

Náttúrufræðinám með stuðningi upplýsinga- og samskiptatækni¹

Meyvant Þórólfsson, Allyson Macdonald og Eggert Lárusson
Háskóla Íslands

Árið 2005 voru kennsluáðstæður fimm náttúrufræðikennara á grunnskólastigi rannsakaðar með það að leiðarljósi að kanna faglega sýn þeirra á nám og kennslu annars vegar og hvernig þeir nýttu sér upplýsinga- og samskiptatækni í kennslu hins vegar. Hér er gerð grein fyrir niðurstöðum úr síðari hlutanum, þ.e. notkun upplýsinga- og samskiptatækni, en áður hefur verið fjallað um fyrri hlutann í þessu tímariti. Með hliðsjón af sérstöðu náttúruvísinda má nýta kosti upplýsinga- og samskiptatækni á margvíslegan hátt við nám og kennslu greinarinnar, meðal annars við gagnaöflun, mælingar, úrvinnslu gagna, útreikninga og margmiðlun af ýmsu tagi, auk þess sem sýnt hefur verið fram á kosti slíkrar tækni í nemendamiðuðu námi þar sem tekið er mið af hugmyndum hugsmíði hyggju. Niðurstöður rannsóknarinnar leiða í ljós að notkun upplýsinga- og samskiptatækni er margbreytileg og virðist í samræmi við starfskenningu hvers þátttakanda, samanber fyrri greinina. Jafnframt má greina áhrif frá sérstöðu faggreinarinnar sem slíkrar en í minna mæli. Viðhorf og orðræða flestra einkenndust af nemendamiðuðu skipulagi og fjölbreytilegri notkun stafrænnar tækni en slíkt skipulag birtist hins vegar ekki alltaf í raun þegar kom að framkvæmd, hugsanlega vegna aðstæðna sem kennarar réðu misvel við sjálfir.

Hagnýtt gildi: Í fjölda ára hafa sérfræðingar í skólamállum leitað leiða til að nýta upplýsinga- og samskiptatækni í skólastarfi og þessi þáttur í rekstri skóla hefur víða fengið sérstakan forgang í stefnumörkun og áætlunum. Af ársskýrslum og starfsáætlunum Reykjavíkurborgar á tímabilinu 2000–2005 má til dæmis ráða að skólamálayfirvöld þar hafi gert metnaðarfulla áætlun til fimm ára um þróun tölvu- og upplýsingatækni í skólum borgarinnar. Miklu var kostað til og margir aðilar lögðu þar hönd á plóg, bæði sérfræðingar innan skólanna og utan. En eitt er að gera áætlanir og kosta til kaupa á hug- og vélbúnaði, annað er að innleiða hina nýju tækni í daglegt skólastarf. Í ljósi þeirrar umræðu sem víða hefur farið fram um vanda við innleiðingu upplýsinga- og tölvutækni í skólastarf telja höfundar þessarar rannsóknar brýnt að varpa ljósi á stöðu hennar í námsgrein eins og náttúrufræði, sem ætti eðli sínu samkvæmt að hafa margvísleg not af slíkri tækni. Skoða þarf stöðu upplýsinga- og samskiptatækni með hliðsjón af ákvæðum aðalnámskrár og ýmsum hefðum og skipulagi skólastarfs sem hugsanlega hindra eðlilega notkun tækninnar. Niðurstöður þessarar rannsóknar ættu að gagnast rannsakerndum, stefnumótendum, kennurum og kennaramenntunarstofnunum við að átta sig á hugsanlegum vandamálum eða hindrunum sem fylgja tilraunum til að nota upplýsinga- og samskiptatækni í þágu náms og kennslu.

Í þessari rannsókn var sjónum beint að því hvernig stafræn tækni væri nýtt við nám og kennslu náttúruvísinda. Með stafrænni tækni er hér átt við upplýsinga- og samskiptatækni, sem verður hér eftir táknuð með skammstöfuninni UST, samanber ensku skammstöfunina ICT (*Information and communication technology*).

Hin stafræna tækni, sem hér er til umfjöllunar, birtist okkur í þremur myndum. Í fyrsta lagi birtist hún sem vélbúnaður eins og tölvur, skjávarpar og önnur tól; í öðru lagi sem hugbúnaður eins og forrit og margmiðlunarbúnaður og í þriðja lagi upplýsingakerfi eða samskiptakerfi eins og tölvunet skóla og Netið.

¹ Rannsóknin var styrkt af Rannsóknasjóði Kennaraháskóla Íslands



1. mynd. Markmiðaflokkarnir í náttúrufræði tvinnast saman í eina heild. Aðalnámskrá grunnskóla. Náttúrufræði. (1999, bls. 8)

Námshgreinin náttúrufræði (einnig nefnd „náttúruvísindi“ hér og á einum stað með heimildatilvísun „raungreinar“) er mun yfirgripsmeiri en margir gera sér grein fyrir. Það kemur glögg fram í inngangi hinnar opinberu námskrár í náttúrufræði sem var í gildi þegar rannsóknin var gerð og verður fram til ársins 2010: „Það [fræðasvið náttúruvísinda] spannar undur náttúrunnar í ótal myndum; eðli og öfl, himingeim, jörð og líf“. (Menntamálaráðuneytið, 1999a, bls.12). Náttúrufræði fjallar því jafnt um hina dauðu sem hina lifandi náttúru. Þrjú meginflokkar markmiða námskrárinnar taka bæði til inntaksmarkmiða og aðferðarmarkmiða. Þessir flokkar eru eftirfarandi:

1. Hlutverk og eðli náttúruvísinda
2. Efnisþættir:
 - Eðlisvísindi
 - Jarðvísindi
 - Lífvísindi
3. Vinnubrögð og færni

Allir flokkarnir fela í raun í sér tilmæli um að nota UST í náttúrufræðinámi (Menntamálaráðuneytið, 1999a, bls. 9 og 12) og markmið síðastnefnda flokksins gera í raun ráð

fyrir því (sjá nánar áfanga- og þrepamarkmið undir *Vinnubrögð og færni* í námskránni). Áhersla er lögð á að nemendur skilji hvernig vísindin hafi áhrif á hugsun og lífnaðarhætti nútímamannsins og móti þróun samfélagsins. Einnig er lögð áhersla á að nemendur kynnist ferlinu í vísindalegum vinnubrögðum, þar sem þeir skilgreini viðfangsefni, skipuleggi, skrái og vinni úr gögnum, túlki, meti, setji fram og miðli. „Með hjálp tækninnar og ýmissa forrita opnast nýir möguleikar til verklegra æfinga og í markmiðum aðalnámskrár í náttúrufræðum er gert ráð fyrir að þeir möguleikar séu vel nýttir frá upphafi skólagöngunnar.“ (Menntamálaráðuneytið, 1999a, bls. 12). Auk þess er lögð rík áhersla á nýtingu UST við mælingar, skráningu niðurstaðna úr þeim og útreikningalíft og í menntakerfum nágrennalanda (sjá til dæmis National Research Council, 1996, bls. 175). Allir markmiðaflokkarnir í náttúrufræðihluta aðalnámskrárinnar eiga að fléttast saman í eina heild sem myndar eðlilega stífgandi í námi hvers og eins (1. mynd). Markmið með úrvali efnisþátta úr þremur meginfræðasviðum náttúruvísinda, þ.e. úr eðlisvísindum, jarðvísindum og lífvísindum, eru sameiginleg hvað varðar vinnubrögð og færni nemenda og

viðhorf þeirra og skilning á eðli fræðasviðsins og hlutverki þess innan nútímasamfélags (Menntamálaráðuneytið, 1999a).

Við lok síðustu aldar tók einnig gildi sérstök námskrá á sviði UST, *Aðalnámskrá grunnskóla. Upplýsinga- og tæknimennt* (Menntamálaráðuneytið, 1999b). Innihald hennar skiptist á þrjú námssvið, sem nefndust hönnun og smíði, nýsköpun og hagnýting þekkingar og upplýsingamennt. Þar voru einnig sett fram almenn markmið um tölvulæsi nemenda sem skyldu fléttuð inn í kennslu og nám allra námsgreina grunnskólans. Af ákvæði þar um tölvunotkun í grunnskólum má ljóst vera að þá var gert ráð fyrir notkun UST í öllu námi:

Beiting upplýsingatækni og tölvunotkun er verklag sem setur svip sinn á allar greinar þjóðlífsins. Það er því nauðsynlegt að slík tækni og slíkar vinnuaðferðir skipi viðeigandi sess í grunnskólanum. Kennsla og nám á öllum námssviðum skólans þarf að taka mið af því.

(Menntamálaráðuneytið, 1999b, bls. 10)

Markmið rannsóknarinnar, sem hér er lýst, var tvíþætt. Annars vegar voru hugmyndir kennaranna fimm um nám og kennslu í náttúruvísindum kannaðar og hvernig fagvitund þeirra birtist með hliðsjón af sérstöðu náttúruvísinda sem námsgreinar (Meyvant Þórólfsson, Allyson Macdonald og Eggert Lárusson, 2007). Hins vegar var markmiðið að grafast fyrir um notkun þeirra á UST í náttúrufræðikennslu sinni og þá sérstöðu sem náttúruvísindi hefðu hvað það varðaði. Niðurstöður fyrri hluta rannsóknarinnar bentu til þess að ákveðin spenna ríkti meðal kennaranna sem stafaði af því að þeir urðu að fylgja áætlan og komast yfir námsefnið og um leið að reyna að taka mið af ólíkum forsendum nemenda til að takast á við efnið og leggja áherslu á þau vinnubrögð og færni, sem einkenndu náttúruvísindanám. Sú skoðun kom sterkt fram hjá þátttakendum að ekki væri nægilegt svigrúm fyrir gagnrýna orðræðu, verklegt nám, mælingar og athuganir, sem telja mætti aðalmerki náttúruvísinda sem námsgreinar.

Kveikjan að rannsókninni var meðal annars nálgun og niðurstaða úr nokkrum stærri rannsóknarverkefnum í Bretlandi á notkun UST í skólastarfi (John og Sutherland, 2004). Því hefur lengi verið haldið fram að sérstök menning eða hefð fylgi námi og kennslu hvernar námsgreinar (sbr. *subject-specific practice*) (Lederman, 2001; Shulman, 1987). Samstarfsverkefni háskóla og skóla voru sett upp til að rannsaka þetta. Þar var athyglinni beint að völdum námsgreinum og hefðum innan þeirra. Í okkar rannsókn var reynt að kanna hvort greina mætti slíkt mynstur í náttúrufræðikennslu meðal viðmælenda eða hvort leiða mætti að því rök að hver kennari hefði sína eigin starfskenningu (sbr. Ragnhildi Bjarnadóttur, 1993) og að kennsla viðkomandi kennara mótaðist af henni fremur en sérstakri menningu eða hefð greinarinnar.

Hér er greint frá þessum þætti rannsóknarinnar, þ.e. hvernig kennararnir fimm notuðu UST í náttúrufræðikennslu sinni og um leið hvað réði þar ferðinni, þ.e. að hvaða marki sérstaða greinarinnar réði ferðinni og að hvaða marki eigin starfskenning hvers þátttakanda og fagleg sýn hefðu áhrif. Við gagnagreiningu og úrvinnslu niðurstaðna var tekið mið af líkani Peters Twining (2002), er hann nefndi *Computer Practice Framework* (CPF), hugmyndum Newtons og Rogers (2003) um notkun UST í náttúrufræðikennslu og líkani Baggot La Velle, McFarlane og Brawns (2003) um nýtingu UST í náttúrufræðikennslu með tilliti til vinnubragða og færni við að afla þekkingar og vinna úr upplýsingum.

