

Sýn fimm grunnskólakennara á nám og kennslu í náttúruvísindum¹

Meyvant Þórólfsson, Allyson Macdonald og Eggert Lárusson
Kennaraháskóla Íslands

Ytri leiðarljós hafa orðið kennurum í náttúruvísindum sýnilegri á síðustu árum en áður var. Þar ber hæst Aðalnámskrá grunnskóla 1999 og upptöku samræmds lokaprófs árið 2002. Á vettvangi skólastarfs þurfa kennarar eftir sem áður að uppfylla þarfir breiðs nemendahóps. Árið 2005 var sýn fimm náttúrufræðikennara rannsökuð með greiningu á viðtölum og vettvangsathugunum. Tilgangurinn var að kanna hvernig þeir tengdu saman sérfræðipækkingu sína og fagvitund til að uppfylla þarfir og margbreytilegar forsendur breiðs nemendahóps, samhliða því að verða við skuldbindingum sem felast í hinum ytri leiðarljósum. Niðurstöður benda til þess að spenna fylgi því að reyna að uppfylla bæði þessi skilyrði, þ.e. hin ytri leiðarljós annars vegar og raunverulegar kröfur í skólafundum hins vegar. Orðræða viðmælenda beinist töluvert að því síðarnefnda en skipulag þeirra á námi og kennslu virðist fremur taka mið af því fyrnefnda. Yfirferð námsefnis reynist vega þyngra nú en áður, en sveigjanleiki og tími til verklegs náms virðist að sama skapi minni.

Hagnýtt gildi: Höfundar telja ástæðu til að hyggja að starfsaðstæðum kennara í kjölfar aukinnar áherslu á náttúruvísindi í almenna skólakerfinu með tilkomu Aðalnámskrár 1999, samræmds prófs í náttúrufræði og þátttöku í PISA 2006. Spenna eða streita virðist fylgja þessum breytingum meðal kennara. Varpað er ljósi á fagmennsku og fagvitund kennara sem standa á mörkum þess að vera sérfræðingar í uppeldi og menntun annars vegar og hins vegar sérfræðingar í kennslu námsgreina á borð við náttúruvísindi. Greinin ætti að gagnast rannsakendum, stefnumótunaraðilum, kennurum og kennaramenntunarstofnunum við að kortleggja áhrif hinnar auknu áherslu á náttúruvísindamenntun á nám og kennslu í grunnskólum.

Það þykir í raun sjálfgefið að kennarar hafi einhver ytri leiðarljós sem stýri því að einhverju marki hvað þeir kenna hverju sinni, hvernig og hvers vegna. Meðal grunnskólakennara eru aðalnámskrár í náttúrufræði og umhverfismennt (1999 og 2007) dæmi um slík ytri leiðarljós. Kennarar lesa þó hina opinberu námskrá og túlka með ólíkum gleraugum; sumir lesa hana vel og fylgja henni samviskusamlega: „Ég hef hana meira að segja á náttborðinu hjá mér“ er haft eftir einum kennara. Aðrir segjast vart muna hvernig námskrárheftin líta

út. Sömu sögu er að segja um námsefnið, samræmdu prófin og önnur rituð plögg, sem berast kennurum og nemendum. Slíkir textar og gögn hafa vissulega áhrif á náms- og kennsluathafnir, en með mismunandi hætti og í mismiklum mæli.

Meginmarkmið þessarar rannsóknar var að kanna hugmyndir kennara í náttúruvísindum um nám og aðstæður nemenda og hvers kyns fagmennska það væri sem einkenndi störf þeirra eftir gildistöku Aðalnámskrár grunnskóla 1999, nánar tiltekið hvernig þeir tengdu

¹ Rannsóknin var styrkt af Rannsóknasjóði Kennaraháskóla Íslands.

saman þekkingu sína og viðhorf til samræmis við margbreytilegar forsendur breiðs nemendahóps, samhliða því að verða við skuldbindingum er felast í hinum ytri leiðarljósum. Á það má benda að Rúnar Sigbórsson (2007) rannsakar nú áhrif samræmdra prófa í náttúrufræði og íslensku á starfshætti kennara og nemenda í íslenskum skólum og bendir þar m.a. á áhrifamátt námsmats, ekki síst samræmdra prófa, þar sem töluverðir hagsmunir eru í húfi fyrir alla sem eiga hlut að máli. Hér er horft á hin ytri leiðarljós í víðara samhengi, einkum birtingu þeirra í námskrám.

Námskráin og kennarinn

Markmið í náttúruvísindanámi beinast að stórum hluta að því að nemendur átti sig á áhrifum vísinda og tækni á umhverfi sitt, lífshætti og samfélag og jafnframt að þeir þjálfist í vinnubrögðum við framkvæmd athugana, leit að skýringum og lausnum og við mat og framsetningu á niðurstöðum (Aðalnámskrá grunnskóla. Náttúrufræði og umhverfismennt 2007). Kennarinn í náttúruvísindum þarf því að vera vel að sér í hinni sérstæðu heimspeki og aðferðafræði sem einkennir náttúruvísindi. Hann þarf að þekkja til vísindalegra aðferða og krafan um tengingu náttúruvísindanáms við samfélagsleg vandamál kallar á þjálfun í rökhusun og gagnrýninni samræðu.

Samkvæmt Shulman (1986, bls. 9) ætti að fyrirfinnast að minnsta kosti þrenns konar sérþekking meðal fagkennara til viðbótar almennri þekkingu á menntun og uppeldi (*pedagogical knowledge*). Í fyrsta lagi er það þekking á inntaki fagsins, sérkennum þess og rökum (*subject matter content knowledge*), í öðru lagi þekking á ákjósanlegum aðferðum og leiðum við skipulag náms og kennslu í námsgreininni, þ.e. til að búa nemendum aðgengi að hugtökum hennar, aðferðum og hugmyndum (*pedagogical content knowledge*, PCK). Slík þekking hefur einnig verið kynnt undir yfirskriftinni *subject-specific pedagogy* (sbr. Lederman 2001; Soares og Lock 2007). Vert er að geta þess að PCK hefur hlotið vaxandi athygli í kennaramenntun og

rannsóknunum á henni; þar er mælt til að þjálfun kennaranema feli í sér samþættingu greinar og kennslufræði hennar; óæskilegt sé t.d. að kenna efnafræði í einum tíma og kennslufræði í öðrum. Loks nefnir Shulman til sögunnar þekkingu á námskrám, námsefni og gögnum og einnig heildarsamhengi og skipulagi skólastarfsins (*curricular knowledge*). Þessu til viðbótar má ekki gleyma mikilvægi þekkingar á nemendum sjálfum, margbreytileika þeirra og því félagslega samhengi sem þeir tilheyra (Bransford, Darling-Hammond og LePage, 2005).

Með gildistöku Aðalnámskrár 1999 óx vægi náttúruvísinda frá því sem áður var og er nú orðið 9–10% af bundnum stundum viðmiðunarstundaskrár fyrir grunnskóla. Markmið urðu fleiri og sundurgreindari fyrir öll stig grunnskólans og inntak mun viðameira; því til viðbótar var samræmt lokapróf í náttúrufræði tekið upp árið 2002 eftir næstum tveggja áratuga hlé. Markmiðum í náttúrufræði á grunnskólastigi var skipað í þrjá meginflokkka. Í fyrsta lagi voru markmið um *hlutverk og eðli náttúruvísinda* þar sem sjónum var beint að áhrifum vísinda á lífshætti og viðhorf nútímamanneskju, umhverfi hennar og samfélag. Í öðru lagi voru markmið um *vinnubrögð og færni*, þar sem gert var ráð fyrir að nemendur þjálfist í vinnubrögðum við framkvæmd athugana, leit að skýringum og lausnum og við mat á niðurstöðum. Loks var um að ræða inntaksmarkmið sem ná til eðlisvísinda, lífvísinda og jarðvísinda, eins og það er orðað í námskránni.

Fræðasvið náttúruvísinda er víðfeðmt og því vandasamt að forgangsraða því efni sem telst nauðsynlegt í menntun fyrir alla. Hugtök og efnisþættir úr eðlisvísindum, efnavísindum, heimsfræði, jarðvísindum og lífvísindum eru valin og sett fram með tilliti til mikilvægis þeirra innan hvers fræðasviðs og innbyrðis tengingar en ekki síður hvernig þau tengjast umhverfi grunnskólanemenda og þeim veruleika sem blasir við þeim sé litið til nútíðar og framtíðar. Við þetta má bæta að samkvæmt *Reglugerð um innritun nemenda*

í *framhaldsskóla* (nr. 98/2000) þarf að ná lágmarkseinkunninni 5,0 á samræmdu prófi í náttúrufræði til að komast inn á svonefndar raungreinabrautir framhaldsskóla.

