að setja upp mynd af auga og láta nemendur merkja inn hugtökin við hvert atriði, t.d. hornhimna, augasteinn o.s.frv. Þessi spurning er frekar takmörkuð því svör nemenda gefa ekki til kynna að nemandinn skilji hvað liggur að baki þeim heitum sem tengjast mannsauga nema þá hvar staðsetningin er. Hér væri hægt að fara tvær leiðir til að athuga skilning nemenda:

Auðveldari leiðin: Öll hugtök eru inni á myndinni og nemendur skrifa stutta klausu hjá hverju hugtaki og segja frá virkni hvers hluta augans.

Þyngri leiðin: Nemendur merkja inn hugtökin og segja síðan frá virkninni eins og í fyrirnefndri leið. Hér er reynt á minni og skilning.

### Nám byggt á verklegum æfingum og umræðum

Viðurkennt er að mikilvægur hluti náttúrufræðináms sé að læra að nota tungumál náttúrufræðinnar og verða þannig læs á náttúrufræðinni og umfjöllun um þau. Þrátt fyrir það gefa niðurstöður rannsókna til kynna að nemendum séu of sjaldan sköpuð tækifæri til að nota þetta tungumál (Wellington and Osborne, 2001). Notkun tungumálsins er hins vegar forsendan fyrir því að þeim verði það tamt. Þeir verða að þjálfast með því að taka þátt í verkefnum sem krefjast þess þeir tali um viðfangsefni og noti hugtök náttúrufræðinnar. Með því að skiptast á skoðunum byggja nemendur upp skilning sinn á hugtökum og fyrirbærum. Umræður eru því nauðsynlegar til að bæta skilning og þar af leiðandi nám.

Að læra að hugsa er forsenda fyrir því að læra að rökræða. Að læra að rökræða krefst færni í að nota hugmyndir og tungumál fræðanna þ.e. að nota ný orð og hugtök á réttan hátt og nota þekkt orð og hugtök með viðurkenndri, vísindalegri merkingu, sem er oft öðru vísi en í aðstæðum daglegs lífs. Til að geta rökrætt í náttúruvísindum verða nemendur að hafa færni til að byggja upp rökleiðslur sem tengja athuganir, sannanir og staðreyndir við hugmyndir og kenningar.

Fái nemendur tækifæri til að tala um námsefnið og setja fram rök og greina röksemdir á gagnrýninn hátt er líklegt að það leiði til aukins skilnings. Ein leið til að efla umræður um vísindi og náttúrufræði er að nýta verklegar æfingar. Verkleg vinna í náttúrufræði getur krafist aukinnar fyrirhafnar kennara, umtalsverðs tíma, erfiðis og kostnaðar. – Helgar tilgangurinn meðalið?

Forsenda þess að þetta takist er m.a. að skýrar reglur séu um vinnubrögð, bæði um ferli og verkefnaskil. Tilraunir í 2-4 manna hópum með skriflegum leiðbeiningum, skýrslugerð og munnlegum verkefnaskilum gefa nemendum góð tækifæri til að nota tungumál náttúrufræðinnar. Þeir þurfa m.a. að umorða leiðbeiningar í umræðum við hópfélaga sína til að komast að sameiginlegum skilningi á verkferlinu og rökræða tilgátur sínar. Í verkferlinu sjálfu ræða þeir saman og hugtök náttúrufræðinnar verða þeim smám saman skýrari og tamari. Við verkefnaskil miðla hópar niðurstöðum sínum á ýmsa vegu, ræða mismunandi niðurstöður og draga ályktanir. Þegar nemendur geta túlkað niðurstöður og sagt frá án þess að lesa upp af blaði er líklegt að þeir hafi öðlast skilning á tungumáli náttúrufræðinnar.

Þetta gerist ekki í einni svipan. Sýnitilraunir í bekkjum geta verið góð leið til að kenna vinnubrögðin. Kennari gerir þá sjálfur tilraunina með aðstoð nemenda og leiðir þá í gegnum ferlið með umræðum. Nemendur skrá ferlið og niðurstöður síðan sjálfir með eigin orðum. Annars konar verklegar æfingar í litlum hópum, hvort sem þær eru í skólastofunni eða annars staðar, gefa einnig tækifæri til umræðu án þess að skrifleg skýrsla þurfi að fylgja.

Ýmsir telja hópvinna í náttúrufræðitímum ofmetna og vilja jafnvel meina að þar sitji nemendur í hópum en vinni oft einstaklingslega að sama viðfangsefninu og umræðurnar sem þar fara fram séu um allt annað en sjálft viðfangsefnið (Wellington and Osborne, 2001). Þetta er reyndar stundum raunin en hér er það á ábyrgð kennarans að setja ákveðnar verklagsreglur og sjá til þess að farið sé eftir þeim.

