

Háskóli Íslands, vor 2005
Almenn kennslufræði
Kennari: Guðrún Geirsdóttir

Verkefni 2

Forhugmyndir nemenda í náttúruvísindum

Ragheiður Lóa Björnsdóttir
Ragnhildur Hrönn Sigurðardóttir

Inngangur

Í þessu verkefni er ætlunin að fjalla um forhugmyndir nemenda (e. preconceptions) á náttúruvísindum, sem stundum eru kallaðar hversdagshugmyndir. Forhugmyndir hafa verið rannsakaðar nokkuð mikið í raunvísindum en gera má ráð fyrir að rannsóknir í öðrum greinum gæfu svipaðar niðurstöður. Ástæðan fyrir þessu vali á viðfangsefni er sú að höfundar verkefnisins eru menntaðir á sviði raunvísinda og hyggja báðir á kennslu á því sviði. Því þótti áhugavert að kanna hversdagshugmyndir nemenda og hvernig þekking á þeim getur komið að gagni í kennslu.

Í stuttu máli má segja að forhugmyndir séu þær hugmyndir sem nemendur gera sér um ýmsa hluti og fyrirbæri í umhverfi sínu, útfrá reynslu sinni af hversdagslegum fyrirbærum og samskiptum sínum við annað fólk, áður en þeir fá um þau formlega kennslu. Mikilvægt er að kennarar geri sér grein fyrir þessu og skipuleggi kennslu með hliðsjón af forhugmyndum nemenda sinna þar sem það getur leitt til árangursríkari kennslu.

Nálgun viðfangsefnis

Þær spurningar sem leitast verður við að svara í þessari umfjöllun eru eftirfarandi:

- Hvað einkennir forhugmyndir nemenda?
- Hversu lífseigar eru forhugmyndir nemenda?
- Hvernig getur þekking kennara á forhugmyndum nemenda nýst þeim í formlegri kennslu?

Ein leið til að kanna forhugmyndir nemenda er að taka viðtal við nemanda þar sem hann er spurður ýmissa spurninga um viðfangsefnið með það að markmiði að laða fram hans eigin hugmyndir um viðfangsefnið. Í þessu verkefni verður þessari leið beitt til að kanna forhugmyndir um tvö viðfangsefni, bakteríur annars vegar og gróðurhúsaáhrif og ósoneyðingu hins vegar. Hér er ekki um eiginlega rannsókn að ræða heldur litla könnun sem

segja má að falli undir *þversniðsrannsóknir* (e. cross-sectional research) þar sem tekin voru viðtöl við tvo grunnskólanemendur og tvo fullorðna um hvort efni fyrir sig. Börnin voru 13 ára stúlka úr 7. bekk og 13 ára drengur úr 8. bekk. Þeir fullorðnu voru 26 ára og 31 árs háskólamenntaðar konur, þó ekki á sviði raunvísinda. Viðtölin voru 15-20 mínútur að lengd, þar sem spurt var nokkurra meginspurninga um hvort viðfangsefni fyrir sig og viðmælendum voru sýndar myndir til stuðnings. Viðtölin voru tekin upp á segulband, skráð og fylgja með í viðauka ásamt myndum.

Að mörgu er að hyggja þegar tekin eru viðtöl sem þessi til þess að þau gefi sem gleggsta mynd af forhugmyndum viðmælanda. Spyrellinn þarf að skapa afslappað andrúmsloft og auka öryggi viðmælandans með því að brýna fyrir honum að það séu hans hugmyndir sem leitað sé eftir en ekki „rétt“ eða „röng“ svör. Einnig þarf spyrellinn að gæta þess að hans eigin hugmyndir komi ekki fram. Hann þarf að vera algjörlega hlutlaus og spurningar þurfa að vera skýrar og opnar en ekki leiðandi. Þetta getur þó verið vandasamt þar sem viss stuðningur getur hjálpað viðmælandanum að tjá sig (Osborne og Freyberg 1985).

Hér á eftir verður fræðileg umfjöllun um forhugmyndir þar sem niðurstöður rannsókna verða skoðaðar, þær verða tengdar við námskenningar og rætt um gagnsemi forhugmynda í kennslu. Að því loknu verða viðfangsefni viðtalanna kynnt og niðurstöður þeirra settar fram með það fyrir sjónum að varpa ljósi á forhugmyndir.