Þrátt fyrir skýr og sundurgreind markmið í námskrám er það engan veginn sjálfgefið hvað skuli kennt í skólum, hvernig það skuli kennt, hverjum eða hvenær. Sérstaklega á þetta við um náttúruvísindi. Samkvæmt greiningu Kliebard (1987) eru hér að verki ákveðnir straumar eða stefnur sem eiga sér rætur í hugmyndum manna um samfélagslegt og pólitískt hlutverk skóla, þekkingarfræði, námsþroska og félagsmótun. Tveir meginstraumar hafa lengst af verið mest áberandi í þessum efnum (sjá t.d. Labaree, 2005; Parkay, 2006). Annars vegar er námskrárstefna sem Parkay nefnir fagmiðaða námskrá (*subject-centered curriculum*) og einkennst hefur af skýrum markmiðum, skilvirkni, hlutlægu mati og hinni skrifuðu fagnámskrá, þar sem kennarinn og námsbókin ráða fyrst og fremst ferðinni. Hins vegar er hin barn- eða nemandamiðaða stefna (*student-centered curriculum*), sem tekur mið af ólíkum þörfum, hugmyndum og aðstæðum nemenda og gerir í raun ekki ráð fyrir að skólustarf geti stjórnað af fyrirfram skrifuðum áætlunum í einu og öllu. Í þessu sambandi talaði John Dewey annars vegar um hefðbundna menntastefnu (*traditional education*) og hins vegar framsækna menntastefnu (*progressive education*) og beindi sjónum að því að hvaða marki reynsla, forhugmyndir og sértækar þarfir nemenda skiptu máli þegar skipuleggja ætti nám og kennslu, til dæmis í náttúruvísindum (1938, bls. 17). Eitt merkasta dæmið um slíkar hugmyndir hérlendis birtust í svonefndu Starfsleiknínámi, sem hafði djúpstæð áhrif á starf íslenskra skóla á tímabilinu frá því um miðjan 9. áratug síðustu aldar og fram á miðjan 10. áratuginn (Þorsteinn Sigurðsson, 1991).

Elliot Eisner (1990) tók svo til orða þegar hann fjallaði um þátt hinna ytri leiðarljósa: „...góð námskrá og námsefni veita kennurum frelsi og svigrúm jafnframt því að leiðbeina þeim eða fræða“ (bls. 65)². Það svigrúm

sem kennarar þurfa í störfum sínum sem fagmenn tengist vissulega nauðsyn þess að skipuleggja nám og kennslu á fjölbreytilegan hátt í samræmi við markmið námskrár, en það felur jafnframt í sér siðferðilega þætti, t.d. það að taka inn í myndina margbreytilegar þarfir og séraðstæður skjólstæðinga sinna (sbr. Strike og Soltis, 1985/2004)³.

Eisner (1990) vakti einnig athygli á ákveðnum vanda sérfræðinga utan skólanna, sem skrifuðu námskrár og námsefni, þ.e. fjarlægð þeirra frá vettvanginum og þar með vandræðum sem fælust í því að reyna að setja fram einhvers konar forskrift um það sem þar skyldi fara fram án vitneskju og tillits til margbreytilegra aðstæðna og samhengis. Þannig gætu textar námskránna virkað á kennara og nemendur sem eins konar merkingarsnauð „atvikarúsl héðan og þaðan“, sbr. lýsingar Þórbergs Þórðarsonar (1986) á því að lesa og reyna að skilja framandi texta. Á síðustu áratugum hafa augu manna beinst að því í vaxandi mæli að leita leiða til að brúa bilið þarna á milli því óraunhæft sé að ætla sér að búa til staðlaða forskrift um það sem gerist eða muni gerast í daglegu skólustarfi, í síbreytilegum og ófyrirséðum samskiptum og störfum nemenda og kennara (Eisner 1990; Sarason 1982; Schwab 1969).

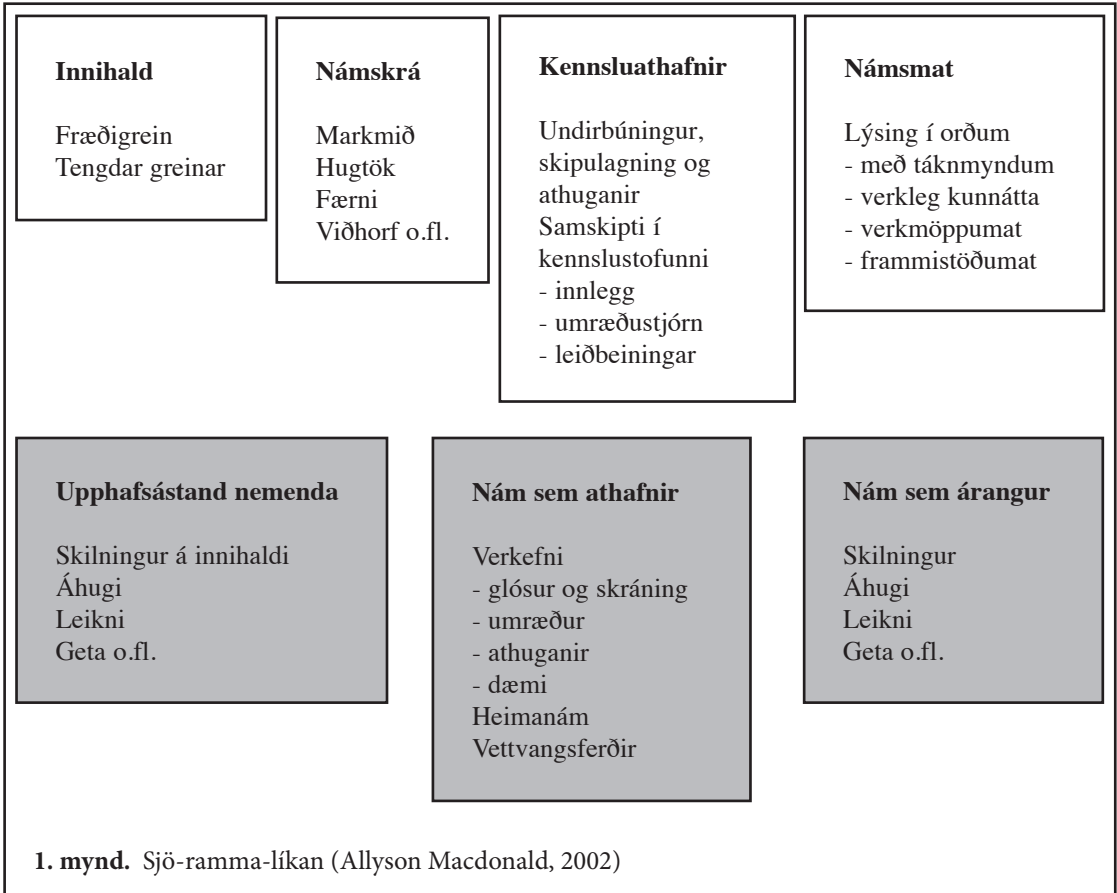
Kennarar verða að hafa sig alla við til að hafa yfirsýn yfir stöðu þekkingar á sviðinu og hvernig vænlegast sé að fara með hana í almennu skólustarfi og af augljósum ástæðum er það skammgöður vermir að reyna að skilgreina inntak og markmið námsgreinar eins og náttúruvísinda sem tilbúinn eða endanlegan pakka af þekkingu er unnt sé að miðla eða varpa til nemenda með hefðbundnum hætti (sbr. DeBoer 1991, bls. 222).

Ákvarðanataka og fagmennska

Svonefnt sjö-ramma-líkan endurspeglar þá þætti sem kennarar þurfa að taka ákvarðanir um við skipulag kennslu (sjá 1. mynd). Hugmyndin var unnin og þróuð upp úr greiningu Hewson og Hewson frá 1988 á námi og kennslu (Allyson Macdonald, 2002). Meginröksemdin að baki

² Good curriculum materials both emancipate and educate teachers (Eisner 1990, bls. 65)

³ Ethical thinking and decision making are not just following the rules (Strike og Soltis 1985/2004, bls. 1)



líkaninu er sú að þegar við skipuleggjum skólustarf og veltum fyrir okkur hvernig best sé að kenna hugum við venjulega að efni, markmiðum, kennsluáferðum og námsmati (óskeygðu fletirnir). Þannig taki kennarar og stjórnendur skóla mið af hinum ytri leiðarljósum, sem áður voru nefnd, setji svo nemendum markmið í samræmi við það, velji námsefni, skipuleggi kennsluathafnir og ákveði hvernig skuli metið, samanber hefðbundnu menntastefnuna sem Dewey nefndi svo.

Hver og einn nemandi kemur í skólann með sértækar hugmyndir byggðar á fyrri reynslu og fyrirfram skilning á því sem hann á að fara að læra. Nemendur hafa enn fremur hver sinn stíl og þarfir þegar nám er annars vegar og loks verður námsreynsla og árangur jafnmargbreytilegur og ófyrirséður

og nemendur eru margir. Ef árangur á að nást komumst við því ekki hjá að gefa nemendum sjálfum góðan gaum (skýggðu fletirnir), upphafsstöðu þeirra, reynslu, námsathöfnum og verkefnum. Námsárangurinn er með öðrum orðum háður upphafsástandi hvers nemanda og athöfnum og þær matsaðferðir og matstæki sem venjulega er beitt í skólustarfi gera okkur ekki kleift að meta hann nema að takmörkuðu leyti.