Í grunnskóla í Reykjavík er skv. skólanámskrá lögð áhersla á verklegar æfingar og umræður í eðlisfræði. Auk þess lesa nemendur á miðstigi viðeigandi kafla í námsbókum með kennara sínum. Í lok eðlisfræðilotu í 7. bekk er lögð fyrir könnun þar sem þekking og viðhorf nemenda (70-80 í árgangi) er könnuð skriflega. Einnig leggja nemendur mat á virkni sína og vinnubrögð í stöðluðum spurningum. Spurt er um heimalestur, virkni í tímum, þátttöku í umræðum, tilrauna- og hópvinna, vinnuskil og frágang. Auk þess eru nemendur beðnir um að merkja í númeraröð hvernig þeim finnst best að læra eðlisfræði. Gefnir er upp fimm möguleikar en einnig geta þeir bætt við ef þeir vilja. Að lokum eru þeir beðnir að koma með eigin athugasemdir um fyrirkomulag kennslunnar.

Niðurstöður hjá tveimur mismunandi árgöngum voru m.a. þessar (MS, 2008 og 2012):

Við fullyrðinguna „*Ég tók þátt í umræðum um efnið*“ merkti **30,4%** við *alltaf*, **61,5%** við *oftast*, **7,4%** við *aldrei* en **0,7%** svaraði þessu atriði ekki.

Við fullyrðinguna „*Ég lærði mikið á því að gera tilraunir*“ merkti **52,6%** við *alltaf*, **43,7%**, *oftast* og **3,7%** *aldrei*.

Þegar nemendur áttu síðan að númera frá 1 til 5 hvernig þeim þætti *best að læra eðlisfræði* voru niðurstöður þessar:

**45,9%** settu *að gera tilraunir sjálf/ur* í fyrsta sæti, **14,1%** í annað sæti, samtals **60%**.

**20%** settu að lesa námsbókina í fyrsta sæti, **11,1%** í annað sæti, samtals **31,1%**.

**18,5%** settu að fylgjast með kennara gera tilraunir í fyrsta sæti, **28,9%** í annað sæti, samtals **47,4%**.

**11,1%** settu að lesa efnið í skólanum og kennari útskýrir í fyrsta sæti, **18,5%** í annað sæti, samtals **29,6%**.

**6,7%** settu ræða um efnið í bekknum í fyrsta sæti, **23%** í annað sæti, samtals **29,7%**.

Hér kemur fram að flestir nemendur telja sig taka virkan þátt í verklegum æfingum og umræðum. Flestir nemendur telja sig læra eðlisfræðina best af að gera sjálfir tilraunir. Hins vegar telja þeir sig síður læra af umræðum í bekknum. Ekki er alveg ljóst hvernig þeir skilja spurninguna, en vekja má athygli á að umræða í hóp er eðlilegur og mikilvægur hluti verklegu æfinganna. Hafþór Guðjónsson (2011) bendir á að bein reynsla nemenda sé mikilvæg forsenda merkingarsköpunar og hugtakamyndunar þeirra í náttúrufræðinámi. Því er mikilvægt að náttúrufræðikennarar stýri umræðum um verklegar æfingar þannig að nemendur geri sér grein fyrir mikilvægi umræðunnar í náminu. Hér er ástæða til að hvetja nemendur til að einbeita sér að því hvernig þeir vita ekki síður en hvað þeir vita.

Verkleg vinna ein og sér er ekki trygging fyrir því að nám fari fram; – „hands-on“ og „minds-on“ verða að fylgjast að. Þegar verklega hlutanum er lokið kynna hóparnir niðurstöður sínar og þá er komið að bekkjarumræðum. Ræða þarf hvort og hvers vegna niðurstöður voru mismunandi og hvernig hægt er að nýta niðurstöður í öðru samhengi. Þá er mikilvægt að nota tungumál náttúrufræðinnar.