Rannsóknir á notkun UST í náttúrufræðinámi

Judith Bennett (2003) dró saman nokkur mikilvæg atriði sem lesa mætti úr nýlegum rannsóknnum á notkun UST í náttúruvísindamenntun. Af þeim mátti draga þá ályktun að mikilvægasti hlekkurinn í skipulagi náms með áherslu á notkun UST væri kennarinn og sú starfskenning sem einkenndi kennslu hans eða hennar. Til að UST yrði snar þáttur í kennslunni nægðu ekki hefðbundin símenntunarnámskeið,

heldur þyrfti góðan stuðning innan hvers skóla, svigrúm fyrir innra skipulag og aðgengi að búnaði (Bennett, 2003). Sá vél- og hugbúnaður sem gagnast náttúruvísindanámi best þyrfti að vera aðgengilegur þar sem námið færi fram, ekki í sérbúinni tölvustofu. Samkvæmt Bennett sýna rannsóknir einnig að UST virðist bjóða upp á nýbreytni sem styðji við áhugahvöt og efla skilning nemenda á vísindalegum hugmyndum og hugtökum og að notkun UST við öflun gagna, mælingar og skráningu (*data-logging*) og líkanagerð geti skipt sköpum því að hún spari tíma við meðferð gagnanna og gefi þannig meira svigrúm fyrir umræðu og túlkun á því sem í gögnunum felst, en það sé einmitt einn mikilvægasti þátturinn í námsferlinu (2003). Baggott La Velle og félagar (2003) standa fyrir athyglisverðri langtímarannsókn í ljósi markmiða um vinnubrögð og færni í bresku þjóðarnámskránni í náttúruvísindum. Um er að ræða nokkrar tilviksrannsóknir þar sem rannsakendur vinna í náinni samvinnu við kennarana sjálfa og kennaramenntunaraðila. Í fyrstu tilviksrannsókninni var beitt margprófun við rannsókn á þætti UST í námi og kennslu þar sem 11–12 ára nemendur lærðu um straumrásir, m.a. með noktun hermílikans. Í ljós kom að starfskenning kennara og kennsluhættir vögu þungt þegar litíð var á hlutverk nemenda í námsferlinu og þar með námsárangur.

Nokkrar rannsóknir hafa beinst að sérstöðu námsgreina og notkun UST í því tilliti. Hennessy, Ruthven og Brindley (2005) rannsökuðu til dæmis hvernig framhaldsskólakennarar notuðu UST í ensku, stærðfræði og náttúruvísindum. Þar kom fram í viðtölum við fagkennara sterk tilhneiging til að halda í ýmsar hefðir og sérstöðu námsgreinanna og þar af leiðandi mátti greina viðnám gegn breytingum sem nýting UST hefði hugsanlega í för með sér. Jafnframt kom fram að hefðbundnar námskrár og próf virkuðu sem hindrun gegn breytingum. En þrátt fyrir þetta sáu þátttakendur í rannsókninni ástæðu til að fylgja hinni öru tæknipróun þekkingarsamfélagsins og rannsakendur töldu sig sjá hægfara þróun í skipulagi náms og kennslu í krafti áhrifa frá UST.

Peter John (2005) rannsakaði einnig notkun UST meðal fagkennara í stærðfræði, náttúruvísindum, tónmennt, erlendum málum og landafræði. Hann komst að svipaðri niðurstöðu, þ.e. að fagkennarar voru tilbúnir að flétta UST saman við kennslu sína svo framarlega sem tölvutækni leiddi ekki af sér byltingu á þeim grundvallarstöðum sem viðkomandi faggrein var byggð á. Í greininni notar John athyglisverðar samlíkingar til að undirstrika varkárni kennara gagnvart hinni nýju tækni. UST er til dæmis líkt við „Trójuhest“ og vitnað er í fræg orð Marshalls McLuhan: „The medium is the message“ (John, 2005, bls. 480) sem vísuðu til þess að form og notkunarmöguleikar miðilsins (UST) stýrðu miklu um allt inntak og skipulag þar sem hann væri notaður. Í rannsókn Johns kom m.a. fram það athyglisverða sjónarmið meðal náttúrufræðikennara að nemendur hefðu tilhneigingu til að líta á stafræn hermílikön eins og hverja aðra tölvuleiki og því væri ekki tryggt að þau næðu þeim tilgangi sem þeim væri ætlaður.

Á Íslandi hafa verið gerðar nokkrar rannsóknir á notkun UST í námi og kennslu. Þar hafa eflaust haft áhrif áhersla á UST í aðalnámskrám leik-, grunn- og framhaldsskóla 1999 og fjölbreytileg námstilboð á öllum skólastigum, ekki síst háskólastigi. Má þar nefna tilkomu tölvu- og upplýsingatækni-brautar á framhaldsstigi við Kennaraháskóla Íslands árið 1998, námsframboð við Háskólann í Reykjavík sem tengist tölvunotkun og kennslufræði, og fyrir fimm árum varð upplýsingatækni að sérstöku kjörsviði í grunnnámi Menntavísindasviðs Háskóla Íslands (áður Kennaraháskóla Íslands). Í júní 2008 var stofnuð rannsóknarstofa á þessu sviði, RANNUM, sem leggur áherslu á rannsóknir á sviði upplýsingatækni og miðlunar (sjá <http://wp.khi.is/rannnum>). Að minnsta kosti 30 meistararitgerðir á sviði upplýsingatækni- og tölvunotkunar í skólastarfi hafa birst hér á landi síðastliðin tíu ár (Allyson Macdonald, 2008).

Unnið var að rannsóknarverkefningu NámUST (<http://namust.khi.is>) árin 2002–

2005 með stuðningi Markáætlunar um upplýsingatækni og umhverfismál. Þar var skoðuð notkun upplýsingatækni á öllum skólastigum. Markmið rannsóknarinnar var að komast að því hvað notkun upplýsinga- og samskiptatækni hefði í för með sér fyrir nemendur og nám, fyrir kennara og kennslu og fyrir skólann sem stofnun. Niðurstöður leiddu í ljós að notkun UST í kennslustundum var almennt skammt á veg komin, möguleikar voru oft vannýttir og notkun einhæf. Einstakir kennarar notuðu UST að eigin frumkvæði í þágu kennslu og náms fremur en að markvissri stefnu væri framfylgt í skólum (NámUST, 2005) og að mati þátttakenda nýttist UST vel í kennslu sem byggðist á verkefnavinnu og skapandi starfi þar sem hefðbundin stundaskrá var brotin upp og kennarar störfuðu saman. En ljóst var að ekki hefði tekist að tvinna saman notkun UST og faggreinakennslu. Svipað kom fram í rannsókn frá 2005 (Allyson Macdonald, Þorsteinn Hjartarson og Þuríður Jóhannsdóttir, 2005), þar sem höfundar komust að þeirri meginniðurstöðu að höfundar námskráa 1999 hefðu líklega ofmetið forsendur skólanna til að takast á hendur þær breytingar sem notkun UST krafðist.

Fáar rannsóknir hérlendis hafa beinst að notkun UST í kennslugreinum og færni kennara. Manfred Lemke (2005) gerði könnun sem byggðist á svörum frá 1088 kennurum um eigin færni í tölvunotkun. Við nánari skoðun á færni í mismunandi kennslugreinum kom fram að í þremur kennslugreinum var staðan best: Raungreinum, samfélagsgreinum og stærðfræði. Raungreinakennarar töldu sig hafa mesta færni allra hópa og vel fyrir ofan meðaltal. List- og verkgreinakennarar voru meðal þeirra sem töldu sig hafa minnsta færni. Munurinn milli hópanna fólst aðallega í notkun töflureiknis. Athyglisvert er að Manfred var á þeirri skoðun að færni kennara væri sterkari í greinum „þar sem tölvunotkun á sér lengri hefð“. (Manfred Lemke, 2005, bls. 58).

Aðalbjörg María Ólafsdóttir (2009) rannsakaði aðstæður sex myndlistarkennara og komst að því að þótt kennaramir teldu sig nota

UST í kennslu sinni reyndist notkun lítil og þá að stórum hluta við undirbúning kennslu og svonefndar innlagnir en í minna mæli sem stuðningur við sjálft námið. Nemendur fengu örsjaldan verkefni sem tengdust möguleikum upplýsingatækni á að breyta eða styðja við námið. Myndlistarkennararnir í rannsókninni virtust ekki telja sig þurfa að taka ábyrgð á því að fylgja aðalnámskrá í upplýsinga- og tæknimennt sem er vert athygli í ljósi þeirra ákvæða sem vitnað var til hér að framan úr aðalnámskrá.

Svava Pétursdóttir stundar nú doktorsnám við Háskólann í Leeds. Þar rannsakar hún þátt UST í kennslu náttúruvísindakennara í 7.–10. bekkjum hér á landi. Rannsóknin samanstendur af spurningakönnunum og viðtölum. Í samtali við Svövu kom fram að samkvæmt gögnum hennar reyndist algengasta formið á notkun UST í náttúrufræðikennslu vera öflun upplýsinga af Netinu um valin viðfangsefni og kynning á þeim með glæruforriti (PowerPoint) eða í ritvinnslu í ritgerðum. Notkun kennara á PowerPoint-forritinu virtist samkvæmt þessu orðin töluvert mikil í almennri kennslu þegar gagnasöfnun hennar fór fram.

Rannsókn á stefnumörkun og þróun í upplýsingatækni og stafrænu námsefni á Íslandi, hluti af stærra rannsóknarverkefni sem unnið var af OECD á árunum 2007–2009 (OECD/CERI, 2008, 2009), leiddi í ljós að á Íslandi virtist vera hægt að kenna allar greinar, nema upplýsingatæknina sjálfa, án þess að nota tölvur. Stefnan reyndist vera mörkuð af hálfu yfirvalda en treyst var á frumkvæði fólks á skólavettvangi til að framkvæma hana með gerð námsefnis og gagna og umsóknum um styrki til þess. Líkt og hjá Bennett (2003) kom þarna fram að kennarar þyrftu meiri stuðning og skapa þyrfti vettvang, t.d. á Netinu, fyrir kennara til að mynda samfélag um vinnubrögð og kennsluhætti. Þetta virðist vera réttmæt niðurstaða, því að kennsluráðgjöf á sviði upplýsingatækni er veikburða hér á landi og lagt á þetta áherslu. Opinbert fé sem fer í gerð stafræns námsefnis er veitt í gegnum

Námsgagnastofnun eða einstaka styrkjasjóði og gefur ekki svigrúm fyrir stór verkefni eða átök (Allyson Macdonald, 2008).

Framkvæmd rannsóknarinnar

Í þessari rannsókn var kannað hvernig fimm náttúrufræðikennarar á grunnskólastigi notuðu upplýsinga- og samskiptatækni í náttúrufræðikennslu sinni, hvers eðlis notkunin væri og hvort hún helgaðist af menningu og hefðum faggreinarinnar eða starfskenningu hvers og eins.