Fagmanneskjan „kennari í náttúruvísindum“ þarf því að hafa góða vitneskju um aðstæður nemenda sinna ef árangur á að nást. En hún þarf jafnframt að vera vel að sér um markmið og inntak greinarinnar. Og til að standa undir nafni kemst hún í raun ekki hjá því að fylgjast jafnframt með hinni hröðu þróun þekkingar á sviði vísinda og tækni. Veruleikinn sjálfur er

ekki einungis á fleygiferð, sífelldum breytingum háður, heldur einnig eðli þekkingar okkar á honum og skilningur eins og Thomas Kuhn gerði grein fyrir í *The Structure of Scientific Revolutions* (1996). Honum þótti ástæða til að benda á að vísindamenn hefðu sömu eiginleika eða veikleika og aðrar manneskjur, væru ólíkir og háðir reynslu, umhverfi og aðstæðum sem þeir byggju við. Sköpun vísindalegrar þekkingar er þess vegna í raun afstæð og síkvik fremur en altæk og endanleg.

Kennsla í náttúruvísindum er sérhæft starf sem krefst sérþekkingar og fagmennsku. Það er því ekki fráleitt að kennarar á því sviði geri tilkall til einkaréttar á vinnu sinni og rökstyðji það með menntun sinni, starfsreynslu og prófgráðum. Fagmennska þeirra sem annast náttúruvísindamenntun snýst ekki eingöngu um þekkingu á hugtökum og hugmyndum sem miðla skuli til nemenda, heldur einnig það að geta greint síbreytilegar aðstæður og valið leiðir, tæki, gögn og námsaðstæður sem hæfa hverju sinni. Fagmanneskjan skuldbindur sig til að gera það fyrst og fremst sem hún telur skjólstæðingum sínum fyrir bestu (Trausti Þorsteinsson 2003, bls. 189); en hún þarf jafnframt að þjóna ýmsum öðrum hagsmunum.

Fjölmarginir hagsmunir liggja að baki ákvarðanatöku grunnskólakennara, enda axla þeir þá ábyrgð að taka þátt í stefnumótun og gerð áætlaða og námskráa sem hafa áhrif á líf og starf allra þegna samfélagsins 10 ár ævinnar. Slíkar ákvarðanir tengjast ekki eingöngu vali á námsefni, námsgögnum og námsaðstæðum, heldur einnig félagslegum, tilfinningalegum, heimspekilegum og pólitískum málum (sbr. Strike og Soltis, 1985, bls. 95). Með tilliti til þessa hljótum við að líta á kennslu ekki síður sem siðferðilegt ferli en tæknilega framkvæmd (sbr. Allyson Macdonald, 2000). Á þetta leggur Nel Noddings (1993) einnig áherslu í umfjöllun sinni um siðfræði umhyggju. Noddings segir að kennarar hljóti því að horfa heildstætt á þroska nemenda sinna og leggja allt að jöfnu, þ.e. vitsmunalegan þroska og siðferðilegan

og félagslegan þroska nemenda. Með öðrum orðum felast í skuldbindingum kennara skyldur gagnvart starfinu og ýmsum þáttum þess, en e.t.v. enn frekar gagnvart skjólstæðingum þeirra, nemendum.

Margir hafa fjallað um fagmennsku kennara og virðast greina eftirfarandi megineinkenni. Fagmenn leggja fremur áherslu á þjónustu en fjárhagslegan ávinning, fagið krefst sérþekkingar og langs sérnáms sem byggist á skilgreindum kenningum, einstakir meðlimir og faghópurinn í heild njóta töluverðs sjálfræðis og svigrúms til að taka sjálfstæðar ákvarðanir, meðlimir faghóps hafa svipað gildismat sem birtist oft í siðareglum, þeir bera ábyrgð og skyldur gagnvart skjólstæðingum og starfsumhverfi, þeir ábyrgjast fagmennsku og getu hvers annars, þeir hafa áhrifavald yfir viðskiptavinum sínum og eðli þjónustunnar gerir þiggjendum hennar ómögulegt að meta hana (Allyson Macdonald, 2000; Furlong o.fl., 2000; Rich, 1984).

Trausti Þorsteinsson bendir á að til séu a.m.k. þrjú ólík snið fagmennsku (2003) og vísar þar til skrifa Peter Ribbins frá 1990 og Andy Hargreaves frá 2000. Í fyrsta lagi geti verið um að ræða hina „ósjálfstæðu fagmanneskju“ sem fylgi fyrst og fremst fyrirmælum yfirvalda og telji sig framar öðru bera ábyrgð og skyldur gagnvart áætlunum og reglum sem þau hafa sett, fagmennskan felist í því að þekkja hina opinberu stefnu, túlka hana og fylgja henni. Í öðru lagi sé „sjálfstæða fagmanneskjan“, þ.e. sú sem leyfir sér að víkja að vissu marki frá forskriftum yfirvalda og horfir þess í stað á þarfir nemenda, námsumhverfið og hið félagslega samhengi náms og kennslu, en þó í meginatriðum afmarkað við sjálfa sig og skjólstæðinga sína. Loks nefnir Trausti hina „samvirku fagmennsku“ sem adhyllist hugmyndir um líðsheild og það að líta heildstætt á starf skólans þar sem samstarf og samvirkni skipti meginmáli. Sé vel að gáð má greina samhljóm hugmynda Trausta og einnig Furlong og félaga við þrískiptingu Shulman, sem lýst var hér á undan. Ósjálfstæða fagmanneskjan tekur fyrst og fremst mið af þeim markmiðum

og inntaki sem á að kenna. Sjálfstæða fagmanneskjan metur aðstæður og hagar aðferðum og skipulagi eftir því, en samvirka fagmanneskjan hugsar um skólastarfið í víðara samhengi, hyggur að samábyrgð sinni með öðrum á heildarskipulagi.

Rannsóknin

Rannsóknarspurningin tekur til tveggja meginatriða, annars vegar hugmynda fimm náttúrufræðikennara um nám og kennslu og hins vegar hvers eðlis fagvitund þessara kennara reynist vera og hvaða sérstöðu náttúruvísindi hafa sem faggrein í því samhengi. Í niðurstöðum er því reynt að svara eftirfarandi meginspurningum:

- Að hvaða marki taka kennararnir fimm mið af margbreytilegri stöðu, athöfnum og árangri nemenda (skyggðu flötunum í sjö-ramma-líkaninu) þegar þeir skipuleggja nám og kennslu sam kvæmt hinum ytri leðarljósum?
- Hvernig birtist fagmennska og fagvit-und meðal viðmælenda þessarar rannsóknar og hver er sérstaða nátt-úruvísinda sem faggreinar í því tilliti, sbr. ábendingar Shulman og fleiri um fagþekkingu, kennslu faggreina og almenna þekkingu í uppeldis- og kennslufræði?

Tekin voru viðtöl við fimm kennara, tvær konur og þrjá karla, sem starfa eða hafa starfað sem fagkennarar í náttúruvísindum á miðstigi og unglingastigi grunnskóla og einnig var fylgst með kennslu hjá þeim. Viðmælendur voru markvisst valdir, þ.e. vitað var að þeir höfðu sérþekkingu eða menntun sem kennarar í náttúruvísindum og einnig nokkra reynslu af slíkri kennslu. Fyrsti viðmælendinn var valinn því hann er vel þekktur fyrir athyglisvert skipulag náms og kennslu, hefur sérmenntun í kennslu náttúruvísinda og nemendur hans hafa náð góðum árangri í samræmdum prófum. Hann benti okkur á tvo næstu viðmælendur

sem áhugaverða kennara og loks voru tveir til viðbótar valdir með tilliti til kyns, menntunar og breiðrar kennslureynslu, enda höfðu rannsakendur haft spurnir af þeim sem reyndum og framsæknum kennurum í náttúruvísindum. Fjórir kenndu einkum á unglingastigi og að hluta á miðstigi, en einn á miðstigi.

Vinna við rannsóknina hófst í febrúar 2005 með gagnasöfnun. Um var að ræða hálfopin (*semi-structured*) viðtöl, u.þ.b. 60 mínútur hvert. Þættir í áður nefndu kennslulíkani (1. mynd) voru uppistaða í spurningaramma en hvert viðtal hófst með lýsingu kennarans á dæmigerðri kennslustund sem henni eða honum þætti hafa tekist vel. Þannig vildum við fá í upphafi viðtals sýn hvers viðmælenda á hvað fælist í góðri kennslustund. Í spurningum var komið inn á heimanám og samræmd próf og í lokin var hugað að notkun upplýsingatækni í náttúrufræðikennslu. Markmiðið var að öðlast heildstæða mynd af aðstæðum hvers og eins þessara fimm kennara,

Í kjölfar hvers viðtals var fylgst með einni kennslustund hjá viðkomandi kennara og reynt að skrá jafnóðum það helsta sem fram fór. Í lok hvernar vettvangsathugunar var rætt aftur við hvern og einn um mikilvæg atriði og spurningar sem vöknuðu eftir fyrra viðtalið og vettvangsathugunina.