Í bókinni „Language and Literacy in Science Education“ eru gefin mörg dæmi um hvernig hægt er og þjálfu umræður um náttúrufræði og stuðla þannig að merkingarbæru námi. Sem dæmi má nefna:

- Ýmsar gerðir af hugtakakortum sem unnin eru í 3-4 manna hópum gefa nemendum tækifæri til að ræða, kanna og slípa skilning sinn á vísindalegum fyrirbærum og orðaforða.
- Verkefni sem krefjast þess að nemendur æfist í rökræðum t.d. um ákveðnar fullyrðingar eða ólík sjónarmið sem þeir þurfa að taka afstöðu til og færa fram rök með eða á móti. Nemendur hugleiða þá fullyrðingarnar, fyrst einstaklingslega, síðan í 3-4 manna hópum. Að lokum stýrir kennari umræðu í bekknum þar sem hóparnir standa fyrir máli sínu. Hópumræður þar sem áherslan er á að nemendur ræði og útskýri hvernig þeir vita eitthvað um ákveðið viðfangsefni fremur en hvað þeir vita um það.

Verklegar æfingar (eða sýnitilraunir) í náttúrufræðitímum gefa nemendum öllum tækifæri til að ræða málin á sömu forsendum. Hafi nemendur fengist við sömu eða svipaðar tilraunir, hafa þeir jöfn tækifæri til að taka þátt í umræðunum. Kennarinn þarf að stjórna umræðunum þannig að allir sem vilja komist að og allir fái umhugsunartíma til að þróa sínar hugmyndir um viðfangsefnið.

Nám er ferli sem í felst víxlverkun milli fyrri þekkingar og núverandi námsreynslu. Nemendur byggja nýja þekkingu á fyrri reynslu, sem oftast er ólík innan hópsins. Merkingarbært nám fer oftast fram í félagslegu samhengi, þar sem umræða, stuðningur og leiðsögn styðja við námið. Nám er árangursríkast þegar nemendur eru meðvitaðir um eigið nám og geta íhugað það. Kennarinn þarf að hvetja nemendur til að hugsa um hvað þeir eru að læra – og hvers vegna. Ekki er síður mikilvægt að þeir geri sér grein fyrir hvenær þeir skilja ekki.

Því betra vald sem nemendur hafa á tungumáli náttúrufræðinnar því auðveldara eiga þeir með að lesa náttúrufræðilegan texta og tjá sig um hann. Umræður í litlum hópum gefa nemendum tækifæri til að skiptast á skoðunum og færa rök fyrir máli sínu. Tíminn er vel notaður þegar umræður stuðla að gagnrýninni hugsun. Gagnrýnin hugsun stuðlar líka að líflegri umræðu, rökræðum og námi. Nám í náttúrufræði er þannig eins mikið að læra tungumál greinarinnar eins og að læra inntak greinarinnar.

### **Niðurstöður af fundi náttúrufræðikennara**

Hér að neðan eru niðurstöður úr hópavinnu af fundi með náttúrufræðikennurum sem haldinn var á Menntasviði Reykjavíkurborgar í tengslum við Pisa prófið 2012 þann 22. nóvember árið 2011.

Hefur verið beitt námsmati að hætti Pisa prófsins í þínum skóla?

Í sumum skólum er lögð gríðarmikil áhersla á skilning og tengsl hugtaka og unnið með tungumál náttúrufræðinnar, t.d. með mikilli notkun hugtakakorta og glósumiða fyrir próf. Hjá öðrum hefur verið reynt að taka þrautalausnir, almenna þekkingu og skilning inn í námsmat. Í sumum skólum mætti vinna meira með glósutækni en í sumum tilvikum þá hefur samt notað svindlmiðapróf og fjölbreytt námsmat. En almennt má jafnvel álykta að oft er verið að fara auðveldu leiðina og prófa fyrst og fremst þekkingarforða. Ákveðnir skólar hafa verið að vinna skv. flokkunarkerfi Bloom. Mikilvægt er að námsmat krefji nemendur um ítarlegri svör og spurningar séu á því formi að nemendur fái upplýsingar fyrst og draga ályktanir af þeim. Því má segja að flestir náttúrufræðikennarar eru að vinna á einn eða annan hátt að vinnu með náttúrufræðitexta í anda Pisa prófsins þó að aðferðirnar séu ólíkar. Fróðlegt væri að skoða námsmatsþáttinn betur.

*Æfing í námsmati að hætti Pisa.* Kennarar semja dæmi um spurningar í anda kenningarramma Pisa og kennsluaðferðum sem kynntar voru í fyrirlestri.

Í íslenskum jarðlögum frá landnámi finnst birki og þeim fækkar eftir því sem ofar dregur. Eftir því sem ofar dregur eru grasstrá að aukast. Hvað veldur breytingunum? Hvaða breyting varð í lífríkinu?

Líkur á að barn sem fæðist sé strákur eru u.þ.b. 50%. Hvernig stendur á því?

Hvaða afleiðingar hefur það ef lítil samkeppni er á milli lífvera?