Tekin voru 50–60 mínútna viðtöl við kennarana fimm, tvær konur og þrjú karla, í starfsumhverfi hvers og eins, og einnig var fylgst með kennslu hjá þeim. Öll störfuðu þau eða höfðu starfað sem fagkennarar í náttúruvísindum á miðstigi og unglingastigi grunnskóla. Um var að ræða markmiðsúrtak þátttakenda (sbr. *purposive sampling*, McMillan, 2008), vegna sérþekkingar þeirra eða menntunar sem kennara í náttúruvísindum og einnig reynslu af slíkri kennslu. Fyrsti viðmælandinn var valinn því að hann er vel þekktur fyrir athyglisvert skipulag náms og kennslu og er með sérmenntun í kennslu náttúruvísinda. Hann benti 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 öllum sem reyndum og framsæknum kennurum í náttúruvísindum. Fjórir kenndu einkum á unglingastigi og að hluta á miðstigi, en einn að mestu á miðstigi.

Gagnasöfnun fór fram í kennslustofum þátttakenda; höfð voru við þá hálfstöðluð viðtöl og fylgst var með kennslu. Viðtal getur tekið á sig margvíslegar myndir, allt eftir því hver tilgangur rannsóknarinnar er og fræðilegt sjónarhorn (Brenner, 2006). Annars vegar getur þetta verið viðtal sem er byggt á afleiðsluáðferð (*deductive approach*), þar sem hlutlægra gagna er jafnan aflað með megindlegri aðferð. Hins vegar er hægt að beita aðleiðsluáðferð (*inductive approach*) þar sem í raun á sér stað samtal fremur en viðtal, það er opið, stýring er tiltölulega lítil og ekki fyrirfram gefið hvert

samtalið leiðir rannsakanda og þátttakanda. Hér var farin ein algengasta leiðin í þessum efnum (McMillan, 2008), þ.e. viðtalsramminn var hálfstaðlaður (*semistructured*). Gagnasöfnun og úrvinnsla einkenndist fyrst og fremst af eigindlegri aðferð. Spurningar voru opnar en samt stuðst við skýran samtalsramma sem reynt var að fylgja. Í hálfstöðluðum viðtölum er megináhersla lögð á að fylgja ákveðnum þræði. Kvale (1996) lýsir slíku fyrirkomulagi sem röð af þemum (*sequence of themes*) sem þurfi að gera skil í samtalinu en um leið að gefa möguleika á sveigjanleika, breyta röð þemanna sé þess þörf og að spyrja nánar um sum atriði, fylgja eftir og skýra nánar með hliðsjón af samhengi og séraðstæðum. Í þessari rannsókn voru slík vinnubrögð viðhöfð.

Viðtölin fóru fram á tilteknum tíma sem valinn var í samráði við þátttakendur. Rannsakendur komu síðan á vettvang aftur og fengu að fylgjast með náttúrufræðikennslu hvers þátttakanda. Í lok vettvangsathugunar var aftur rætt stuttlega við þátttakendur með það að markmiði að skýra hluti og setja í samhengi. Það á við flestar þátttökuathuganir að rannsakendur koma ókunnugir inn í framandi umhverfi og þurfa að leggja sig alla fram um að skilja samhengi hlutanna, síði, venjur, samskiptareglur og önnur sértæk fyrirbæri viðkomandi menningar (Anderson-Levitt, 2006). Hin dulda námskrá, síðir og venjur birtust með ólíkum hætti í skólunum fimm, hjá nemendum, kennurum og öðrum sem komu við sögu. Kennsluhættir, samskiptamyntur, hegðun og skipulag umhverfis báru merki um ólíka skólamenningu.

Greining gagna

Viðtölin voru hljóðrituð og afrituð og vettvangsnótur skráðar með ítarlegum upplýsingum um aðstæður kennaranna fimm og gögnin greind með hliðsjón af heildarsamhengi. Við greiningu gagnanna var fylgt viðteknum vinnubrögðum við greiningu eigindlegra gagna, þ.e. þau voru skoðuð og túlkuð í ljósi þess sem þátttakendur sögðu og gerðu (sbr. *emic perspective*, Banks, 2006) og

reynt að rýna í merkingu þess sem þar kom fram. Í gögnunum var leitað að mikilvægum túlkunum og þær prófaðar og endurskoðaðar eftir því sem þörf krafði með því að bera saman þætti eða þemu. Þannig reyndu rannsakendur að finna gilda eða réttmæta merkingu þess sem kom fram (sbr. Kvale, 1996). Kvale talar um túlkunarfræðilega greiningu sem hringferli (*hermeneutical circle*) sem gæti verið endalaust ef því væri að skipta (1996). Þannig var reynt að skoða tengsl milli þess sem viðmælendur sögðu annars vegar og þess sem þeir sýndu í framkvæmd hins vegar, innbyrðis samhengi og hugsanlegar mótsagnir.

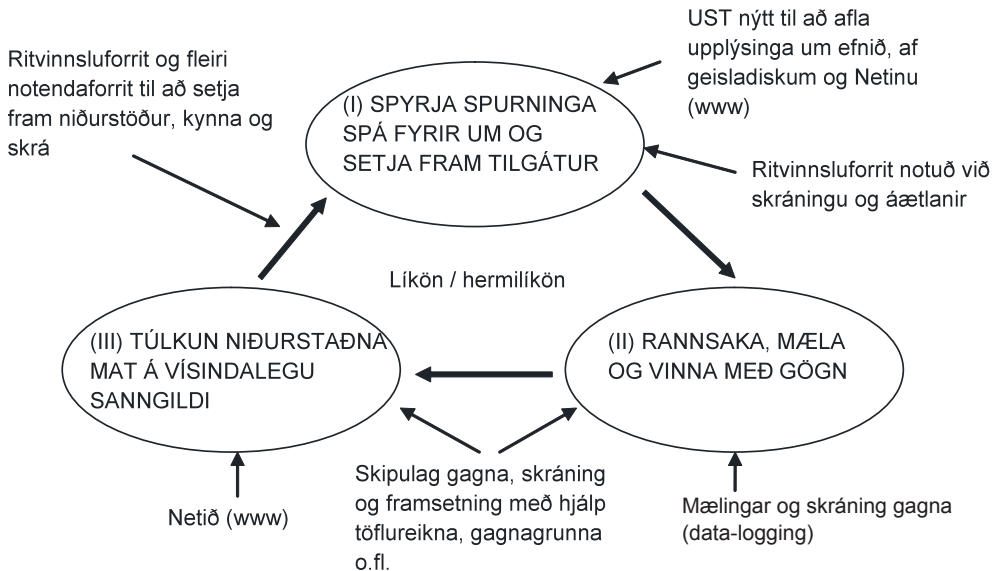
Við flokkun gagnanna var leitað stuðnings og viðmiða á þremur stöðum. Í fyrsta lagi var stuðst við líkan Peters Twining um tölvunotkun (*Computer Practice Framework*), sem verður hér eftir nefnt CPF-líkan Twinings (2002). Það er byggt á þremur grundvallarspurningum um birtingu tölvunotkunar í skólastarfi, þ.e. í hve miklum mæli UST er notuð (*quantity dimension*), með hvaða hætti (*focus dimension*) og loks í hvaða tilgangi, sem merkir í raun að hvaða marki UST hefur áhrif á inntak og aðferðir náms og kennslu (*mode dimension*). Í greiningu okkar var fyrst og fremst horft á það síðastnefnda, enda gerir Twining því sérstaklega hátt undir höfði með eftirfarandi þríflokkun á áhrifum UST-notkunar:

- Stuðningur (*support*): Um er að ræða sama inntak og í hefðbundinni kennslu, en fljótverkari og sjálfverkari námsaðferðir. Lítil sem engin breyting á innihaldi og skipulagi náms og kennslu að öðru leyti.
- Útvíkkun eða viðbót (*extension*): Einhverjar breytingar á inntaki og/ eða aðferðum frá því sem gerist í hefðbundinni kennslu án UST. En samt væri hægt að ná sömu markmiðum án UST.
- Umbreyting (*transformation*): Breytt inntak og/eða aðferðir. Sömu markmiðum væri ekki hægt að ná án UST.

Auk CPF-líkans Twinings var tekið mið af hugmyndum Newtons og Rogers (2003) um tvíþætta nýtingu UST. Newton og Rogers tilgreina tvenns konar tilgang UST með vísan í eðli upplýsinga- og samskiptatækni, þ.e. annars vegar það að nýta sértæka kosti tölvunnar, t.d. töflureikna við gagnaskráningu, fljótvirka útreikninga og úrvinnslu og túlkun á niðurstöðum og hins vegar að nota UST sem tækifæri til að kafa dýpra í viðfangsefni, afla sér upplýsinga, fjalla gagnrýnið um þær, skapa, endurskoða og miðla. Í því sambandi má lýsa námsathöfnum nemenda með mismunandi hætti þar sem þeir geta verið allt í senn móttakendur upplýsinga og gagna (*receivers*), rannsakendur (*explorers*), skaparar (*creators*) eða endurskoðendur (*revisers*).

Loks var tekið mið af rannsóknum Baggott La Velle og féлага (2003) á notkun upplýsingatækni til að efla þekkingu og verklag nemenda. Náttúruvísindanám felst í því að læra um efnisþætti og inntak (*substantive knowledge*) annars vegar og hins vegar að temja sér eins konar „verklagsreglur“, vinnubrögð og færni við að meta þekkingu, afla hennar og vinna úr gögnum og upplýsingum (*procedural knowledge*). Baggott La Velle og félagar (2003), einnig Watson (2000) og Bennett (2003), benda á að notkun UST geti hæglega virkað sem stuðningur við hvort tveggja, þ.e. við hugtakanám (sbr. *conceptual knowledge*) og ekki síður við að efla verklag og þekkingu og færni í vinnubrögðum (sbr. *procedural knowledge*). Sömu rannsóknir sýna m.a. að þetta tvennt reynist innbyrðis háð hvort öðru og því sé æskilegt að vinna með forhugmyndir nemenda með tilliti til hvors tveggja í senn.

Þetta endurspeglast einmitt í áherslunni á aðferðir (sbr. *process standards* í stærðfræði) annars vegar og inntak (*content standards*) hins vegar, sem hefur verið áberandi undanfarin 30 ár í tengslum við nám og kennslu í stærðfræði og náttúruvísindum. Í Aðalnámsskrá grunnskóla í stærðfræði (Menntamálaráðuneytið, 1999c) má finna skýr dæmi um þetta, þ.e. með flokkun markmiða í aðferðir og inntak þar sem lögð er áhersla á að „gera



2. mynd. Nám í náttúruvísindum þar sem nýta má upplýsinga- og samskiptatækni á öllum stigum ferlisins. Skýringar McFarlane á tengingu UST við markmið um vinnubrögð og færni í bresku þjóðarnámskránni (Baggott La Velle, McFarlane og Brawn, 2003, bls. 185).

Þessu tvennu jafnhátt undir höfði og að nemendur skynji hvort tveggja sem virkan þátt í stærðfræðinámi“ (bls. 7). Gert er ráð fyrir að nemandi geti til dæmis skilgreint raunverulegt úrlausnarefni, fundið þau stærðfræðilegu tæki (tákn, hugtök, reglur) sem þarf til að leysa það, stillt þau saman og búið til aðferð sem gefur lausn; loks geti hann túlkað lausnina í eðlilegu samhengi (sama rit). Sambærileg dæmi má auðveldlega finna í náttúruvísindum þar sem raunverulegum gögnum er safnað og unnið með þau á hliðstæðan hátt og hér var lýst.