Viðtölin fóru öll fram í kennslustofum viðkomandi kennara. Þau voru hljóðrituð, afrituð og greind. Við greininguna var stuðst við eigindlega aðferð þar sem reynt er að túlka fyrirbæri út frá merkingu sem fólk leggur í þau. Túlkunarfræðileg nálgun er aðferð til að túlka texta og öðlast gilda eða réttmæta merkingu hans (sbr. Kvale, 1996); reynt er að finna í gögnunum mikilvægar túlkanir, prófa þær og endurskoða eftir því sem þörf krefst. Kvale talar þannig um túlkunarfræðilega greiningu sem hringferli (*hermeneutical circle*) sem gæti verið endalaust ef því væri að skipta (bls. 47).

Niðurstöður

Í niðurstöðum er í fyrsta lagi reynt að draga fram hvernig kennararnir fimm bregðast við margbreytilegri stöðu, athöfnum og árangri

nemenda (sbr. skyggðu fletina í sjö-rammalíkaninu) þegar þeir skipuleggja nám og kennslu. Í öðru lagi er fjallað um þá sérþekkingu og færni sem nýtist náttúruvísindakennurum, sbr. skrif Shulman og fleiri um nauðsynlega þekkingu og sýn faggreinakennara og um leið hvers eðlis fagvitund viðmælenda reynist vera. Notuð eru dulnefni þegar vísað er til ummæla og athafna viðmælenda.

Skipulag náms og kennslu (sbr. sjö-rammalíkanid)

Saga kenndi eðlisfræði í 6. – 10. bekk þegar rannsóknin fór fram, en hafði áður kennt íslensku og stærðfræði á unglíngastigi í fjölmörg ár. Fyrir u.þ.b. tíu árum tók hún viðbótarnám í eðlis- og efnafræði. Hún segist telja að nemendur læri best með því að framkvæma tilraunir sjálfir, en „því miður þá gera samræmdu prófin það að það er ekki hægt að láta þau gera tilraunirnar, sérstaklega af því við fórum í verkfall ... Við verðum að komast yfir textann, það er númer eitt.“ Þegar hún er spurð hvort hún hlusti eftir eigin hugmyndum nemenda og spyrji þá til að grennslast fyrir um hugmyndir og reynslu svarar hún því neitandi og segist ekki hafa lag á slíkum kennsluaðferðum.

Aðalsteinn kenndi eðlisfræði og stærðfræði á unglíngastigi þegar rannsóknin fór fram. Hann skipuleggur kennslu sína vandlega fram í tímann og lætur nemendur hafa sundurgreinda áætlun fyrir alla önnina. Allir nemendur fara yfir það sama í eðlisfræði, á sama tíma og á sama hraða, hvort sem þeir hafa hug á að þreyta samræmda prófið eða ekki. Dæmigerð kennslustund er þannig að Aðalsteinn byrjar á að merkja við hjá sér hverjir hafa unnið heimavinnuna sína, síðan ræðir hann um efni dagsins og „leggur inn“ eins og hann orðar það, framkvæmir e.t.v. sýnitraun eða bregður upp stuttri verklegri æfingu, sem hann framkvæmir sjálfur; hann segist ekki hafa nemendatilaunir því þær séu gagnslitlar. Í kennslustundinni sem fylgst var með fjallaði Aðalsteinn um varmaflutning í 9. bekk. Nemendur virtust töluvert áhugasamir og athyglisverð umræða

fór fram. En það kom fram bæði í viðtali við hann og einnig í vettvangsrannsókn að það eru kennsluathafnir hans sem skipta máli (óskeygðu fletirnir í líkaninu), síður námsathafnir nemenda (skyggðu fletirnir).

Ólína sagðist ekki líta á sig sem fræðara eða boðara, það ýtti undir páfagaukalærdóm, heldur sem eins konar verkstjóra sem útvegaði tæki og tól og réttar aðstæður. Þegar vettvangsathugun fór fram unnu nemendur Ólínu (7. bekkur) verkefni á veggspjöld um fugla. Verkefnið fólst í að teikna, klippa og líma myndir af fuglunum, útbúa kort yfir ferðir þeirra eða skrifa texta með hjálp útprentaðrar heimildar af vef Náttúrufræðistofnunar. Þótt nemendur hefðu fengið talsvert svigrúm og sjálfstæði í þessari kennslustund virtist áhugahvöt ekki sterk. Útgefið námsefni og próf úr því vega töluvert hjá Ólínu. Á einum stað segir hún: „Það er voðalega þægilegt ef þú ert með bók og kennarahandbók og það er búið að ákveða allt fyrir þig hvað þú átt að gera.“ Á öðrum stað talar hún um þörf á beinni kennslu til að „koma fram nýjum hugtökum...þá þurfa að vera líka skilgreiningar og annað sem flokkast bara undir beina kennslu.“ Af svörum Ólínu má ráða að hin nemendamiðaða námskrá er henni hugleikin (skyggðu fletirnir). En athafnir hennar og skipulag benda til að hin námsgreina- eða kennaramiðaða námskrá sé að minnsta kosti ekki langt undan.

Jakob, sem kenndi eðlisfræði og líffræði á unglíngastigi þegar rannsóknin fór fram, kemst greinilega nokkru nær því að framkvæma og skipuleggja nám og kennslu í samræmi við hugmyndir um margbreytileika nemenda, stöðu þeirra og reynslu. Hann virtist t.d. mjög laginn við að fanga huga nemenda sinna með áhugaverðri samræðu, meðal annars með tengingu við efni tímaritsins *Lifandi vísindi*. Aðspurður um spjall sem færi út fyrir efnið sagðist hann hiklaust nýta slíka umræðu til frekara náms ef mögulegt væri og „...leyfa því að rúlla...Slíkar kennslustundir eru gulls ígildi, þá eru allir áhugasamir af því þetta er frá þeirra eigin brjósti. Ég myndi aldrei stoppa það því það er hægt að byggja

ofan á það.“ Rannsakendum gafst einmitt tækifæri til að fylgjast með slíkri umræðu hjá honum um lofthjúp jarðar og ýmislegt tengt honum, gróðurhúsaáhrif, ósonlagið, áhrif útfjólublárra geisla, freon, eldsneytisbirgðir jarðar, rafsegulróf og margt fleira. Í umræðunni komu nemendur með ýmsar athyglisverðar spurningar og hugmyndir. Jakob spurði einn nemanda hvort hann gæti útskýrt hvað væru gróðurhúsaáhrif. Nemandinn sagðist geta það ef hann mætti koma upp að töflu og teikna það upp, en ekkert varð úr því, annar nemandi fékk orðið og saman svöruðu þeir spurningunni, hann og kennarinn.

Þótt Jakob taki mið af aðstæðum nemenda (sbr. skyggðu fletina) dylst engum að markmiðin í aðalnámskránni og samræmd próf hafa talsverð áhrif á daglegt starf hans og nemenda hans: „Aðalnámskráin er rauður þráður, alla vega í náttúrufræðináminu hjá mér...þau bera líka virðingu fyrir náminu og prófunum...þau vita að þau komast ekki upp með gutl og rugl og að lesa ekki neitt, markmiðin mín eru þokkalega skýr og ég prófa úr þeim og þau vita hver þau eru.“

Símon kenndi stærðfræði, eðlisfræði og tækni á mið- og unglingastigi þegar rannsóknin fór fram. Hann telur mikilvægt að vera sífellt vakandi yfir áhugamálum nemenda og að nýta þau sem kveikjur eða viðfangsefni í skólalærfinu. Hann segist oft víkja frá hinu fyrirfram ákveðna skipulagi, „taka svona dítúra“, eins og hann nefnir það. Í einu dæmi segir hann að einn „óþekktarormurinn“ hafi sýnt áhuga á fornu vopni, valslöngu, og það hafi orðið til þess að þetta vopn varð viðfangsefni bæði í stærðfræði og eðlisfræði, m.a. við líkanagerð. Ítrekað lýsir Símon áhyggjum sínum yfir því að skólalærfið taki ekki mið af fjölbreytilegum hæfileikum nemenda. Það birtist einna skýrast í áherslu á einhæf kunnáttuatriði í samræmdum prófum. Þegar Símon er spurður um sjálfsmynd sína sem kennara segist hann vera sá sem hugsar og þælir með nemendum: „...ef maður fer að spekulera í þessu með þeim þá verður einhver veginn svona öðruvísi flæði. En ef maður er eins og alvitur ... þau verða að

upplifa sko ferilinn svolítið á eigin skinni, annars fylgir skilningurinn ekki með.“ Hér fer ekki milli mála hvers konar kennsluathafnir Símon aðhyllist.