Einkenni forhugmynda

Á níunda áratugnum komu fram margar rannsóknir á forhugmyndum nemenda í náttúrufræðum og sýndu þær að nemendur hafa gert sér ýmsar hugmyndir um margvísleg fyrirbæri í umhverfi sínu áður en þeir koma inn í skólastofuna. Þessar hugmyndir byggja nemendur á reynslu sinni, félagslegum samskiptum og ímyndunarafli. Í framhaldi af þessum rannsóknum var farið að hugleiða hvaða kennsluleiðir væru heppilegastar til að auðvelda nemendum að þróa hugmyndir sínar (MacDonald 2000).

Algeng dæmi um forhugmyndir barna og jafnvel fólks á öllum aldri eru að sólin snúist í kringum jörðina, að efniseiginleikar hluta ráði því hversu hratt þeir falli til jarðar, að orka eyðist og að bakteríur eða aðrar lífverur geti orðið til af sjálfu sér. Eins og þessi dæmi gefa til

kynna eru forhugmyndir oft í mótsögn við vísindaleg sjónarmið og minna gjarnan á þær hugmyndir sem vísindamenn höfðu fyrr á öldum. Í huga barnsins eru þessar hugmyndir þó réttar og eðlilegar (Meyvant Þórólfsson 2003).

Það að tileinka sér ný hugtök getur tekið mjög langan tíma og oft nota börn nýju hugtökin án þess að þar liggi skilningur að baki. T.d. tala þau um að jörðin sé kringlótt, en þegar kafað er dýpra í hugarheim þeirra kemur í ljós að þau telja enn að hún sé flöt. Forhugmyndir geta verið af ýmsum toga og það skal tekið fram að þær eru ekki alltaf rangar, heldur gengur nemendum oft illa að yfirfæra hugmyndir sínar á flóknari hluti. Hér koma dæmi um nokkrar gerðir forhugmynda:

- *Fyrirfram mótaðar hugmyndir.* Eiga upptök í hversdagslegri reynslu. T.d. halda margir að grunnvatn streymi í ám og lækjum neðan jarðar eins og á yfirborði jarðar.
- *Óvísindalegar hugmyndir.* Eiga t.d. rætur í trúarbrögðum. Sem dæmi má nefna að sumir telja að heimurinn hafi myndast á sjö dögum eins og sagt er frá í sköpunarsögu biblíunnar.
- *Hversdagslegur talsmáti.* Forhugmyndir geta mótast af tungumálinu og því hvernig við tölum um hlutina. Við segjum t.d. að sólin komi upp og setjist og því er eðlilegt að börn telji að sólin ferðist um himingeiminn og jörðin sé miðpunkturinn. Einnig leggja börn oft víðari skilning í ýmis hugtök en vísindamenn. T.d. þegar börn tala um þyngd fylgir því oft rúmmál, þrýstingur og eðlismassi.
- *Hugtakaruglingur.* Á sér stað þegar fólk gerir ekki greinarmun á hugtökum. T.d. er algengt að fólk haldi að það að bráðna sé það sama og að leysast upp (Driver o. fl. 1994; Alberts 1997).

Rannsóknir hafa sýnt að forhugmyndir eru yfirleitt mjög lífseigar og svo virðist sem kennsla í náttúrufræðum fái þeim oft ekki haggð (Osborne og Freyberg 1985; Hafþór Guðjónsson 1991; Driver o. fl. 1994). Þessu til stuðnings má nefna rannsókn sem gerð var á útskriftarnemendum í Harvard háskólanum í Bandaríkjunum þar sem fram kom að meiri hluti nemenda höfðu rangar hugmyndir um ástæður árstíðanna. Flestir héldu að árstíðirnar væru vegna fjarlægðar jarðar frá sólu en rétt er að þær verða vegna möndulhallans. Hann hefur það í för með sér að með hálfis árs millibili hallast norður- og suðurhvel jarðar ýmist að sólinni eða

frá. Þrátt fyrir endurtekna kennslu um orsakir árstíðanna bæði í grunnskóla og framhaldsskóla virðist því algengt að fólk haldi fast í þessar forhugmyndir (Driver o. fl. 1985; Alberts 1997).

Rannsóknir hafa sýnt að forhugmyndir eru oft sameiginlegar mörgum nemendum og að nemendur frá mismunandi menningarheimum hafa svipaðar hugmyndir um umhverfið. Þetta kom m.a. í ljós í rannsókn sem gerð var bæði í Bandaríkjunum og Nepal, þar sem börn voru spurð um lögun jarðar og afstöðu í himingeimnum. Þar kom sýndi sig að lítill munur var á þessum börnum hvað þetta varðar þó mikill munur sé á menningu landanna (Driver o. fl. 1985; Osborne og Freyberg 1985; Hafþór Guðjónsson 1991; Driver o. fl. 1994).