Undir lok síðustu aldar fór umræðan um náttúruvísindanám „fyrir alla“ vaxandi og hefur gert fram á okkar daga. Þar er gert ráð fyrir því að vitneskja og skilningur á náttúruvísindum fái ekki einungis með því að lesa og læra um kyrrstöðuþekkingu (*static knowledge*) af bókum, heldur sé uppaxandi þegnum samfélagsins ekki síður nauðsynlegt að kynnast sífbreytilegum veruleika með eigin rannsóknum á honum (McCormick, 1997; Millar og Driver, 1987; Millar og Osborne, 1998). Baggott La Velle og félagar

(2003) benda á kosti UST þegar hugað er að náttúruvísindanámi af þessu tagi. Vísað er til eflingar á færni nemenda í vinnubrögðum og kunnáttu í því sambandi (2. mynd); nemendur nýti sér upplýsingatækni til að spyrja spurninga, setja fram tilgátur, leita upplýsinga, afla gagna, skrá, reikna og vinna úr gögnum og setja fram niðurstöður, miðla og ræða. Hér eftir verður rætt um *verklag*, *vinnubrögð* og *færni* sbr. heiti viðkomandi markmiðaflokks í Aðalnámskrá náttúrufræði, (Menntamálaráðuneytið 1999a) í svipaðri merkingu og *procedural knowledge* hjá Baggott La Velle og félögum.

Í ljósi þess sem að framan greinir var reynt að kortleggja notkun UST meðal kennaranna fimm og draga upp mynd af henni með tilliti til þeirra viðmiða sem hér var lýst. Notkun hvers og eins á UST var þannig greind með eftirfarandi í huga:

- Vægi notkunar UST í námi og kennslu í náttúruvísindum. Hversu veigamikill er þáttur UST hjá viðkomandi kennara?

- Tilgangur UST. Er UST nýtt sem stuðningur, viðbót eða umbreyting, sbr. CPF-líkan Twinings.
- Nám sem felur í sér verklag, vinnubrögð og færni við öflun þekkingar, sbr. hugmyndir Baggott La Velle og féлага. Að hvaða marki tíðkast slík vinnubrögð, með UST eða án?
- Í hvaða hlutverki eru nemendur þar sem UST kemur við sögu? Eru þeir móttakendur upplýsinga og gagna, rannsakendur, skaparar eða endurskoðendur?

Niðurstöður

Í niðurstöðum eru framangreindir fjórir þættir skýrðir hjá hverjum þátttakanda í fjórum undirköflum. Notuð eru sömu dulnefni og í fyrri grein (Meyvant Þórólfsson, Allyson Macdonald og Eggert Lárusson, 2007) þegar vísað er til ummæla og athafna viðmælenda. Þau eru Saga, Aðalsteinn, Ólína, Jakob og Símon.

Vægi UST í námi og kennslu í náttúruvísindum

Hér er reynt að draga upp mynd af vægi UST í námi og kennslu náttúruvísinda hjá þátttakendunum fimm eins hún birtist þegar rannsóknin var gerð. Ekki var gerð meginlæg úttekt á því en reynt að meta út frá samtölum og skoðun aðstæðna hversu veigamikinn sess UST skipaði í námi og kennslu hjá hverjum og einum.

Hjá Sögu hafði UST tiltölulega lítið vægi. Hún hafði að vísu stöðugan aðgang að nettengdri tölvu og skjávarpa í kennslustofu sinni en virtist nota þann búnað tiltölulega lítið eða einungis sem stuðning við miðlun efnis. Hún sagðist vilja nota sérbúna tölvustofu meira en raun bæri vitni en stofan væri nánast undantekningarlaust upptekin.

Notkun UST virtist hverfandi lítil hjá Aðalsteini. Hann notaði tölvu, reyndar eigin tölvu og sjónvarpsskjá sem stuðning við

fyrirlestra upp úr efninu. Að öðru leyti notaði hann ekki UST sem þátt í náttúrufræðikennslu sinni og nemendur hans aldrei. Hann sagðist ekki hafa aðgang að miklum búnaði og tækjum við skólann en hafa fengið vilyrði fyrir kaupum á slíku.

Ólína notaði UST talsvert mikið. Skólinn hennar átti fartölvuvagna og hún sagðist oft nota þá, m.a. með frjálsri Netskoðun. Hún notaði einnig tölvu og skjávarpa fyrir glærusýningar sem stuðning þegar hún fór yfir námsefnið. „Ég er núna að fara að fá skjávarpa í loftið ... það á bara eftir að festa hann.“

Jakob virtist sjaldan nota UST beint í náttúrufræðitímum. Hann sagðist hins vegar láta nemendur skrifa ritgerðir, afla gagna á Netinu, gera veggspjöld og undirbúa kynningar, en ekki beint í náttúrufræðitímum. Aðspurður um notkun algengra notendaforrita í tengslum við náttúrufræðinám sagði hann: „...það er kennt í tölvutímum [PowerPoint] og Word og Excel og allt þetta.“

Sá sem nýtti sér UST mest var án efa Símon. Fjölbreytnin í notkun var einnig meiri hjá honum en t.d. hjá Ólínu sem þó nýtti stafræna tækni töluvert. Símon nýtti sér öll möguleg tæki og tól, hvort sem þau voru stafræn eða ekki, til að skerpa skilning nemenda og haga námi og kennslu í samræmi við þau markmið aðalnámskrár sem má heimfæra á vinnubrögð og færni og hlutverk og eðli náttúruvísinda. Hann varpaði fram ýmsum athygliverðum hugmyndum (sýn) um nýtingu UST, t.d. að stilla upp tölvustýrðu líkani af sólkerfinu sem hreyfði reikistjörnurnar og sýndi afstöðu með svipuðum hætti og raunverulega gerist.

Tilgangur með notkun UST

Samkvæmt CPF-líkani Twinings má greina þrenns konar tilgang með notkun UST, þ.e. með hliðsjón af því hvort upplýsinga- og samskiptatækni er nýtt sem stuðningur, sem viðbót eða útvíkkun eða til að umbreyta kennsluháttum.

Saga nýtti UST nánast eingöngu sem stuðning. Hún sagðist leita að fleiri notkunarmöguleikum en beinni miðlun en

tók fram að sér hefði ekki tekist að þróa slíka kennsluhætti, t.d. með „gagnvirkum verkefnum“, svo notað sé orðalag hennar sjálftrar. Hún kvaðst leita leiða til að nota Netið, t.d. til að finna myndir, en það gengi ekki vel. Nú sagðist hún vera að leita að einhverju „gagnvirku“ en það gengi ekki greiðlega. Hún leit á það sem vandamál að hafa ekki íslenskan texta á Netinu til að leita að og sagðist sjálf ekki „flink“ eða dugleg að leita á Netinu, vantaði hugmyndir og samstarf við aðra kennara. Saga taldi þörf á námskeiðum um kennsluhætti náttúruvísinda, meiri þörf væri á að læra vinnubrögðin við verklega kennslu en að læra inntakið og fræðin. Hjá henni komu fram athyglisverð dæmi um þörf fyrir stafræn mælitæki, hitamæla, vogir o.fl.

UST var nánast alfarið notuð sem stuðningur hjá Aðalsteini. Hann notaði sína eigin tölvu og sjónvarpsskjá til að miðla efninu til nemenda. Þó má segja að UST hafi nýst að nokkru leyti sem viðbót þar sem hann sagðist senda nemendum námsáætlanir og glósurar fyrir hvern tíma í tölvupósti og varpa þeim svo upp í fyrirlestri þegar í skólann kæmi. Hann var nýlega orðinn nettengdur en hafði ekki enn tamið sér að nota Netið í kennslu.

Ólína notaði UST sem stuðning og viðbót. Nemendur höfðu aðgang að nettengdum fartölvum og gátu leitað á Netinu að efni sem tengdist námsefninu: „Þá eru þau með einhverja leit þar eða skoða einhverjar vissar síður.“ Nemendur nota m.a. myndir af Netinu og skjávarpa til að teikna upp á veggspjöld. Skjávarpinn er þarfur fyrir náttúrufræðikennslu að hennar mati: „...þegar maður er að sýna ýmsar myndir og annað sem maður finnur á Netinu, það sem maður finnur ekki í bókum.“ Ólína tók þátt í gerð vefseturs um einfaldar og ódýrar eðlisfræðitilraunir. Hún sagðist nota Netið til að leita svara ef hún hefði ekki svör á reiðum höndum og hún sagðist einnig benda nemendum á að gera það þegar þeir fengu ekki svör frá henni eða kennslubókinni.

Erfitt var að meta beina UST-notkun hjá Jakobi af því að hann gerði ráð fyrir að nemendur ynnu slík verk að stórum hluta

sjálfstætt utan skólatíma. Þó er ljóst að notkun hans á UST birtist fyrst og fremst sem viðbót og að nokkru leyti sem stuðningur. Hann beindi nemendum sínum meðal annars inn á vefi sem hjálpa til við að stilla efnajöfnur í efnafræði og til að afla sér upplýsinga um efni í ritgerðir og kynningar. Að hans mati hafði umræðan um samfélagslegt hlutverk og eðli vísinda, t.d. um erfðafræðirannsóknir og áhrif mannsins á umhverfi sitt, glætt áhuga nemenda á náttúruvísindum. Slík umræða hlýtur að hafa beint nemendum inn á Netið, t.d. Vísindavefinn, til að afla sér upplýsinga um efnið en þó sáust ekki dæmi um beina notkun UST af því tagi í kennslu hjá Jakobi.

Hin fjölbreytilega notkun Símonar á UST birtist ýmist sem stuðningur, sem viðbót eða útvíkkun og einnig að nokkru marki sem umbreyting á kennsluháttum:

Í efnafræðinni núna áttu þau að velja sér efni og þau eiga að fjalla um það, sem sagt, að taka eitthvað af frumefnunum og lýsa hvernig það birtist, í hvað það er notað og reyna að finna dæmi um hvernig maður finnur slíkt í náttúrunni og hvernig áhrif það hefur á okkur sem manneskjur að umgangast efnið...Þau eiga síðan að kynna þetta á mismunandi vegu nema hvað allir eiga að landa smávefsíðu með sínu efni og svo er það sett inn í einn pakka. Og þeir tæknivæddustu ætla að vera með eitthvað extra, vilja þá fá að nota þessa stafrænu töflu hérna. (Úr viðtali 21. október 2005).

Símon sagðist vilja nota skjávarpa mikið, en hefði ekki alltaf aðgang að honum, þar sem skólinn ætti aðeins tvo slíka. Hann lét nemendur sína afla upplýsinga á Netinu og sótti sjálfur þangað mikið af efni til að nota í kennslu. Símon stýrði First-Lego keppninni í sínum skóla og þar var skýrt dæmi um umbreytingu í krafti UST, því að aðstæður voru gjörbreyttar miðað við hefðbundna uppstillingu skólastofu og nemendur tóku þátt í forritun og ýmiss konar verklegu námi því tengdu, skráningu gagna o.fl. Hann notaði einnig töflureikni í kennslu allt frá 5. bekk upp í 10. bekk þar sem nemendur söfnuðu gögnum, skráðu, unnu úr þeim og settu niðurstöður fram myndrænt.

Verklag, vinnubrögð og færni (procedural knowledge)

Baggott La Velle og félagar (2003) rannsökuðu hvernig UST nýttist í kennslu þar sem áhersla væri lögð á kunnáttu og þekkingu tengda ferli, þ.e. verklag, vinnubrögð og færni af ýmsu tagi, svo sem rannsóknarfærni, gagnaöflun, úrvinnslu gagna og kynningu og mat á niðurstöðum, sbr. fléttumyndina hér að framan úr aðalnámskrá grunnskóla í náttúrufræði.