En hann segist þrátt fyrir allt ekki komast hjá að lesa vandlega námskrána og námsefnið og reyna að dekkja allt það helsta sem þar er, enda sé orðið samræmt lokapróf í náttúruvísindum og um 70% nemenda sinna skrái sig í það. Námskrár- og prófástýring veldur honum samt áhyggjum, enda samræmist hún engan veginn þeirri hugmyndafræði sem hann virðist hallast að. Á einum stað talar hann um nemanda sem hugsanlega „brillerar í stærðfræði og stafsetningu og ensku og dönsku og öllum þessum greinum og getur lært þetta utan að og komið hlutunum frá sér og allt það, með þokkalega rökhugsun, en verkgefur virðast bara ekki vera nokkrar. Viðkomandi barn getur varla þrifið sig, getur varla séð um sig í sambandi við eldamennsku og getur helst ekki skipt um peru nema að hringja í rafvirkja.“ Hann hugsar því jafnt um siðferðilegan og félagslegan þroska sem vitsmunalegan, samanber hugmyndir Noddings um siðfræði umhyggju hér á undan.

Meðal kennaranna fimm má greina svipaða mynd og Labaree (2005) og fleiri (t.d. Goodlad, 1984; Zilversmit, 1993) hafa dregið upp af skólalærfinu og þróun þess, það er að orðræðan sjálf reynist snúast töluvert um hag nemenda, þarfir þeirra, margbreytileika og aðstæður, en þegar kemur að framkvæmdinni, skipulagi námsins og kennslunnar, er slík hugsun ekki eins sýnileg og vænta mætti. Í staðinn verður hin skilvirka námskrárstefna sýnilegri með námskrána, námsbókina og prófin í öndvegi. Kennararnir fimm í þessari rannsókn reyndust þó töluvert ólíkir hvað þetta varðaði. Hjá nánast öllum kom með einhverjum hætti fram að óhjákvæmilegt væri að taka aðstæður og stöðu nemenda inn í myndina þegar kennsla í náttúruvísindum væri skipulögð.

Ákvarðanatataka og fagmennska

Saga hefur stundað símenntunarnámskeið í eðlisfræði nokkuð markvisst og hún segist hafa

náð sæmilegum tókum á helstu efnisþáttum á því sviði. Helsti styrkleiki hennar virðist því einkum ná til inntaks fagsins og sérkenna þess. En hún telur sig standa fremur illa að vígi þegar kemur að kennsluáferðum og leiðum, einnig vali á gögnum og tækjum til kennslu. Hún segist t.d. ekki vera fær í að spyrja og halda uppi samræðum meðal nemenda um efnið sem hún er að kenna: „Spjall er nú ekki mikið ... Maður þarf að læra það, ég er ekki flink við það. Það fer út og suður.“ Samt eru dæmi um athyglisverðar kennsluáferðir hjá henni, t.d. það sem hún kallar „leikrit“ sem eru í raun áhugaverðar sýnitilraunir með umræðu. Í kennslustund sem rannsakendur fylgdust með vakti það athygli að hún fór með heilan nemendahóp með sér inn í stigahús í fjölbýlishúsi og gerði tilraun með kraft, orku og hreyfingu. Saga segist oft sjá brýna þörf á að hjálpa nemendum að tengja og skilja, tekur dæmi um hitastig og frostmark, allir nemendur hafi t.d. reynslu af því þegar vatn frýs, en tengingin við aflestur af hitamæli sé ótrúlega veik. Hún segir að sig vanti hugmyndir að áferðum og hún hafi t.d. ekki náð tókum á að nýta sér Netið, kallar eftir stuðningi frá kollegum: „...maður er svona eyland, þá hefur maður engar hugmyndir annars staðar frá.“ Samkvæmt flokkun Trausta Þorsteinssonar á „ósjálfstæð fagmennska“ við þegar fagmanneskjan gerir sig háða ytri skilyrðum og forskriftum og reynir að uppfylla þau (bls. 192), en forðast að meta sjálfstætt og „ákvarða hverjar þarfir nemenda eru og á hvern hátt þeim skuli mætt“ (bls. 195). Saga tilheyrir fyrst og fremst þeim flokki. Hún reynir að hafa á valdi sínu góða þekkingu á faginu sem hún kennir, lítur á sig sem uppfræðara fremur en uppálanda og metur mikils sjálfstæði sitt sem sérfræðings í skólastofunni.

Aðalsteinn telst einnig hafa tiltölulega góða innihaldslega þekkingu, en afmarkaða þó. Þegar hann er spurður hvort hann telji sig hafa sterkan bakgrunn í greinum sínum, eðlisfræði og stærðfræði, svarar hann: „Já, svona miðað við aðra þá held ég að ég standi ágætlega.“ Fagmennska hans tilheyrir sama

flokki og fagmennska Sögu. Hann lítur fyrst og fremst á það sem hlutverk sitt að miðla þekkingu og kunnáttu og meta árangurinn með hefðbundnum áferðum, síður að hafa áhyggjur af séraðstæðum hvers nemanda, uppeldislegum atriðum eða námslegum vandamálum. Aðalsteinn stendur langt frá skilgreiningu Trausta á hinni „samvirku fagmennsku“. Hann segist til dæmis ekki þekkja til skipulags hjá öðrum kennurum og ekki vera viss um hvort gerð hafi verið heildstæð skólanámskrá fyrir eðlisfræði í sínum skóla.

Ólína hafði nýlega lokið kennaranámi þegar rannsóknin fór fram. Segja má að hún standi einhvers staðar á milli hinnar „sjálfstæðu fagmennsku“ og „ósjálfstæðu fagmennsku“. Hún segist fylgja aðalnámskrá og þægilegt sé að hafa skrifaða námsefnið sem uppistöðu, en hún nýti sér samt það frelsi sem hún hafi til að skipuleggja bæði tíma og efnistöð í náttúruvísindakennslu sinni: „Ég hef mjög frjálssar hendur hérna í sambandi við hvað ég geri og hvernig ég geri það, þannig að maður er líka að taka þátt í að móta svoltíð...“ Hún hefur greinilega skýrari hugmyndir um mögulegar áferðir og útfærslur í kennslu sinni en Saga og Aðalsteinn og nauðsyn þess að láta ekki beina kennslu stjórna ferðinni: „En hún má aldrei vera stór partur af dæminu. Maður verður að nálgast hlutina frá sem flestum ólíkum hliðum.“

Jakob hefur haldgóða inntaksþekkingu á öllum sviðum náttúruvísinda. Hann leggur mikið upp úr því að nemendur skilji hvað þeir eru að gera og segir að samræður og spjall skipti sérlega miklu máli til að efla skilning nemenda og hann leggur sig einnig fram um að spjalla við nemendur sína utan formlegs skólatíma ef því er að skipta. Hann segist stundum láta nemendur framkvæma tilraunir sjálfa og skrifa hefðbundnar skýrslur, en þó segir hann á einum stað: „Mér finnst stundum nemendatilraunir sem þau gera sjálf hamla þeim, þau gleyma sér í að vera að gera eitthvað, mér finnst stundum að þau viti ekki nákvæmlega hvað þau eru að gera.“ Á öðrum stað segist hann stundum leggja á það áherslu við nemendur að þau

séu að þessu meira til „að læra að læra“, ekki beinlínis til að leggja allt efnið á minnið. Jakob er einfari í þeim skilningi að hann skipuleggur allt nám nemenda sinna og kennslu sína út frá eigin viðmiðum og á lítið samstarf við aðra kennara, segist t.d. fá aðstöðu í smíðastofu vegna verklegs náms, en skipuleggi námið samt ekki í samvinnu við kennara á því sviði. Aðspurður hvernig skólanámskráin sé unnin segir hann: „Ég veit ekki hvernig hinir gera það en ég geri það mikið upp úr aðalnámskrá.“ Hann stendur líkt og Ólína einhvers staðar á milli hinnar „sjálfstæðu fagmennsku“ og „ósjálfstæðu fagmennsku“.