Skipta nemendum upp í hópa og fá þá til að ræða t.d. af hverju er Kolbeinsey að hverfa eða á að virkja Dettifoss.

Kartöflubóndi í Þykkvabænum setur niður útsæði, sem eru gamlar kartöflur sem hafa spírað. Eftir tvær vikur byrja að koma upp kartöflugrös. Þau eru græn og geta orðið mjög há. Ofan í jörðinni verða svo til nýjar kartöflur. Af einni móðurkartöflu verða til margar nýjar kartöflur.

Hvaðan koma efnin í þessar nýju kartöflur?

(Hérna erum við að leita eftir hugtökum eins og ljóstillífun, sólin, vatn og steinefni úr jörðinni, koltvíoxíð úr andrúmsloftinu)

Hvaða kennsluhugmynd féll þér best? Af hverju?

Tengslin milli hugtakakorts og ritgerðaskrifa voru góð leið til að skapa yfirsýn yfir efnið áður en skrifin fóru fram. Þau bjóða upp á marga möguleika.

Para saman hugtök og skýringar. Mættu jafnvel vinna þetta meira sjálf, velja hugtökin sjálf og skýra hugtakið með eigin orðum. Þá skilja þau skýringuna betur.

Fjölbreytileiki í kennsluhugmyndum kennarans.

Learning by doing. Þegar að nám fer fram í gegnum upplifun kemur meiri örvun.

Hvað teljið þið að geti bætt náttúrufræðikennslu?

Það eru ekki allir náttúrufræðikennarar að kenna greinina sem fyrsta val og það hefur veruleg neikvæð áhrif.

Meiri verkleg kennsla, einbeita sér að fáum hlutum og fara á dýptina. Litlir hópar í tilraunum.

Vel menntaðir og áhugasamir náttúrufræðikennarar í vel útbúnu kennslurými.

Fleiri tímar, betri aðstaða, færri nemendur, meira fjármagn.

Aðgangur að góðum tólum og tækjum. Færri nemendur í hóp

Meiri samvinna milli kennara

Meiri sérhæfingu á miðstigi og yngsta stigi

Fagfundir á milli skóla

Sameiginlegur kennslubanki fyrir verkefni, Moodle. Ekki allir að finna upp hjólið.

Fleiri tímar, betri aðstaða, færri nemendur, meiri peningar.

Hvert er einkenni góðrar náttúrufræðikennslu að ykkar mati?

Kennslan er miðuð við getu nemandans hverju sinni.

Umræða milli kennara og nemenda og nemenda innbyrðis og góð aðstaða.

Það er svo margt. Tenging við daglegt líf, yfirfærsla á eigið líf og umhverfi. Verkleg kennsla. Kenna börnum umgengni við tilraunagögn. Tenging milli námsgreina náttúrufræðinnar. Taka þematengda náttúrufræði – ekki alltaf slíta hana í sundur.

Fjölbreytni, blanda af verklegu, umræðum og verkefnavinnu nemenda.

Æfa sig í að tjá sig um efnið. Nota hugmyndir af netinu og mikilvægt að hafa aðgangi að tölvum. Fjölbreyttir kennsluhættir.

Hvaða hindranir teljið þið vera í vegi fyrir breyttum kennsluháttum í náttúrufræðikennslu og hvaða tækifæri felast í breyttum kennsluháttum?

Náttúrufræðitímum hefur fækkað í mörgum skólum og greinin er afrækt. Viðhorf til greinarinnar er ekki nógu jákvætt. Peningaleysi, áhugaleysi yfirmanna og menntayfirvalda, menntunarleysi kennara. Aðbúnaður, aðstaða og fjöldi nemenda í bekkjum. Erfitt að mæta þörfum hvers og eins í stórum námshópum.

Hvernig aðbúnaður er í ykkar skólum til náttúrufræðikennslu?

Aðbúnaður til náttúrufræðikennslu er mjög misjafn eftir skólum en vantar oft áhöld til tilrauna sökum skorts á fjármunum. Skoða þarf uppbyggingu á útiáðstöðu þar sem lögð er áhersla á útikennslu.