Saga virtist að litlu marki hafa tileinkað sér slíka kennsluhætti og UST kom lítið sem ekkert við sögu hjá henni og nemendum hennar í námi sem mátti heimfæra á vinnubrögð og færni. Hún sagðist aldrei hafa notað stafræn mælitæki í kennslu sinni, t.d. vogir eða hitamæla, en nefndi þó athyglisverð dæmi um mikilvægi þeirra eins og áður kom fram. Hún sagðist ýmist vera með nemendatilraunir eða sýnitilraunir sem hún kallaði „leikrit“. Nemendur skrifuðu skýrslur eftir tilraunir og hún fór yfir þær en hún tók fram að skilningur nemendanna á því sem fram færi virtist oft takmarkaður. Þrátt fyrir virkni nemenda í verklegum æfingum sagðist hún óttast að skilningur margra næði ekki langt og nefndi m.a. dæmi um misheppnaðan aflestur af glerhitamælum (2 °C í stað 20 °C): „Þannig að maður getur lært eitthvað en ekki tengt það við, þannig að það vantar þarna tengingu.“ Þegar spurt var hvað vantaði helst til að kenna erfiða hluti kom fram hjá henni að fleira vantaði en tæki og tól: „...eða aðferð kannski, ég hugsa að það vanti frekar aðferð.“ Og hún nefndi eigin vankunnáttu í aðferðum sem hindrun: „Ég veit bara ekki hvað á að biðja um“ (þegar rætt var um hvers konar stuðning kennarar þyrftu). Hún viðhafði verklegar æfingar og tilraunir bæði í stofu og utan veggja skólans. Saga sagðist hafa útbúið kassa með efni fyrir verklegar æfingar og fleira fyrir kennara yngri bekkja en þeir virtust ekki hafa komist upp á lag með að nota þá að hennar sögn. Kassarnir reyndust ekki vera í notkun þegar rannsóknin fór fram.

Athygli vakti að Aðalsteinn sagðist ekki láta nemendur gera tilraunir, heldur gerði hann sjálfur litlar sýnitilraunir jafnóðum og hann

færi í efnið: „Ég er ekki mikið að láta þau gera tilraunir sjálf...mér fannst það yfirleitt svona missa marks...mér finnst það sitja meira eftir ef að ég stýri tilrauninni.“ Verkefni sem lögð voru fyrir nemendur reyndust nánast alfarið skrifleg, þ.e. spurningar, dæmablöð og verkefni úr námsbókum. Því var ljóst að kennsluhættir Aðalsteins reyndust nokkuð fjarri markmiðum um vinnubrögð og færni, hvort sem var með eða án UST. Hins vegar tóku nemendur vel eftir og virtust virkir þegar Aðalsteinn vildi sýna mismunandi fyrirbæri með sýnitilraunum.

Ólína virtist hafa komist nokkuð vel á veg í þessum efnunum. Hún sagði að nemendur lærðu misjafnlega og hentaði mismunandi nálgun við námið: „Það hentar sumum verklegt og sumir vilja hafa allt bóklegt.“ Ólína notar ýmsa hversdagslega hluti þegar hún skipuleggur verklegt nám, notar m.a. plastpoka sem líkan til að sýna hvernig fruma og frumuhimna virka. „Þau muna kannski ef maður tekur svona dæmi sem að þau þekkja og reynir að líkja því saman við eitthvað úr þeirra heimi.“ Ólína notar mikið bæði smásjár og víðsjár og notar tæki við tilraunir, „...en ég reyni að byggja yfirleitt upp tilraunir sem þarf ekki mikið flókin tæki og tól, ég vil helst hafa það eitthvað sem maður þekkir.“ Ólína segist nota töflureikni sjálf en ekki hafa komist upp á lag með að láta nemendur nota hann. Við skólann var útikennsla fastur liður í stundatöflu, þar sem tækifæri ættu að gefast til alls kyns gagnaöflunar, skráningar, mælinga, úrvinnslu og útreikninga. Þrátt fyrir áherslu á vinnubrögð og færni virtist Ólína eiga nokkuð í land með að nota UST í slíkum tilgangi.

Jakob sagðist stundum láta nemendur gera tilraunir sjálfa og skrifa hefðbundnar skýrslur, en „...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.“ Þar með hefði mátt ætla að efling vinnubragða og færni hefði ekki haft mikinn forgang í námsferli nemenda hans. Þó ber að geta um eitt valverkefni þar sem nemendur hans smíðuðu lítil farartæki samkvæmt viðmiðum

sem hann setti og tóku svo þátt í samkeppni þar sem farartækin þurftu að aka eftir sérsmíðaðri braut og leysa þrautir. Nemendur unnu þetta verk að mestu sjálfstætt heima hjá sér svo að mjög óljóst var með hvaða hætti UST kom hugsanlega við sögu í ljósi þess sem Baggott La Velle og félagar (2003) hugsuðu sér (sbr. 2. mynd). Jakob sagðist gera nemendum sínum fulla grein fyrir því að eðlisfræðinámið væri erfitt en það væri þjálfun í að læra og það eflði rökhugsun: „...finnst mér að mestu máli skiptir að kunna að læra, að læra að læra...hún [eðlis- og efnafræði] reynir á hugann og þú brýnir á þér hausinn.“ Þarna lýsti Jakob aðstæðum þar sem vinnubrögð og færni í krafti UST hlytu einmitt að hafa mikið að segja væri þannig haldið á málum. Eins og Saga sagðist Jakob nota skálarvogir en ekki stafræn mælitæki. En öfugt við það sem Saga sagði vildi Jakob að farið væri dýpra í fræðigreinararnar í kennaranáminu, þ.e. inntaksþekkingu, á meðan Saga vildi leggja áherslu á vinnubrögð og færni.

Nám sem fæli í sér verklag, vinnubrögð og færni virtist mikils virði í skipulagi Símonar. Hann sagðist oft viðhafa slíka kennsluhætti með samþættingu stærðfræði, náttúruvísinda og tækni: „Já, sko þá get ég verið með sko alls kyns kubba og vogir og mælikvarða...það er svo stutt í stærðfræðina þegar maður er að fást við raunvísindin.“ Símon sagðist hafa áhyggjur af því að verkleg færni og þekking væri sett á lægri stall en bókleg: „Ég spyr nú oft að því, sko, að nemandi sem getur rifið í sundur skellinöðru og sett hana saman aftur en getur ekki fundið samnefnara í almennu broti og hann getur ekki sett ypsílon á réttan stað í texta. Mér finnst hann í raun og veru vera með miklu merkilegri þekkingu að geta slátrað skellinöðru og sett hana aftur saman. Miklu flóknari færni.“ Af samtalinu mátti skilja Símon svo að í því fælist mikil þekking á eiginleikum og eðli efna og tækja að geta beitt verklagi með þvílfkum árangri og þannig þekkingu og færni bæri að efla og hlúa að þótt hana væri erfiðara að prófa með formlegum hætti líkt og algebru í skriflegum prófum. Þáttur UST í eflingu verklags, vinnubragða og færni hjá Símoni

birtist með fjölbreytilegum hætti, meðal annars forritun í legó-verkefnum, við skráningu gagna og úrvinnslu með töflureikni, í kynningum með glæruforriti (PowerPoint) og hugmyndum um vefsíðugerð sem nemendur ynnu að.

Í hvaða hlutverki voru nemendur?

Námsathafnir nemenda geta birst með margvíslegum hætti eftir því hvers konar kennsluhættir eru viðhafðir. Nemendur geta allt í senn eða ýmist verið móttakendur þekkingar, upplýsinga og gagna (*receivers*), rannsakendur (*explorers*) hugmynda, skaparar (*creators*) sem setja upplýsingar í nýjan búning til að fjalla um eða endurskoðendur (*revisers*), þ.e. vinna úr fyrirbyggjandi gögnum og endurskoða með ýmsum aðferðum.

Nemendur Sögu reyndust fyrst og fremst móttakendur. Hún sagðist ekki nota umræður eða samtöl sem kennsluaðferð: „Spjall er nú ekki mikið..., ég er ekki flink í því.“ Þegar hún var spurð um sjálfstæða tölvunotkun nemenda í tölvustofu, t.d. að leyfa þeim að fara á Netið og leita að leikjum og tilraunum er tengdust eðlisfræði, fullyrti hún að það gengi ekki; nemendur myndu velja sér annað efni til að skoða. Og við sama tækifæri sagðist hún hafa reynt að nota Vísindavefinn „en þau nenna ekki“. Hún sagðist samt stundum vísa nemendum á Vísindavefinn. Saga leit augljóslega svo á að nemendur stýrðust af ytri áhugahvöt: „...eitthvað fast í hendi, eitthvað sem þau láta mig hafa aftur. Þetta bara virkar þannig“ (þegar rætt var um verkefni og mat á þeim). Hún kallaði eftir námskeiðum um sértæka kennsluhætti náttúruvísinda (sbr. umfjöllun Shulmans 1987 um *pedagogical content knowledge*) frekar en inntak og þekkingu, því að þar væri hún veikust á svellinu. Hún átti greinilega í erfiðleikum með að fanga áhuga nemenda svo að þeir yrðu meiri rannsakendur og skaparar í náttúrufræði, ekki eingöngu móttakendur.

Aðalsteinn kenndi eingöngu stærðfræði og eðlisfræði á unglingsstigi við sinn skóla og hafði að eigin sögn góðan bakgrunn og kunnáttu í þeim greinum, enda hefði hann áður stundað

nám í tölvunarfræði og rafmagnsverkfræði við Háskóla Íslands. Í þátttökuathugun mátti sjá staðfestingu á þessu, þ.e. hversu gott vald hann hafði á fræðunum. Í kennslustund í 9. bekk, sem fylgst var með, fjallaði hann um varmaflutning og hélt vel athygli nemenda með áhugaverðri og gagnvirkri umræðu auk þess sem hann gerði um leið litla sýnitalraun sem fangaði athygli nemenda. Af viðtali og vettvangsathugun hjá Aðalsteini má álykta að nemendur hans hafi eingöngu verið móttakendur en jafnframt skal tekið fram að þeir virtust töluvert „virkir móttakendur“, þ.e. námsvirkni virtist talsverð við þær aðstæður sem skoðaðar voru, sem hlýtur að skipta meginmáli fyrir námsárangur.