Samábyrgð og skyldur gagnvart nemendum einkenna fagvitund Símonar. Hann er meðvitaður um starfskenningar sem skóli hans styðst við, til dæmis fjölgreindakenningu, og starfar samkvæmt þeim, hefur reyndar átt stóran þátt í þróun og skipulagi stórs námsverkefnis sem allir nemendur og starfsmenn skólans taka þátt í ár hvert. Hann segist nýta sér tækifæri til að samþætta námsgreinar þegar þau gefast. Í viðtalinu kom fram að hann tæki þátt í að samþætta náttúruvísindi, stærðfræði, heimilisfræði, myndmennt, smíðar og samfélagsgreinar. Leit Símonar að árangursríku skipulagi náms og kennslu í náttúruvísindum og stærðfræði stýrist af tilraunum hans til að viðhalda áhuga nemenda á viðtæku og erfiðu námssviði sem er þekkt fyrir að vera fremur óaðlaðandi og lítt áhugavert og hefur þar að auki margvíslega sérstöðu miðað við aðrar námsgreinar eða þætti náms. Aðgerðir hans og viðbrögð birtast í nýstárlegum og djörfum hugmyndum um framsetningu viðfangsefna, námsaðstæður og kennsluhætti. Afleiðingarnar sem hann væntir eru aukinn áhugi og jákvæðara viðhorf nemenda til náms í „raunvísindum“ eins og Símon nefnir fagsvið sitt, þ.e. eðlisfræði, efnafræði, stærðfræði og tækni. Aðspurður hvernig hann bregðist við þegar hann fái erfiðar spurningar frá nemendum sínum, sem hann hafi ekki svör við, segir hann: „Þá náttúrulega viðurkenni ég að ég hef ekki hugmynd um það (hlær) og ég viðurkenni það oft að ég veit ekki.“ Sú staða kom m.a. upp

í kennslustund í efnafræði sem rannsakendur fylgdust með. Símon tekur mið af hugmyndum og áhuga nemenda sinna við skipulag námsins og trúir að námsferlið sé háð innri áhugahvöt fremur en ytri:

Sko, kennari kennir ekkert nema nemandinn sé tilbúinn að nema og við getum ekki þvingað fram nám. Það er alltaf þessi eilífa barátta hjá okkur að finna einhverja kveikju sem að kemur ferlinu í gang og nemandinn finnur hjá sér þörf til að læra. Og því fyr sem að nemandinn fer að bera ábyrgð á sínu námi því betra. Þá loksins byrjar þroskinn að æða áfram. En meðan nemandinn er sem sagt að afplána einhver verkefni sem við ætlumst til af honum, þá er hann að læra fyrir okkur eða mömmu og pabba til að forðast einhvern refsivönd. Og mér finnst það ekki hollt að þetta sé spurning um að losna við refsingu. (Úr viðtali 21. október 2005)

Væntingar til fagmanneskju eru margvíslegar. Fagmanneskjan kennari í náttúruvísindum þarf að hafa þekkingu á inntaki fagsins, séreinkennum þess og rökum, einnig á aðferðum og leiðum við skipulag náms og kennslu og auk þess þekkingu á námskrám, námsefni og gögnum. Loks verður fagkennarinn að hafa hugmyndir um heildarsamhengi og skipulag skólastarfsins og gera sér grein fyrir samábyrgð í þeim efnum (sbr. Shulman, 1986; Trausta Þorsteinsson, 2003). Meðal þess sem Furlong o.fl. (2000) nefna er sérþekking á þeim þáttum sem einkenna starfið, svigrúm til að taka sjálfstæðar ákvarðanir tengdar faginu eða starfinu og laus ýmissa ófyrirséðra vandamála og loks ábyrgð og skyldur gagnvart skjólstæðingum og starfsumhverfi.

Líklega er enginn viðmælenda okkar vel settur á öllum sviðum, heldur misvel á hverju fyrir sig. Þau hafa t.a.m. öll sæmilega innsýn í hefðbundið inntak náttúruvísinda, samanber inntaksmarkmið eðlisvísinda, lífvísinda og jarðvísinda (Aðalnámskrá grunnskóla. Náttúrufræði, 1999) og geta því fallið vel að skilgreiningu Trausta á hinni „ósjálfstæðu fagmennsku“ sem felst í að uppfylla þá ábyrgð sem stjórnvöld skilgreina og „reiða fram námsefni og fræðslu í samræmi við

markmið aðalnámskrár.“ (2003, bls. 193). Samkvæmt hugmyndum Shulman (1986) þyrfti fagkennarinn reyndar að hafa talsvert meira til brunns að bera, ef vel ætti að vera. Hann þyrfti til dæmis að vita hvað styður eða hugsanlega gæti hrakið meint sannindi eða vísindalega kenningu, hvaða gildi slík vitneskja gæti haft og hvernig hún tengist öðrum kenningum eða sannindum. Hann þyrfti einnig að hafa það góða innsýn í fagið að honum væri fært að skipuleggja nám og kennslu þess með mismunandi nálgunum eftir því hver þroski og aldur nemenda væri. Veikleiki þekkist sannarlega hjá viðmælendum okkar hvað varðar vísindalega þekkingu, sem er strangt til tekið eðlilegt þegar slíkt fag er annars vegar, sbr. fyrri umfjöllun um sfbreytileika þekkingar á sviði náttúruvísinda og eðli hennar. Þau segjast lenda í því að geta ekki svarað óviðbúnum spurningum og viðurkenna það fúslega fyrir nemendum.

Umræða

Ljóst er að allir fimm viðmælendur okkar í þessari rannsókn telja sig knúna til að komast yfir efnið „og reyna að dekkja allt það helsta sem þar er“, enda sé orðið samræmt lokapróf í náttúruvísindum. Þetta kemur heim og saman við aðrar rannsóknaniðurstöður, til dæmis þær sem fjalla um afturvirk áhrif (*backwash effects*) prófa þar sem mikið er í húfi og ná þarf ákveðnum lágmarkseinkunum (Dysthe, 2004; Phelps, 2005; Resnick og Resnick, 2002; Rúnar Sigþórsson, 2007).

Áhrifin ná jafnt til kennara sjálfra sem nemenda og aðstandenda þeirra og þar með kennsluáðferða, markmiða og inntaks námsins. Samkvæmt sjö-ramma-líkaninu (sjá 1. mynd) er gert ráð fyrir að samræmi ríki milli inntaks, námsáætlana, kennslu og námsmats (óskygðu fletirnir) og þegar best lætur er markvisst stuðlað að jafnvægi milli alls þessa og upphafsástands nemenda og áhugahvatar, námsathafna þeirra og samskipta, námsframvindu og námsárangurs (sbr. skygðu fletina). Hugsanlega geta afturvirk áhrif prófa raskað slíku jafnvægi, einkum

vegna þess hve árangur á samræmdum prófum er mikið kappsmál, enda töluverðir hagsmunir í húfi, jafnt fyrir kennara sem nemendur og aðstandendur þeirra, sbr. áður nefnda reglugerð um inntöku í framhaldsskóla (nr. 98/2000).

Skipulag náms og kennslu

Hér er ekki lagður dómur á það hvort hin afturvirku áhrif námsmats séu jákvæð eða neikvæð. Þau geta strangt til tekið verið hvort sem er, eftir því hvernig á málin er litið. En þau hljóta að bera þess merki að áhugi kennara og reyndar einnig nemenda og annarra hagsmunaaðila beinist fremur að þeim markmiðum og inntaksþáttum sem prófað er úr en öðrum. Það á sér eðlilegar skýringar enda bera kennarar hag nemenda fyrir brjósti, sem langflestir hafa það megintakmark að ná góðum árangri samkvæmt hinum samræmda kvarða sem prófin eru. Kennarar kynna sér því vandlega viðmið um uppbyggingu prófanna og einnig uppbyggingu eldri prófa. Þá sjá þeir glöggst hvar áherslurnar liggja. Áhugavert er til dæmis að horfa á prófin í ljósi flokkunarmarkmiða samkvæmt kerfi Benjamin Bloom og félaga, þar sem markmið svonefnds vitsmunasviðs skiptast í sex flokka: þekkingar- og kunnáttumarkmið, skilningsmarkmið, beitingarmarkmið, greiningarmarkmið, matsmarkmið (gagnrýna hugsun) og nýmyndun (skapandi hugsun). Í ljós kemur að prófverkefni sem ná til fyrstu flokkanna eru ríkjandi í samræmdu prófi í náttúrufræði árið 2006 (sjá Námsmatsstofnun 2006, bls. 28). Yfir 80% prófatriða reyna á kunnáttu eða skilning.

Hafi kennarar og aðrir áhuga á að leggja rækt við önnur markmið, til dæmis að stuðla að gagnrýninni umræðu um lofthjúp jarðar og hlýnandi loftslag eins og dæmi fannst um í rannsókninni, virðast þeir, samkvæmt niðurstöðum okkar, finna sig knúna til að láta það fremur ráðast af því svigrúmi og tíma sem þeir hafa aflögu eftir að öðrum mikilvægari markmiðum hefur verið fullnægt. Saga telur til dæmis að nemendur læri best með því að framkvæma sjálfir, en lítið svigrúm sé til þess því „Við verðum að komast yfir textann,

það er númer eitt.“ Margir hafa bent á að ímynd námsgreina eins og náttúruvísinda sé einmitt ofurseld því að fremur sé horft til yfirferðar skilgreinds námsefnis og skilvirkni en uppeldislegrar orðræðu sem taki mið af hugmyndum og séraðstæðum nemenda (Sjá t.d. Atkin og Black, 2003; Bencze og Hodson, 1999). Umræðan um fjölbreytta kennsluhætti og það að gefa nemendum tíma til að laga forhugmyndir sínar að vísindalegum hugmyndum kennslubókanna sé að vísu ljóslifandi, en hún lifi fyrst og fremst „á vörum fólks“ fremur en í raunverulegu starfi (sbr. orðalag Zilversmit, 1993).