Tenging við námskenningar

Hægt er að tengja forhugmyndir við ýmsar námskenningar og þá helst *hugsmíðahyggju* (e. constructivism). Hugsmíðahyggja kom fram um 1960 og rætur hennar má rekja til kenninga Jean Piagets en auk þess lögðu fleiri fræðimenn sitt af mörkum t.d. Lev Vygotsky, Jerome Bruner, John Dewey. Til eru ýmsar útfærslur hugsmíðahyggju og segja má að megininntak hennar sé að nemendur smíða sjálfir hugarheim sinn og þekkingu og þurfa að aðlagja forhugmyndir sínar að nýrri reynslu. Þeir sem aðhyllast hugsmíðahyggju líta því ekki á nám sem hreina yfirfærslu frá kennara til nemenda heldur er það hlutverk kennarans að aðstoða nemendur og styðja við námið (Dougiamas 1998; Macdonald 2003).

Piaget var svissneskur sálfræðingur og þekktastur fyrir rannsóknir sínar á vitsmunabroska barna en hann taldi að nemendur byggðu upp þekkingu sína í samræmi við þroska sinn. Piaget hafði einnig mikinn áhuga á náttúrufræðum og hefur haft mikil áhrif á náttúrufræðikennslu (Ringnes 1993). Hann taldi að uppruni hugsunar væri í skynjun barnsins á umhverfi sínu en það er einmitt á þann hátt sem forhugmyndir myndast. Piaget taldi að barnið væri virkt í að skapa sína eigin hugsun í gegnum *samlögun* (e. assimilation) og *aðlögun* (e. accommodation). Þegar hann talar um samlögun á hann við það að ný þekking er aðlöguð þeim skemum eða þeirri reynslu sem barnið hefur þegar öðlast. Með aðlögun á hann við það að gömul þekking eða þau skemu sem fyrir eru í huga barnsins eru aðlöguð nýrri reynslu. Við aðlögun breytast þannig þau skemu sem fyrir eru en haldast óbreytt í samlögun og reynt er að koma á jafnvægi milli forhugmynda og nýrrar þekkingar. Piaget lagði því áherslu á að þegar við öðlumst nýja þekkingu þurfum við að tengja hana við eitthvað sem við þekkjum fyrir (Santrock 2004). Þar

sem forhugmyndir eru oft ekki byggðar á rökum og samræmast ekki vísindalegum sjónarmiðum má segja að forhugmyndir falli vel að hugmyndum Piagets um aðlögun.

Vygotsky var rússneskur sálfræðingur og lagði hann áherslu á þátt samskipta og tungumáls í námi. Hann sagði að vitsmunaproski og þekking væru háð félagslegum þáttum og því eru hugmyndir hans felldar undir félagslega hugsmíðahyggju. Hann taldi að þekking fengist með samskiptum við fólk og umhverfi og kemur það heim og saman við myndun forhugmynda. Vygotsky taldi að nemendur gætu lært hver af öðrum og lagði því áherslu á hópavinnu og samvinnunám. Kenningar John Deweys hafa einnig verið felldar undir félagslega hugsmíðahyggju þar sem hann leggur mikla áherslu á félagslega þáttinn í námi (Hirtle 1996; Santrock 2004).

Vygotsky vildi aðgreina hversdagshugtök frá vísindahugtökum (Moore 2000). Þessu til skýringar má nefna hvernig vísindamenn leggja annan skilning í hugtökin hlý og köld peysa en þeir sem lítið hafa lært í eðlisfræði. Vísindamenn útskýra hlýja peysu sem peysu sem einangrar betur en köld peysa en börn og ólærðir telja oft að hitinn sé í peysunni og hún því jafnvel hlýrri viðkomu. Þetta er gott dæmi um hvernig skynjun barna mótar hugmyndir þeirra um ýmislegt í umhverfinu.

Vygotsky taldi að samskipti við þá sem eru komnir lengra á þroskaferlinu ýttu undir þroska einstaklings. Hann taldi að hægt væri að örva þroska með *þrepanámi* (e. scaffolding) þar sem kennari aðstoðar nemendur en minnkar svo aðstoðina þegar þeir fara að geta gert hlutina sjálfir. Hann talaði líka um að hægt væri að leggja verkefni fyrir nemendur sem væri aðeins fyrir ofan þeirra þekkingu til þess að teygja þekkingu þeirra lengra. Kennarinn verður því að fylgjast vel með hvar nemandinn er staddur í náminu t.d. með því að kanna forhugmyndir þeirra (Santrock 2004).