Nemendur Ólínu virtust allt í senn móttakendur, rannsakendur og að nokkru leyti skaparar. Hún tók greinilega mið af því að nemendur lærðu misjafnlega, sumir væru sterkir í verklegu námi en aðrir í bóklegu. Nemendur hennar notuðu nettengdar fartölvur og leituðu frjálst á Netinu og fundu þar efni sem hæfði. Skjávarpinn er þarfur fyrir náttúrufræðikennslu að hennar mati, „bæði þegar maður er að sýna ýmsar myndir og annað sem maður finnur á netinu, það sem maður finnur ekki í bókum“. Hún notaði Netid til að leita svara ef hún hafði ekki svör á reidum höndum og benti nemendum einnig á að gera það. Nemendur notuðu skjávarpa til að varpa upp völdum myndum og teikningum af Netinu, við gerð veggspjalda meðal annars. Ólína lýsti sér sem náttúrufræðikennara þannig: „Eiginlega eins og sá sem sér til þess að hlutirnir gangi en ekki endilega sá sem skipar fyrir hvað á að gera.“

Erfitt reyndist að ráða í hlutverk nemenda Jakobs með tilliti til UST, enda ekki skýrt hvernig og hvenær slík tækni var beinlínis nýtt í þágu námsins. Ef til vill voru nemendur hans fyrst og fremst rannsakendur, en jafnframt að nokkru marki skaparar og móttakendur. Jakob hafði haldgóða inntaksþekkingu á öllum sviðum náttúruvísinda, enda með trausta menntun að baki á því sviði. Hann sagðist leggja mikið upp úr því að nemendur skildu hvað þeir væru að gera og sagði að samræður og spjall skiptu sérlega miklu máli í þeim

tilgangi. Hann lagði sig fram um að spjalla við nemendur sína jafnt innan og utan formlegs skólatíma ef því var að skipta, bæði beint og einnig gegnum spjallþráð (MSN) og tölvupóst. Stundum snerist umræðan um siðferðilega þætti og jafnvel trúnaðarmál sem tengdust námsefninu. Hann ræddi um mikilvægi gagnrýnninnar hugsunar og tengdi það við lífsleikni. Af orðum hans mátti skilja að hann forðaðist að gera nemendur að móttakendum þekkingar: „Ég treð ekki bara ofan í þau, ég líka tek eða leyfi þeim sjálfum að melta hlutina og aðstoða þau og leiðbeini þeim bara til hliðar.“ Hann taldi vera mun á kynjunum í þessum efnum, þ.e. stelpur kysu frekar að efninu væri miðlað beint til sín en strákar.

Kennsluhættir Símonar miðuðu að því að nemendur væru allt í senn, móttakendur upplýsinga og gagna með hjálp UST, rannsakendur hugmynda og upplýsinga og skaparar efnis sem sett er í nýstárlegan búning. Þeir voru jafnframt endurskoðendur, því að þeir unnu úr gögnum og endurskoðuðu með ýmsum aðferðum. Hann notaði Netid mikið sem uppsprettu upplýsinga, nemendur fóru sjálfir á Netid og rannsökuðu, þeir unnu úr upplýsingum og settu fram í kynningum og þeir söfnuðu gögnum. Dæmigerð vinnubrögð hjá honum fólust í að stilla upp spurningum og vandamálum til að leysa: „...en oftast þarf maður þá að stilla upp einhverju sem þarf að leysa, einhverju vandamáli sko, og ég hef gjarnan notað Legóid í aflfræðina mjög mikið sko, ef ég hef kennt hana. Þá hafa þau gert ökutæki, farið í spyrnukeppnir og svoleiðis og þá er gerð krafa um mælingar á hraða og vegalengd og gert hraða-tímarit. Og það festist mun betur, þ.e. hugtök og einingar, að vinna svona með það.“ Fyrirætlanir Símonar voru athyglisverðar:

Já, mig dreymir um að láta þau gera svona fróðleiksvef um raunvísindin þar sem þau með sínum hætti tjá sig um hugtök og meiningar...og síðan getum við sem sagt sótt í þann brunn þannig að það safnist svona saman og vinnum svolítið flott úr öllum pakkanum...Og í raungreinum hjá mér læt ég þau yfirleitt skila skýrslum á

tölvutæku formi. Og þar sem þau læra sem sagt að setja upp í Word og vinna með töflur og myndefni og allt það. (Úr viðtali 21. október 2005)

Samantekt og umræða

Í þessari grein er lýst rannsókn á því hvernig fimm náttúrufræðikennarar notuðu upplýsinga- og samskiptatækni (UST) í kennslu sinni. Notkun hinnar stafrænu tækni reyndist margbreytileg meðal þátttakenda, allt frá MSN og tölvupóstsamskiptum yfir í djúpt hugsaða forritun með tækni-legó. Sýn þeirra á gildi UST í námi og kennslu reyndist einnig ólík og reyndar einnig á kennsluhætti almennt. En þrátt fyrir margbreytileika vakti það athygli að mikilvægir notkunarmöguleikar UST í náttúrufræðinámi virtust lítið nýttir meðal kennaranna fimm, t.d. skráning, úrvinnsla og túlkun gagna með hjálp töflureiknis, notkun stafrænna mælitækja, t.d. voga og hitamæla, og hermílkön. Loks þótti það eftirtektarvert hve aðstæður kennaranna reyndust ólíkar og einnig sá skólabragur sem ríkti í skólunum fimm.

Bennett (2003) komst að þeirri niðurstöðu að nýting UST í náttúruvísindanámi væri að mestu háð faglegum ákvörðunum kennara og viðhorfum, þ.e. starfskenningu. Hugtakið starfskenning vísar til þeirra hugmynda sem liggja að baki beinum athöfnum kennara í starfi (Ragnhildur Bjarnadóttir, 1993). Hugmyndir og ákvarðanir í þeim efnum eru bæði faglegar og persónulegar því að þær mótast af þeirri þekkingu og reynslu sem kennarinn öðlast í námi og starfi og þær eru einnig háðar persónulegum einkennum kennara, lífssýn, viðhorfum og gildismati. Svo virðist sem starfskenning hafi ráðið meiru um ákvarðanir kennaranna fimm en sérstaða greinarinnar og sú menning eða hefð sem henni fylgdi (sbr. *subject-specific practice*). Þau höfðu til að mynda ólíka sýn á stöðu sína og skyldur gagnvart nemendum, allt frá því meginhlutverki að miðla þekkingu og halda nemendum við námsefnið yfir í að „spekúlera í þessu með þeim“ og taka „dítúra“ eins og Símon orðaði það og taka þannig mið

af margbreytileika nemenda. Hjá honum, og reyndar Ólínu líka, mátti þó sjá merki um hollustu við námsgreinina og eðli hennar því að þau viðhöfðu kennsluhætti sem einkennu vinnubrögð og færni í náttúruvísindum en sýndu þó mismikla tilburði til að nýta sér þá fjölmörgu möguleika sem UST hefur að bjóða.

Þetta tvennt, breytileg fagleg sýn og meint vannýting á möguleikum UST, bendir óneitanlega til þess að náttúrufræðikennarar þurfi á auknum stuðningi að halda, bæði innan frá og utan. En eins og Bennett (2003) benti á nægja hefðbundin símenntunarnámskeið ekki til. Skapa þarf vettvang fyrir kennara til að mynda samfélag um vinnubrögð og kennsluhætti (sjá einnig OECD/CERI, 2008, 2009), sbr. einmitt það sem bæði Saga og Jakob nefndu í viðtölum. Traustur stuðningur frá nánasta umhverfi er jafnframt mikilvægur, einnig svigrúm fyrir innra skipulag og aðgengi að viðeigandi búnaði þar sem námið færi fram, ekki nægir aðgangur að sérþúinni tölvustofu. Mikilvæg niðurstaða Bennett er á þá leið að greiður aðgangur að UST við öflun, mælingar og skráningu gagna (*data-logging*) og líkanagerð, t.d. gerð hermílkana (*simulations*), geti skipt sköpum því að hann spari tíma við meðferð gagna og gefi meira svigrúm en ella fyrir umræðu og túlkun þess sem meginmáli skipti í námsferlinu. Þetta kemur einnig heim og saman við rannsóknir á námi sem ferli og áherslum á vinnubrögð og aðferðir (sbr. Baggott La Velle o.fl., 2003).

Vægi UST í námi og kennslu í náttúruvísindum

Notkun UST fær greinilega mismikið rými og tíma í kennslu hjá náttúrufræðikennurunum fimm. Þrír þeirra, þ.e. Aðalsteinn, Saga og Jakob, virðast ekki leggja mikla áherslu á notkun stafrænnar tækni í námi, a.m.k. ekki í þeim mæli sem aðalnámskrá virðist gera ráð fyrir. Hin tvö nota tæknina allnokkuð, einkum Símon. Ef til vill á þessi varkárni sér svipaðar skýringar og Peter John (2005) setti fram í fyrrnefndri rannsókn. Fagkennarar reyndust

tilbúinir að gefa UST hlutdeild í kennslu sinni, svo framarlega sem tæknin leiddi ekki af sér byltingu á þeim grundvallarstoðum sem viðkomandi faggrein byggðist á. Óhjákvæmilega hafa form og notkunarmöguleikar miðilsins (UST) töluverð áhrif á inntak og skipulag námsins og því meiri sem vægi hans er meira. Skiljanlega stendur náttúrufræðikennari því frammi fyrir erfiðum valkostum þegar UST er annars vegar, ekki síst ef hann eða hún telur sig ekki þekkja möguleika og áhrif tækninnar sem skyldi. Saga sagðist til dæmis hafa þreifað sig áfram með fjölbreytilega notkun UST en ekki hafa komist upp á lag með það: „Netið nýtist ekki mikið því ég kann ekki að nýta mér það...eða það er svo seinlegt...“ Loks kom það sterkt fram hjá kennurinum fimm að markmið aðalnámskrár og samræmt lokapróf hindruðu það að vinnubrögð byggð á nýtingu UST fengju það svigrúm sem æskilegt þætti. Svipuð niðurstaða kom fram í rannsókn Hennessy og félag (2005).

Tilgangur með notkun UST, sbr. CPF-líkan Twining

Með CPF-líkani sínu greindi Twining (2002) m.a. þrenns konar tilgang með notkun stafrænnar tækni. Þegar um stuðning var að ræða breytti UST í raun litlu um inntak og aðferðir, en bauð þó upp á fljótvirkari og jafnvel skilvirkari náms- og kennsluáðferðir en ella. Allir þátttakendur rannsóknarinnar nýttu UST með þessum hætti, ýmist með glæruforritum (PowerPoint), ritvinnsluforritum eða öðrum hugbúnaði, þó e.t.v. síst Jakob. Twining hugsaði sér að útvíkkun eða viðbót (*extension*) fæli í sér einhverjar breytingar á inntaki og náms- og kennsluáðferðum, t.d. með notkun Netsins. Markviss notkun með þessum hætti sást hjá tveimur kennaranna, en að nokkru marki hjá þeim þriðja. Bæði Ólína og Símon sögðust leggja fyrir verkefni þar sem nemendur notuðu UST sérstaklega við úrlausn.

Umbreyting (*transformation*) samkvæmt CPF-líkaninu fól í sér breytingu á inntaki og/eða aðferðum náms og kennslu. Þar með væru í raun komin til sögunnar markmið sem næðust ekki án UST. Rannsóknir sem getið var um hér á undan, og reynsla okkar einnig, sýna að notkun UST sem stuðnings og viðbótar virðist almennt nokkuð á veg komin í skólastarfi. Þar virðist vera á ferðinni varanleg kerfisbreyting í starfi skóla jafnt sem annarra stofnana samfélagsins. Ritvinnsluforrit eru t.d. notuð í margs konar tilgangi og forrit til að miðla upplýsingum, t.d. PowerPoint, eru mjög víða notuð, auk annars hugbúnaðar og miðlunartóla að ógleymdu sjálfu Netinu. Notkun hinnar stafrænu tækni til að umbreyta námi og kennslu virðist hins vegar vandfundin í skólum. Skýringa er án efa að leita í ýmsum hefðum er tengjast skipulagi skólastarfs. Tyack og Cuban (1995, bls. 124) lýstu hinni fastmótuðu sýn á formgerð skólastarfs sem meginhindrun í vegi þess að tölvubúnaður næði þar fótfestu og tiltóku í því sambandi „skipulag skólastofunnar“ og „formgerð skólans sem stofnunar“ ásamt „skilgreiningu kennara á hlutverki sínu og viðfangsefnum“.²

Peter John (2005) komst að því að faggreinakennarar sýndu ákveðið viðnám gagnvart UST, jafnvel tortryggni; John líkti UST m.a. við „Trójuhest“ í því sambandi. Kennarar virtust þó í vaxandi mæli nýta sér möguleika tölvutækninnar innan sinnar greinar en þó jafnan bundið við fyrirfram gefin markmið, inntak greinarinnar og eðli. Flest dæmin um notkun UST í rannsókn okkar koma heim og saman við þetta. Á einum stað sagðist Saga til dæmis ekki telja skynsamlegt að gefa nemendum lausan tauminn í tölvum til að leita að þrautum eða leikjum í eðlisfræði: „Fimm munu gera það, en hvað gera hinir?...Það þýðir ekki að setja þau í svona, ég mundi ekki gera það...“ Jakob og Símon sögðust báðir gera

² But perhaps the most fundamental block to transforming schooling through machines has been the nature of the classroom as a work setting and the ways in which teachers define their tasks. We have suggested that the regularities of institutional structure and of teacher-centered pedagogy and discipline are the result of generations of teachers' experience in ... maintaining order and seeing that students learn the standard curriculum.

rád fyrir að nemendur þeirra notuðu UST við verkefnagerð, skýrslugerð og kynningar. En í langflestum tilvikum var um að ræða stuðning eða viðbót (sbr. CFP-líkan Twinings, 2002) við inntak og markmið faggreinarinnar, sjaldnast djarfa breytingu á inntaki eða aðferðum. Þó má segja að vinna Símonar með tækni-legó sé undantekning frá þessu. Hugmyndir hans um tölvustýrt líkan af sólkerfinu og nemendur í hlutverki höfunda vefefnis um náttúruvísindi eru einnig athyglisverðar í þessu ljósi.