Sú hugmynd að fyrri reynsla og forhugmyndir barna skipti sköpum í náttúruvísindanámi hefur verið tengd svonefndri hugsmíðikenningu (*constructivist theory*) sem hefur haft vaxandi áhrif á rannsóknir og þróun í náttúrufræðimenntun allt frá 9. áratug síðustu aldar. Þar má nefna til dæmis rannsóknir Rosalind Driver og fleiri (Driver, 1983; Driver og Bell, 1986), sem sögðu að sýn hugsmíðikenningar á nám og kennslu fælist í því að nemandi byggði upp þekkingu og skilning, jafnvel stundum rangan skilning, með því að tengja ný hugtök og hugmyndir við fyrri reynslu og hugmyndir. Enn fremur væri það fyrst og fremst háð áhuga og ábyrgð nemandans sjálfs hvort nám færi fram; samskipti hans við umhverfi sitt og það tungumál sem þar væri beitt skipti sköpum um það hvers konar merkingu hugmyndir og hugtök fengju í huga hans. Síðastliðinn aldarfjórðung hafa augu rannsækenda í náttúruvísindamenntun beinst í æ ríkari mæli að þessu (Bennett, 2003) og þar með skipulagi skólastarfs sem tekur mið af skyggedu flötunum í sjö-ramma-líkaninu. Þar hefur svonefnd félagsleg hugsmíðikenning líklega haft mest áhrif með vísan í mikilvægi tungumáls, félagslegra aðstæðna og umhverfis. Að minnsta kosti tveir viðmælenda okkar sýna tilburði í þessa átt með skipulagi sínu, þ.e. þeir Jakob og Símon.

Ákvarðanatöku og fagmennska

Margir þættir liggja til grundvallar ákvarðanatöku kennara og þeir axla margvíslega ábyrgð

í starfi sínu. Viðmælendur í þessari rannsókn voru kennarar í náttúruvísindum á miðstigi og unglingastigi grunnskóla. Öll hafa þau aflað sér þeirrar sérþekkingar á sviðinu sem felst í almennu kennaranámi, en auk þess hafa þau sérþekkingu á inntaki námsgreinarinnar, kennslu hennar og heppilegum námsaðferðum, námsaðstæðum og viðfangsefnum.

Þetta kemur nokkurn veginn heim og saman við það sem Shulman (1986) sagði um sérþekkingu fagkennara, sem hann taldi þrenns konar, til viðbótar almennri þekkingu á menntun og uppeldi, þ.e. þekkingu á inntaki fagsins og þekkingu á ákjósanlegum aðferðum og leiðum. Síðast en ekki síst er svo þekking á heildarskipulagi, námskrám, námsefni og gögnum, sem Shulman nefndi *curricular knowledge*. Þar vegur sýn á heildarsamhengi skólastarfsins og samábyrgð á skipulagi þess þungt, bæði lárétt (*lateral curriculum knowledge*) og lóðrétt (*vertical curriculum knowledge*).

Trausti Þorsteinsson (2003) bendir á að krafan um slíka yfirsýn og samábyrgð starfsmanna stofnana eins og skóla hafi farið vaxandi með auknum rétti fólks til aðgengis að upplýsingum og staða fagstétta hafi því tekið breytingum er varði siðferðileg gildi og samvirkni (2003, bls. 190). Þessar breytingar hafi fræðimenn eins og Hargreaves fjallað um undir yfirskriftinni „hin nýja fagmennska“ (*the new professionalism*), sbr. titil bókar Hargreaves frá 1994. Trausti vísar til rannsókna sem bendi til þess að svonefnd „ósjálfstæð fagmennska“, þar sem kennarar fylgi nákvæmlega aðalnámskránni og öðrum fyrirmælum sé á undanhaldi og „sjálfstæð fagmennska“ þar sem kennarar hafi frelsi til að ákvarða námsefni og kennsluáðferðir gangi vart upp vegna tilhneigingar yfirvalda til að taka fagleg yferráð af kennurum. Eftir standi hin nýja eða „samvirka fagmennska“ er einkennist af því að kennarar hverfi frá einyrkjahlutverki sínu í skólastofunni til samvirkra starfshátta þar sem jafnt samkennarar, foreldrar og nemendur séu samstarfsaðilar. Slík þróun leiði til þess að kennarar lúti sameiginlegum hagsmunum

skólans sem stofnunar og þurfi að leggja fram til faglegrar umfjöllunar hugmyndir sínar um námsmarkmið, kennsluáðferðir, viðfangsefni og önnur fagleg úrlausnarefni (bls. 196 -197).

Trausti gerði rannsókn á einkennum fagmennsku meðal 285 kennara á Norðurlandi eystra og birti í M.Ed.-ritgerð 2001. Í ljós kom að meirihluti taldist bera einkenni „samvirkrar fagmennsku“, margir féllu undir skilgreiningu „sjálfstæðrar fagmennsku“, en sárafáir töldust „ósjálfstæðir fagmenn“. Þessu virðist öfugt farið með viðmælendur okkar í rannsókninni. Af svörum þeirra og starfsháttum að dæma virðast þau flest flökta á milli „sjálfstæðrar fagmennsku“ og „ósjálfstæðrar fagmennsku“. Þótt úrtakið hér sé lítið má leiða að því líkum að viðhorf og starfshættir kennaranna fimm séu að nokkru marki dæmigerð fyrir íslenska náttúrufræðikennara og ef til vill má segja að eðli fagsins geri þá að meiri einyrkjum en ella: „... maður er svona eyland, þá hefur maður engar hugmyndir annars staðar frá,“ segir Saga á einum stað. Þegar Jakob er spurður um samstarf við annan kennara vegna verklegs náms segir hann: „... ég er í allt öðrum gír en hann svo ég geri þetta bara sjálfur og hef mínar hugmyndir um þetta.“ Á öðrum stað segir hann: „... það vantar svolítið utanumhald um þetta og margir eðlisfræðikennarar eru svolítið týndir í þessu,“ sem bendir til að kennarar í náttúruvísindum nái ekki heldur saman um sín mál.

Að lokum

Ekki má horfa fram hjá því að grunnskólinn er ætlaður öllum, sem felur það í sér að við verðum að haga námi og kennslu í náttúruvísindum í samræmi við þarfir allra. Þótt viðmælendur okkar séu þökkalega að sér í markmiðum og efnisþáttum fagsins þarf meira til þegar svo djúpt, breitt og sfbreytilegt fagsvið er annars vegar og þar að auki ætlað margbreytilegum nemendahópi með misjafnar þarfir. Starf náttúrufræðikennara er ögrandi og krefjandi, en jafnframt gefandi. „Samvirkri fagmennsku“ fylgja skuldbindingar og ábyrgð

gagnvart samstarfsfólki og skólakerfinu sem heild, en ekki síður nemendum sjálfum þar sem reynir mjög á samskipti og skilning á því að nám gerist ekki nema með virkri þátttöku og jafnt innri sem ytri áhugahvöt nemenda. Niðurstöður rannsóknarinnar benda vissulega til þess að spenna fylgi því að reyna að uppfylla bæði þarfir nemenda og kröfur kerfisins um námsárangur, en ljóst er að allir viðmælendur okkar leggja alúð við störf sín á þessu sviði og taka mið af því mikilvæga sjónarmiði sem Strike og Soltis lögðu áherslu á: „Siðferðileg hugsun og ákvarðanatataka felast ekki eingöngu í því að fylgja lögum og reglum.“⁴

Abstract - Summary

Five public school teachers' conceptions about science learning and teaching

This research addressed the underlying ideas of five Icelandic public school teachers about science learning and teaching. Professional ideas were solicited through individual interviews with five purposively selected teachers and their classroom practices were observed once as a precursor to short follow-up interviews.

It was hypothesised that teachers experience stress in at least two areas. One source of stress is the demands made by the national curriculum, the other an obligation to meet the needs of diverse groups of students.

The revised national curriculum in 1999 introduced detailed goals, aims and objectives and content coverage, along with the resumption of centralised testing in science in the 10th grade. Three sets of goals were presented in the 1999 curriculum: The nature and role of science, methods and skills of science, and science content, which itself was split into physical, earth and life sciences.