Kenningar bandaríska sálfræðingsins Jerome Bruners tengjast einnig hugsmíðahyggju en eru ólíkar kenningum Piagets og Vygotskys að því leyti að hann skoðar nám út frá menningarlegu umhverfi nemenda. Lykilatriði í kenningum Bruners er *spíralhugmyndin*, áhrif heimilis á nám nemenda og menningarleg áhrif náms. Bruner sér námsferilinn fyrir sér sem spíral þar sem aftur og aftur er komið að sama hugtakinu, en í hvert sinn á nýjum forsendum og með nýja reynslu að baki. Hugtökin sem við lærum breytast því smám saman þegar skilningur okkar dýpkar og við getum tengt þau við margbreytilega reynslu okkar (Moore

2000). Á þennan hátt geta forhugmyndir breyst í hugmyndir byggðar á vísindalegum rökum. T.d. breytist skilningur fólks á eðlisfræðilega hugtakinu kraftur eftir langa skólagöngu.

Það má einnig tengja forhugmyndir við kennslukenninguna *gagnavinnsla* (e. information processing). Hún byggir á því að þekking sé algild en forþekking skipti máli þegar nemendur tileinka sér nýja þekkingu þar sem nýjum upplýsingum er bætt inn í þau skemu sem fyrir eru hjá nemendum. Hér er kennarinn í hlutverki verkstjóra sem hjálpar nemendum að nota ýmsar leiðir til að vinna úr upplýsingum og hlutverki nemenda er líkt við tölvu sem vinnur úr gögnum (Macdonald 2003).

Gagnsemi í kennslu

Af ofansögðu er ljóst að þegar nemendur hefja nám í náttúrufræðum er mikilvægt að kennarinn geri sér grein fyrir því að taka verður tillit til forhugmynda nemenda og sníða kennsluna í samræmi við þær. Þetta kemur vel fram í orðum bandaríska sálfræðingsins David Ausubel.

„Ef ég þyrfti að draga alla þekkingu í námssálarfræði saman í eitt lögmál segði ég þetta: Það sem hefur mest áhrif á nám og námsárangur er það sem nemandinn veit fyrir. Sannreyndu hvað það er og kenndu honum svo í samræmi við það” (Meyvant Þórólfsson 2003).

Það að kennari kanni forhugmyndir nemenda sinna er ekki nóg heldur verður hann að geta notfært sér þá vitneskju til árangursríkrar kennslu. Fyrsta skrefið er að kennarinn skilji eðli forhugmynda nemenda. Hann þarf að átta sig á hverjar þessar hugmyndir eru, af hverju nemendur fá þessar hugmyndir og hvers vegna þeir halda svo fast í þær því annars er hætt við því að kennslan fari fyrir ofan garð og neðan. Kennarinn þarf einnig að skapa aðstæður sem auðvelda nemendum að standa frammi fyrir eigin forhugmyndum og hjálpa þeim að innleiða viðurkennd sjónarmið (Osborne og Freyberg 1985; Alberts 1997).

Algennt er að kennarar útskýri námsefni út frá eigin þekkingu og hugarheimi en átti sig ekki á að nemendurnir skilja efnið oft öðruvísi m.a. vegna forhugmynda sinna. Hann þarf að því útskýra öll hugtök mjög vel því þó honum finnist þau auðskiljanleg er ekki víst að það

sama eigi við um nemendur. Ef nemendur skilja ekki grunnhugtökin kemur það sér illa þegar byggja á frekari þekkingu ofan á grunninn því þegar flókin þekking er byggð á veikum grunni kemur að því að grunnurinn hrynur. Kennarinn þarf að hjálpa nemendum að leiðrétta hugmyndir sínar og því fyrr sem nemendur átta sig á því að hugmyndir þeirra eru rangar því betra. Best er að nemendur átti sig sjálfir á því að hugmyndir þeirra ganga ekki upp og hvers vegna þær gera það ekki. Það auðveldar þeim að endurhanna hugmyndaheim sinn (Hafþór Guðjónsson 1991; Crockett 2004). Nýlegar rannsóknir hafa einmitt sýnt að nemendur geta ekki tileinkað sér vísindaleg sjónarmið á viðfangsefninu ef forhugmyndir þeirra eru enn til staðar og þær geta því hindrað áframhaldandi nám (Alberts 1997).