Verklag, vinnubrögð og færni (procedural knowledge)

Þegar rannsóknin fór fram var Aðalnámsskrá grunnskóla 1999 í fullu gildi með nákvæmum og sundurgreindum áfanga- og þrepamarkmiðum og einnig árvisst lokapróf í náttúrufræði fyrir 10. bekk. Kennarar töldu sig því búa við ákveðna togstreitu vegna kröfu um yfirferð námsefnis annars vegar og vilja hins vegar til að staldra við og gera verklagar æfingar og athuganir með nemendum: „...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.“ (Úr viðtali við Sögu).

Hvað sem öðru líður kvað gildandi aðalnámsskrá grunnskóla á þessum tíma (1999a) reyndar skýrt á um að hver nemandi ætti að:

„geta framkvæmt fjölbreytilegar athuganir og notað til þess mælitæki og viðeigandi búnað...geta af auknu sjálfstæði aflað sér upplýsinga um tiltekið efni eftir fjölbreyttum leiðum [meðal annars] gegnum tölvusamskipti...geta skráð atburði og athuganir á ákveðinn og skýran hátt með aðstoð tölvu...geta kannað áreiðanleika heimilda og upplýsinga með því að nota veraldarvefinn...geta sett niðurstöður athugana sinna fram á skýran og skilmerkilegan hátt með aðstoð tölvu og annarra rafrænna miðla...“ (Menntamálaráðuneytið, 1999a, bls. 44-46).

Samkvæmt áfangamarkmiðum fyrir 10. bekk var jafnframt gert ráð fyrir að nemendur gætu

„unnið sjálfstætt að úrvinnslu gagna og m.a. nýtt sér möguleika ýmissa forrita, -töflureikna, -herma“ (Menntamálaráðuneytið, 1999a, bls. 66, uppsetningu breytt lítilllega).

Þörfin fyrir þjálfun í sjálfstæðum vinnubrögðum og færni í þeim athöfnum sem hér var lýst virðist tvímælalaust fyrir hendi ef marka má niðurstöður okkar. Viðmælendur nefndu dæmi úr kennslu sinni þar sem nemendur virtust ekki „tengdir“ þegar um sjálfstæða vinnu væri að ræða. Frásögn Sögu var t.d. sérlega athyglisverð, af nemendum sem lásu 2 °C af hitamæli í stað 20 °C en tengdu ekki við þann hita sem þeir skynjuðu í umhverfi sínu. Einnig virtist það bæði Jakobi og Aðalsteini áhyggjuefni hve ósjálfstæðir nemendur reyndust vera þegar þeir ættu að framkvæma eitthvað sjálfir, t.d. tilraunir eða verklagar æfingar: „...þau gleyma sér í að vera að gera eitthvað, mér finnst stundum að þau viti ekki nákvæmlega hvað þau eru að gera“ (úr viðtali við Jakob).

Bennett (2003) bendir á tvö mikilvæg atriði í þessu samhengi úr rannsóknnum á náttúrufræðimenntun. Annars vegar það að sjálfstæð verkefnavinna nemenda skili meiri árangri ef viðfangsefnið eru sett í samhengi við veruleika sem börn og unglingar þekkja og hafa áhuga á (*context-based approaches*). Hins vegar vísar hún í rannsóknir á hugmyndum nemenda um vísindaleg viðfangsefni og náttúrufrýrbrigði, sem sýna að skýringar þeirra stangast ósjaldan á við viðtekna hugmyndir og skýringar vísindanna. Bennett dregur saman ábendingar rannsakenda um nám og kennslu í þessu sambandi. Þar reynast tvö atriði skipta meginmáli. Í fyrsta lagi telja þeir það lykilatriði að kennarar afli sér vitneskju um forhugmyndir og þekkingu nemenda (Bennett notar hér hugtakið *elicitation*), t.d. með markvissri umræðu líkt og tíðkaðist á eftirtektarverðan hátt í kennslu Jakobs. Síðan væri vænlegt að leggja fyrir nemendur verkefni eða úrlausnarefni af einhverju tagi, sem „storkuðu“ forhugmyndunum með einhverjum hætti. Þar gæti UST einmitt komið við sögu með ýmsum hætti.

Af framansögðu má ætla að verklag, vinnubrögð og færni (sbr. *procedural knowledge*) sé mikilvægur þáttur í náttúrufræðimenntun og þar gagnist UST með margvíslegum hætti, sé vel haldið á. Samræmd próf, yfirferð námsefnis, það að „nemendur viti ekki hvað þeir eru að gera“ eða „nemendur tengi ekki“ eru hæpin rök gegn slíkum kennsluháttum í náttúruvísindum. Við sem kennarar getum ekki lært fyrir nemendur. Glíman er þeirra, hún er forsenda þess að nám fari fram.

Hlutverk nemenda

Á einum stað vakti Ólína athygli á að nemendur lærðu á mismunandi hátt, sumum hentaði verklegt en aðrir fyndu sig betur í bóklegu námi. Önnur hlið á slíkri umræðu er án efa spurningin um það hvort sumum nemendum hæfi betur sjálfstæð vinnubrögð og rannsakandi hugarfar en aðrir kjósi skýr fyrirmæli um hvað skuli læra og hvað þurfi að kunna til að ná árangri; Jakob telur sig t.d. verða varan við kynjamun hvað slíkt varðar, það fyrri einkenni drengi frekar en það síðara stúlkur. Inn í þá umræðu spila einnig viðhorf bæði kennara og nemenda til náms og sá hugmyndafræðilegi grundvöllur menntunar sem slík viðhorf byggjast á.

Burtséð frá því hver hugmyndafræðin er hlýtur það að vera lykilatriði að átta sig á hvernig virkni nemandans birtist í námsferlinu. Rannsakendur sáu nemendur Aðalsteins fyrst og fremst sem móttakendur (*receivers*), ekki sem sjálfstæða rannsakendur (*explorers*), skapara (*creators*) eða endurskoðendur upplýsinga (*revisers*), sbr. rannsóknir Newtons og Rogers (2003). En flestir þeirra 26 nemenda, sem fylgst var með í kennslustund um varmaleiðni hjá Aðalsteini virtust án nokkurs vafa virkir og nám fór þar sannarlega fram. Fylgst var með kennslu hjá Símoni þar sem nemendur voru fyrst og fremst í hlutverki skapara og endurskoðenda. Nemendur höfðu valið sér frumefni úr lotukerfinu til að afla sér sjálfstætt upplýsinga um og kynntu fyrir bekkjarfélögum. Þar var ástæða til að efast um virkni sumra, jafnt flytjenda sem hlustenda. Jakob lagði mikla áherslu á spjall og samræður, enda tryggði það meginmarkmið námsins, þ.e.

að nemendur skildu hvað þeir væru að gera. Á hinn bóginn sagðist Saga ekki vera „flink“ í slíkum kennsluháttum og almennt því að gefa nemendum lausan tauminn. Þrátt fyrir það sagðist hún vera hlynnt slíkum vinnubrögðum og kallaði því eftir stuðningi eða námskeiðum í þeim efnum.

Náms- og kennsluáferðir geta því tekið á sig fjölmargar myndir og einnig hlutverk kennara annars vegar og nemenda hins vegar. Samspil nemanda og kennara í námsferlinu er flókið og sannarlega erfitt að átta sig á hvað er raunverulega þar á ferðinni með lítilli rannsókn sem þessari. Þó má ljóst vera að hlutverk kennarans og starfskenning hans skipta sköpum samkvæmt þessum niðurstöðum. Þar koma við sögu almenn viðhorf, kunnátta, fyrri reynsla og síðast en ekki síst fagleg sýn. Sumir þátttakendur rannsóknarinnar reyndust hafa gott vald á inntaki fagsins, aðrir gott vald á kennslu- og uppeldisfræðilegum þáttum og enn aðrir á möguleikum kennslugagna og tækja, t.d. þeirra sem tengjast UST. Allt skiptir þetta máli. En af þeim gögnum sem hér liggja fyrir telja rannsakendur brýnast að horfa á það sem Shulman (1987) nefndi „pedagogical content knowledge“ (*PCK*), þ.e. með hvaða hætti framangreind þekking rennur saman í eina samvirka heild og gerir náttúrufræðikennarann að þeirri fagmanneskju sem æskilegt þykir. Þar fléttast saman þekking á inntaki námsgreina og að nokkru marki þeirra fræðigreina sem þar liggja til grundvallar (eðlisfræði, efnafræði, líffræði o.s.frv.), þekking á kenningum um nám og kennslu, fjölbreytilegum kennsluáferðum, viðeigandi gögnum og námsumhverfi og síðast en ekki síst innsýn í rannsóknir á námi og hvað þær segja okkur um breytilegt hlutverk og forsendur nemenda, áhugahvöt, sjálfsmynd og forhugmyndir.

Lokaorð

Meginniðurstaða þessarar rannsóknar er að náttúrufræðikennarar virðast fylgja hver sinni kenningu, sem ræðst greinilega af þeirri þekkingu og reynslu sem hver og einn hefur öðlast í námi og starfi. Samkvæmt

rannsókninni má ætla að starfskenning hvers og eins fimmtenninganna hafi ráðið meiru um notkun UST og þar með sýn hvers og eins þeirra á hana, en sérstaða greinarinnar og sú menning eða hefð sem henni fylgir (sbr. subject-specific practice). Af þessu leiðir að þau markmið sem falla undir „vinnubrögð og færni“ og „hlutverk og eðli náttúruvísinda“ samkvæmt náttúrufræðinámskránni 1999 virtust veik og óljós í kennsluháttum kennaranna fimm. Rannsóknir á notkun UST í náttúruvísindanámi, og reyndar einnig ummæli þátttakenda hér, renna stoðum undir þörf á markvissum stuðningi og samvirkni við þróun slíkra kennsluhátta og betra aðgengi að búnaði og gögnum en raun ber vitni (sbr. samantekt Bennett, 2003, sjá einnig Shulman, 1987). Ekki nægir að marka opinbera stefnu í aðalnámskrá, heldur þarf raunhæfa stefnumörkun innan og utan skólans og dyggan stuðning við samfélag fagkennara á þessu sviði.