### **Kynning á starfi hópsins**

Í framhaldinu er mikilvægt að skoða hvernig þessi þekking sem hefur orðið til í þessum starfshópi nýtist öðrum náttúrufræðikennurum. Við leggjum það til að samskonar faghópar verði stofnaðir með því vinnulagi sem að framangreininir. Hugmyndir hópsins varðandi kennslu náttúrufræði hafa verið kynntar á Öskudagsráðstefnu Reykjavíkurborgar í mars síðastliðnum af Ólafi Erni Pálmarssyni og einnig er fundur með náttúrufræðikennurum í nóvember á þessu ári. Fundurinn var þannig skipulagður að Almar M. Halldórsson kynnti kenningarramma Pisa, haldin var kynning á niðurstöðum starfshópsins af Hauki Arasyni og Ólafi Erni Pálmarssyni og síðan voru umræður og verkefnavinna hjá náttúrufræðikennurum. Fræðimenn eru sammála um það að innleiðing breyttra kennsluhátta er hægt að beita með fræðilegum fyrirlestrum en sú aðferð sem hefur gefist vel er að vinna breytinguna í samstarfi og samvinnu við fagkennara (Lampert 2010). Þess vegna er mikilvægt að sú leið verði farin til þess að bæta kennslu í náttúrufræði.

### **Niðurstöður**

Til að bæta kennslu í náttúrufræði þarf að huga að mörgum mismunandi þáttum. Mikilvægt er að efla lesskilning nemendanna með markvissum aðferðum í kennslustofunni þannig að þau öðlist góðan og fjölbreyttan orðaforða sem mun gagnast þeim síðar á lífsleiðinni. Til þess að stuðla áfram að bættri náttúrufræðikennslu er æskilegt að vinna áfram í anda lærdómssamfélagsins þar sem kennarar skoða eigin kennslu í samstarfi og samvinnu við samstarfsfólk og fræðimenn af menntavísindasviði Háskóla Íslands. Mikilvægt er að halda áfram að skoða eigin vinnubrögð og annarra með opnum huga með það að markmiði að læra og þroskast í starfi sem kennari.

## Heimildir

Almar M. Halldórsson, Júlíus K. Björnsson, Óskar H. Níelsson & Ragnar F. Ólafsson (2010). *Íslenskir nemendur við lok grunnskólans – Helstu niðurstöður PISA 2006 ransóknarinnar um lesskilning og læsi í stærðfræði og náttúrufræði* (Rit Námsmatsstofnunar nr. 2). Reykjavík: Námsmatsstofnun.

Almar M. Halldórsson, Júlíus K. Björnsson, Óskar H. Níelsson & Ragnar F. Ólafsson (2010). *Íslenskir nemendur við lok grunnskólans – Helstu niðurstöður PISA 2009 ransóknarinnar um lesskilning og læsi í stærðfræði og náttúrufræði* (Rit Námsmatsstofnunar nr. 3). Reykjavík: Námsmatsstofnun.

Dr. Catherine Snow (2011, september). *Word Generation: Promoting Classroom Discussion to Teach Academic Language and Deep Comprehension*. Erindi flutt í Rannsóknarstofu um þroska, mál og læsi barna og unglínga: Reykjavík.

Cunningham, B. (2008). *Critical incidents in professional life and learnin Í B. Cunningham (ritstj.), Exploring Professionalism*(bls.162-63). London: Bedford Way Papers, Institute of Education, University of London.

Ewing, R. & Le Cornu, Rosie (2010).From Practice Teaching to Practicum to Professional Experience. R. Ewing, T. Lowrie og J. Higgs (ritstj.). *Teaching & Communicating*, bls.31-41. Melbourne: Oxford University Press.

Hafdís Ingvarsdóttir (2004). Mótun starfskenningar íslenskra framhaldsskólakennara. *Tímarit um menntarannsóknir, 1*, 39-44.

Hastings, W. (2010). Constructive use of feedback in professional experience. R. Ewing, T. Lowrie og J. Higgs (ritstj.). *Teaching & Communicating*, bls.31-41. Melbourne: Oxford University Press.

Hafþór Guðjónsson (2008). Pisa, læsi og náttúrufræðimenntun. *Netla-Veftímarit um uppeldi og menntun*. Skoðað 10. nóvember 2011 á <http://netla.khi.is/greinar/2008/015/index.htm>

Jóna Guðbjörg Torfadóttir og Hafdís Ingvarsdóttir (2008). Umbrot: Samskipti framhaldsskólakennara og nemenda. *Uppeldi og menntun, 17*, 49-54.

Lampert, Magdalene (2010). Learning Teaching in, from, and for Practice: What do we Mean?. *Journal of Teacher Education*, 21-34. American Association of Colleges for Teacher Education.

Ragnhildur Bjarnadóttir (2008). Markmið kennaranáms: Starfshæfni og fagmennska. *Tímarit um menntarannsóknir, 5*, 93-100, 93,96-97.

Sunna Valgarðsdóttir (2011, 29. september). Greinilegur munur á árangri kynjanna. *Fréttblaðið*, bls. 10.

Wellington, J. og Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*.  
Buckingham: Open University Press.