The research reported here and that being carried out by Rúnar Sigþórsson (2007) indicates that the demands made in the 1999 curriculum for extensive content coverage and new types of knowledge and skills put

⁴ Ethical thinking and decision making are not just following the rules. (Strike og Soltis 1985/2004, bls. 1)

pressure on teachers. On the one hand the curriculum seems to call for a discipline-based approach focusing on concepts, principles and the transmission of knowledge and on the other hand for a constructivist approach in which students' personal understanding of phenomena and events are taken into consideration, stressing hands-on inquiry, socially relevant learning, and cultural context. The traditional view of curriculum, sometimes called "subject-centered curriculum", is more likely to correspond to the discipline-based approach, while the latter has been considered as more progressive and labeled "child-centered curriculum". The two positions differ in their views about the relationship between the learner and the educator and of what should be learned or taught and how it should be learned or taught and assessed. A fruitful concept in teacher education and research has been pedagogical content knowledge (also known as PCK) which skilled science teachers are thought to possess. A related concept is that of subject-specific Pedagogy (Lederman, 2001, Soares and Lock 2007). PCK was introduced by Shulman (1986), but even when this concept is employed teachers may still experience conflicts in decisions to be made about the balance between content and process.

Ethical issues are also a source of concern to teachers. The ethics of teaching (Strike and Soltis, 1985/2004) call for teachers to be committed to their profession and to the needs of students. The teaching profession calls for considerable commitment by members to maintaining standards and being accountable to others and requires a continuous renewal of knowledge. At the same time teachers are committed to their students and wish to meet the diverse needs of individuals. Teachers are expected to keep students interested and to develop learning contexts which lead to meaningful learning.

The authors employed two conceptions in analysing the data collected in interviews and observations. Firstly they used a so-called

seven-frame-model of teaching and learning in which commonplace curricular concepts like goals, content, methods and assessment are taken into account. In order to more fully understand teachers' decisions, students' own ideas, experiences and attainments must also be taken into account (Allyson Macdonald, 2002).

Secondly the analysis was based on a definition of three types of teacher professionalism, "the dependent professional", "the independent professional" and "the collaborative professional" (Trausti Þorsteinsson, 2003). Dependent professionals follow curriculum guidelines and other regulations closely and build their work on experience rather than theory. Those who are independent rate success according to the extent to which they evaluate and determine the needs of learners but do not take the attitudes of learners into account. Such a professional prefers to work alone and make his or her own decisions about development. The third type of professionalism is found when teachers work together, not only with each other but also recognising the contributions of parents and learners. Such teachers accept joint responsibility for learners and are willing to undertake self-evaluation.

The results indicate that all of the five teachers experience the pressure for curriculum coverage as a constraint on their decision making and they are well aware of their students' different needs and diverse learning styles. The teachers talk about taking the differences of students into account and feel that the learning context is a crucial factor for learning. They respect the need for collaboration, though they are more likely to be found somewhere between "dependent professionalism" and "independent professionalism". Their teaching decisions reflect to a considerable extent what John Dewey called traditional education and they admit, albeit reluctantly, that the current system assumes that teaching science is mostly about transmitting a finished product from books and other sources of information into student's minds. These teachers indicate that

a teacher's primary obligation is to follow the policy that is handed down from the Ministry or the local education authority through legislation, curricula and centralised testing.

Heimildir

- Aðalnámskrá grunnskóla. (1999). *Náttúrufræði*. Reykjavík: Menntamálaráðuneytið.
- Aðalnámskrá grunnskóla. (2007). *Náttúrufræði og umhverfismennt*. Reykjavík: Menntamálaráðuneytið.
- Allyson Macdonald. (1991). Eðlisfræðinám. Í *Eðlisfræði á Íslandi V*. Ráðstefnurit ráðstefnu Eðlisfræðifélags Íslands í Munaðarnesi 28.–30. september 1990, bls. 65–76.
- Allyson Macdonald. (2000). Ábyrgð og íhugun í skólaþróun. Greinar frumsamdar fyrir haustnámskeið við Verkmenntaskólann á Akureyri 23. ágúst 2000. <http://starfsfolk.khi.is/allyson/kennsluefni.htm>.
- Allyson Macdonald. (2002). Kennslulíkan. *Netla* <http://netla.khi.is/sprotar/2002/001/index.htm>.
- Banks, J. A., Cochran-Smith, M., Moll, K., Richert, A., Zeichner, K. M., LePage, P., o.fl. (2005). Teaching Diverse Learners. Í L. Darling-Hammond og J. Bransford (Ritstj.), *Preparing Teachers for a Changing World* (bls. 232–274). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Bencze, L. og Hodson, D. (1999). Changing practice by changing practice: Toward more authentic science and science curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(5), 521–539.
- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science. A guide to recent research and its applications*. London: Continuum.
- DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education. Implications for practice*. New York: Teachers College Press, Columbia University.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Collier Books, Macmillan Publishing Company.
- Driver, R. (1983). *The pupil as scientist?* Buckingham: Open University Press.
- Driver, R. og Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: a constructivist view. *School Science Review*, 67(240), 443–456.
- Dysthe, O. (2004). *The challenge of assessment in a new learning culture*. Erindi á ráðstefnu NERA/NFPF í Reykjavík 11.–13. mars 2004.
- Eisner, E. W. (1990). Creative curriculum development and practice. *Journal of Curriculum and Supervision*, 6(1), 62–73.
- Furlong, J., Barton, L., Miles, S., Whiting, C. og Whitty, G. (2000). *Teacher education in transition. Re-forming professionalism?* Buckingham: Open University Press.
- Goodlad, J. I. (1984). *A place called school*. New York: McGraw-Hill.
- Hewson, P.W. og Hewson, M. G. A'B. 1988. An appropriate conception of teaching science: a view from studies of science learning. *Science Education*, 72(5), 97–614.
- Kliebard, H. M. (1987). *The struggle for the American curriculum 1893 – 1958*. New York: Routledge.

- Kuhn T. (1996). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Kvale, S. (1996). *InterViews. An introduction to qualitative research interviewing*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Labaree, D.F. (2005). Progressivism, schools and schools of education: An American romance. Í *Paedagogica Historica* 41(1 & 2), 275–288. Sótt af: <http://www.standford.edu/~dlabaree/>
- Lederman, N.G. (2001). A partial list of the empirical theoretical literature on subject-specific pedagogy. *School Science and Mathematics*, 101(2), 61–80.
- Námsmatsstofnun. (2006). *Skýrsla um samræmd próf í 10. bekk árið 2006*. Rit 10, 2006. Umsj. Sigurgrímur Skúlason og Finnboði Gunnarsson. Reykavík: Námsmatsstofnun.
- Noddings, N. (1993). Caring: A feminist perspective. Í K. A. Strike og P. L. Ternasky (Ritstj.). 1993. *Ethics for professionals in education* (bls. 43–53). New York: Teachers College Press.
- Parkay F. W. (2006). *Curriculum and instruction for becoming a teacher*. Boston o.v.: Pearson Education Inc.
- Phelps, R.P. (2005). The Source of Lake Wobegon. *Third Education Group Review* 1(2). Sótt 10. ágúst 2007 af <http://www.thirdeeducationgroup.org/Review/Articles/v1n2.pdf>
- Reglugerð um innritun nemenda í framhaldsskóla nr. 98/2000.
- Resnick, L. B. og Resnick, D. P. (1992). Assessing the thinking curriculum: New tools for educational reform. Í B. B. Gifford og M. C. O'Connor (Ritstj.), *Changing assessments: Alternative views of aptitude, achievement and instruction* (bls. 37–76). Boston: Kluwer Academic Publishers
- Rich, J.M. (1984). *Professional ethics in education*. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas.
- Rúnar Sigbórrsson. (2007). *Teaching and learning in Icelandic and science in the context of national tests in Iceland*. Erindi á *kaleidoscope*, 4th Annual Postgraduate Symposium in Education. University of Cambridge, Faculty of Education, 1. júní 2007.
- Sarason, S. B. (1982). *The culture of the school and the problem of change*. Boston: Allyn og Bacon.
- Schwab, J. J. (1969). The Practical: A language for curriculum. *The School Review*, 78(1), 1–23.
- Shulman L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Soares, A. og Lock R. (2007). Pre-service science teachers' perceptions of written lesson appraisals: the impact of styles of mentoring. *European Journal of Teacher Education*, 30(1), 75–90.
- Strike, K.A. og Soltis, J.F. (1985/2004). *The ethics of teaching*. New York: Teachers College Press.

- Trausti Þorsteinsson. (2003). Fagmennska kennara. Í Börkur Hansen, Ólafur H. Jóhannesson og Steinunn Lárusdóttir (Ritstj.). *Fagmennska og forysta. Þættir í skólastjórnun* (bls. 187–200). Reykjavík: Rannsóknarstofnun Kennaraháskóla Íslands.
- Tyack, D. (1974). *The one best system. A history of American urban education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Zilversmit, A. (1993). *Changing schools: Progressive education theory and practice, 1930 – 1960*. Chicago: University of Chicago Press.
- Þorsteinn Sigurðsson. (1991). Hver verða áhrif starfsleikninámsins á starfið í grunnskólanum? *Glæður 1*(1), 30–33.
- Þórbergur Þórðarson. (1986). Einum kennt – öðrum bent. *Þórbergur Þórðarson – Stórbók*. Reykjavík: Mál og menning.