Abstract

Learning science with ICT

This small-scale research study reports on the use of information and communication technology (ICT) in school science and the way in which the views which teachers have of science teaching are reflected in the way they use ICT. Some research on teaching indicates that teaching practices are often subject-specific. Other research on science teaching suggests that the nature of school science is such that teachers could incorporate the use of ICT quite effectively in their teaching practice. Earlier research on the origins and production of national curriculum on information and technology education found that those preparing the national curriculum guidelines issued in 1999 (Menntamálaráðuneytið, 1999b) had overestimated the capacity of the existing school system to absorb fundamental change in teaching practice called for by using ICT (Allyson Macdonald, Þorsteinn Hjartarson & Þuríður Jóhannsdóttir, 2005). The national guidelines for science released

in 1999 (Menntamálaráðuneytið, 1999a) has three components: The nature and function of science, content areas (biological, geological and physical sciences) and skills and methods needed for science. The use of ICT is recommended in several of the objectives in the national guidelines.

The research study described here looked at the use of ICT by five science teachers. To describe and analyse the use, the authors drew on the Computer Practice Framework developed by Twining (2002), on a model of the suitability of ICT for developing procedural knowledge in science (Baggott La Velle, McFarlane & Brawn, 2003), and on the different roles given to students when ICT is used in science (Newton & Rogers, 2003), such as receiver, explorer, creator or reviser.

A purposive snowball sample of five respected science teachers in the urban southwest was selected and all five teachers were willing to discuss their views on science teaching with us and grant us access to their science classrooms for about one hour. The discussion started with description of lessons that went well and we gained a good idea of their views on what works well, the problems faced in teaching science and in using ICT. We returned a few days later to follow a lesson selected by the teacher, and this was followed by a brief discussion of points arising from the observation, some of which were related to the earlier discussions.

All five teachers used ICT, though in different ways. Two of the teachers used it mainly to present information to students in classes in slide presentations (Aðalsteinn, Saga), casting their students in the role of receivers. Saga referred to technical difficulties and poor access to computers, as well as her own inability. Aðalsteinn did not use a data projector at the time of the study, using a TV monitor instead to show slides. Two expected their students to use ICT quite a lot, casting them in the role of explorers, one as a means for students to access relevant information (Ólína) and the other more as creators, as a way of recording,

working with and presenting information (Símon). A fifth used ICT for communication with students after school hours, showing a pastoral responsibility (Jakob). In addition, Ólína, Símon and Jakob presented information in class with a data projector, so their students were also cast in the role of receivers. All five teachers expected students to be able to complete homework assignments using a word processor or a programme to prepare slides, though it is questionable the extent to which creativity was encouraged. All the teachers indicated that most of the ICT skills which students were expected to use were taught elsewhere.

The most striking result of the study was that in this small sample subject-specific use of ICT was vague or weak. Indeed the science teaching practices described to us by teachers and which we observed reflected to a minimal extent key aims in the national curriculum on the nature and function of science and the skills and methods of science. Instead it seemed that each teacher had their own “theory of teaching” which guided the extent to which they used or wished to use ICT in school science classes. Consequently the emphasis seemed more on content than process, knowing *what* rather than knowing *how*.

Heimildaskrá

- Aðalbjörg María Ólafsdóttir. (2009). „Þetta er spennandi... og gefur mikla möguleika“. Notkun tölvu- og upplýsingatækni í kennslu sex myndlistarkennara í grunnskólum. *Uppeldi og menntun* 18(1), 79–96.
- Allyson Macdonald. (2008). OECD/CERI Project. Digital learning resources as systemic innovation. Background report. Iceland. Sótt 10. janúar 2009 af http://bella.stjr.is/utgafur/oecd_ceri_ice_land_final_backg_report_des_2008.pdf.
- Allyson Macdonald, Þorsteinn Hjartarson og Þuríður Jóhannsdóttir. (2005). „Við vorum ekki bundin á klafa fortíðarinnar“. Tilurð og gerð aðalnámskrár í upplýsinga- og tæknimennt. *Uppeldi og menntun* 14(2), 71–92.
- Anderson-Levitt, K. M. (2006). Ethnography. Í J. L. Green, G. Camilli og P. B. Elmore (ritstjórar), *Handbook of complementary methods in education research* (bls. 279–295). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates fyrir American Educational Research Association.
- Baggott La Velle, L., McFarlane, A. og Brawn, R. (2003). Knowledge transformation through ICT in science education: A case study in teacher-driven curriculum development – Case-study 1. *British Journal of Educational Technology*, 34(2), 183–199.
- Banks, J. A. (2006). Researching race, culture, and difference: Epistemological challenges and possibilities. Í J. Green, G. Camilli. og P. B. Elmore (ritstjórar), *Handbook of complementary methods in education research* (bls. 357–370) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates fyrir American Educational Research Association..
- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science. A guide to recent research and its applications*. London: Continuum.
- Brenner, M. (2006). Interviewing in educational research. Í J. Green, G. Camilli og P. B. Elmore (ritstjórar), *Handbook of complementary methods in education research* (bls. 773–794). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates fyrir American Educational Research Association.

- Hennessy S., Ruthven, K. og Brindley, S. (2005). Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: Commitment, constraints, caution, and change. *Journal of Curriculum Studies*, 37(2), 155–192.
- John, P. (2005). The sacred and the profane: Subject sub-culture, pedagogical practice and teachers' perceptions of the classroom uses of ICT. *Educational Review*, 57(4), 471–490.
- John, P. D. og Sutherland, R. (2004). Teaching and learning with ICT: New technology, new pedagogy? *Education, Communication & Information*, 4(1), 101–107.
- Kvale, S. (1996). *InterViews. An introduction to qualitative research interviewing*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Lederman, N. G. (2001). A partial list of the empirical and theoretical literature on subject-specific pedagogy. *School Science and Mathematics*, 101(2), 61–80.
- McCormick, R. (1997). Conceptual and procedural knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 7(1-2), 141–159.
- McMillan, J. H. (2008). *Educational research. Fundamentals for the consumer*. Boston: Pearson.
- Manfred Lemke. (2005). *Færni íslenskra grunnskólakennara á sviði upplýsinga- og samskiptatækni: Niðurstöður greininga á árunum 2001 til 2002*. Reykjavík: Rannsóknarstofnun Kennaraháskóla Íslands.
- Menntamálaráðuneytið. (1999a). *Aðalnámskrá grunnskóla. Náttúrufræði*. Reykjavík: Höfundur.
- Menntamálaráðuneytið. (1999b). *Aðalnámskrá grunnskóla. Upplýsinga- og tæknimennt*. Reykjavík: Höfundur.
- Menntamálaráðuneytið. (1999c). *Aðalnámskrá grunnskóla. Stærðfræði*. Reykjavík: Höfundur.
- Meyvant Þórólfsson, Allyson Macdonald og Eggert Lárússon. (2007). Sýn fimm grunnskólakennara á nám og kennslu í náttúruvísindum. *Tímarit um menntarannsóknir*, 4, 83–101.
- Millar, R. og Driver, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33–62.
- Millar, R. og Osborne, J. (ritstjórar). (1998). *Beyond 2000. Science education for the future*. London: School of Education, King's College London.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington DC: National Academy Press.
- NámUST. (2005). Lokaskýrslur [til Rannís]. Sótt 20. júlí 2009 af http://namust.khi.is/ur_lokaskyrslu.doc
- Newton, L. og Rogers, L. (2003). Thinking frameworks for planning ICT in science lessons. *School Science Review*, 84(309), 113–120.
- OECD/CERI (2008). OECD study on digital learning resources as systemic innovation. Country case report: Iceland. Final version. November 2008. Sótt 19. júlí 2009 af <http://www.oecd.org/dataoecd/10/7/41848715.pdf>
- OECD/CERI (2009). Beyond textbooks. Digital learning resources as systemic innovation in the Nordic countries. Final report 2009. París: OECD.

- Ragnhildur Bjarnadóttir. (1993). *Leiðsögn. Liður í starfsmenntun kennara*. Reykjavík: Rannsóknarstofnun Kennaraháskóla Íslands.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.
- Twining, P. (2002). Conceptualising computer use in education: Introducing the Computer Practice Framework (CPF). *British Educational Research Journal*, 28(1), 95–110.
- Tyack, D. og Cuban, L. (1995). *Tinkering toward utopia: a century of public school reform*. Cambridge: Harvard University Press.
- Watson, R. (2000). The role of practical work. Í M. Monk og J. Osborne (ritstjórar). *Good practice in science teaching. What research has to say* (bls. 57–71). Buckingham: Open University Press.

Um höfunda

Meyvant Þórólfsson er lektor við Menntavísindasvið Háskóla Íslands. Hann lauk B.Ed.-prófi við Kennaraháskóla Íslands 1978 með líffræði og landafræði sem megin svið, og síðar stærðfræði og eðlisfræði og M.Ed.-prófi í uppeldis- og kennslufræðum 2002 með áherslu á stærðfræði- og náttúruvísindamenntun. Hann stundar nú doktorsnám við Háskóla Íslands þar sem hann rannsakar námskrárþróun og námskrárfræði með hliðsjón af náttúrufræðimenntun. Rannsóknir hans og þróunarverkefni eru einkum á sviði raunvísindamenntunar, námskrárfræða, námsmats og mats á skólasterfi. Netfang: meyvant@hi.is

Allyson Macdonald er prófessor við Menntavísindasvið Háskóla Íslands. Hún lauk eðlisfræðinámi árið 1976 (B.Sc.Hons.) í Suður-Afríku og er með doktorspróf í kennslufræði

raungreina frá Oregon State University (1981). Hún hefur stundað rannsóknir á sviði náttúrufræðimenntunar og notkunarupplýsinga- og samskiptatækni í skólasterfi með sérstaka áherslu á mat, þróun og framkvæmd námskráa. Netfang: allyson@hi.is

Eggert Lárússon er lektor í landafræði og landafræðikennslu við Menntavísindasvið Háskóla Íslands. Hann lauk B.S.-prófi í landafræði árið 1974 frá Háskóla Íslands, B.Ed.-prófi frá Kennaraháskóla Íslands árið 1982 og Ph.D.-prófi í landmótunarfræði frá Durham University í Englandi árið 1984. Hann starfaði lengst af sem framhaldsskólakennari en hefur verið lektor við Kennaraháskóla Íslands, síðar Menntavísindasvið, frá 2003. Hann hefur einkum unnið að rannsóknum á náttúrufræðikennslu í grunnskólum. Netfang: eggert01@hi.is

About the authors

Meyvant Þórólfsson is a lecturer at the School of Education, University of Iceland. He completed a B.Ed. degree at the Iceland University of Education in 1978 with emphasis on science, geography and mathematics education, an M.Ed. degree at the Iceland University of Education in 2002 with emphasis on science and mathematics education, and is currently a Ph.D. student at the University of Iceland studying science curriculum reform. His research fields are curriculum development and curriculum studies, science education, assessment and school evaluation and research. E-mail: meyvant@hi.is

Allyson Macdonald is a professor at the School of Education, University of Iceland. She completed an honours degree in physics in South Africa (1976) and has a doctoral degree in science education from Oregon State University (1981). She has carried out research in science education and in the use of information and communication technology in schools, particularly in the areas of curriculum evaluation, development and implementation.