Þegar um stóran hóp nemenda er að ræða kunna sumir kennarar að hafa áhyggjur af því að erfitt og tímafrekt sé að taka tillit til forhugmynda allra nemenda þar sem þær gætu verið mjög margbreytilegar. Þetta er ekki eins erfitt og ætla mátti, því eins og áður hefur komið fram eru forhugmyndir oft þær sömu hjá stórum hluta nemenda (Driver o. fl. 1985; Crockett 2004). Þótt viðtalsformið sé nákvæmast og best til þess fallið að kanna hversdagshugmyndir nemenda getur verið erfitt og tímafrekt að nota það í stórum hópi nemenda. Þá getur verið hentugra að nota ýmsar kennsluaðferðir svo sem margskonar umræðu- og spurnaraðferðir því mikilvægt er að kennari nái að skapa umræður í kennslustofunni. Það auðveldar honum sjálfum að skilja forhugmyndir nemenda sinna og nemendum að átta sig á eigin forhugmyndum. Einnig er mikilvægt að kennari hvetji nemendur til að ræða þessar hugmyndir sín á milli því þegar nemendur rökræða eigin hugmyndir átta þeir sig oft á því að þær eru ekki á rökum reistar og að aðrar hugmyndir ganga betur upp en þeirra eigin (Driver o. fl. 1985; Crockett 2004).

Dæmi um spurnaraðferðir sem henta vel til að ná fram forhugmyndum eru ýmsar aðferðir í anda *þankahríðar* (e. Brainstorming). Þar má nefna *Carousel aðferðina* en hún gengur í stuttu máli út á það að nemendum er skipt upp í litla hópa sem færast á milli stöðva, en á hverri stöð er ákveðin spurning tengd viðfangsefni kennslustundarinnar sem þeir eiga að velta fyrir sér. Þegar allir hópar hafa farið í gegnum allar spurningastöðvarnar fer fram kynning á niðurstöðum (Guilford County Schools 2004; Crockett 2004). Einnig geta samvinnunámsaðferðir hentað vel í þessum tilgangi sem dæmi má nefna *einn, fleiri, allir aðferðina*. Hún byggir á því að nemendur velta einhverju viðfangsefni fyrir sér fyrst hver í

sínu lagi. Því næst bera nemendur saman bækur sínar tveir og tveir eða í smáum hópum og að lokum eru niðurstöður kynntar og umræður fara fram. (Ingvar Sigurgeirsson 1999). Með þessu móti gefst nemendum tækifæri til að virkja forhugmyndir sínar um mismunandi viðfangsefni og deila viðhorfum sínum með félögnum í gegnum umræður. Nefna má fleiri leiðir til að kanna forhugmyndir. Ef um er að ræða hugtakarugling, sem talað var um hér að ofan, má útbúa spjöld sem sýna ýmsar myndir af t.d. bráðnun efnis annars vegar og efni að leysast upp hins vegar og láta nemendur flokka myndirnar í þessa tvo flokka. Það má einnig auðvelda nemendum að gera sér grein fyrir því að hugmyndir þeirra eru rökleysa með því að láta þá takast á við viðfangsefnið á áþreifanlegan hátt t.d. með tilraunum.

Af þessu er ljóst að vitneskja um forhugmyndir nemenda getur nýst kennurum á margan hátt, t.d. til að byggja upp kennsluáætlun. Þessi kennsluáætlun tekur mið af forhugmyndum nemenda og yrði þá að vissu leyti frábrugðin þeirri áætlun sem gerð hefði verið án athugana á forhugmyndum. Lögð yrði áhersla á að leiðrétta ranghugmyndir nemenda um ýmis atriði. Einnig er gott að „ýta undir“ réttar hugmyndir nemenda og byggja smám saman ofan á þær nýja þekkingu og útvíkka skilning nemenda á viðfangsefninu. Hér mætti taka mið af spíralhugmynd Bruners sem minnst hefur verið á. Með þessu móti væri hægt að auka gæði og árangur kennslunnar og má því segja að þekking á forhugmyndum nemenda geti á margan hátt reynst gagnleg við undirbúning og framkvæmd kennslu.

Niðurstöður viðtala

Ósoneyðing og gróðurhúsaáhrif

Þó umræða um gróðurhúsaáhrif og ósoneyðingu sé yfirleitt mikil í þjóðfélaginu er þó nokkuð algengt að fólk rugli þessu tvennu saman. Ósonlagið er í um 20 - 30 km hæð yfir yfirborði jarðar og ver jörðina gegn útfjólubláum geislum sólar sem eru krabbameinsvaldandi. Óson er lofttegund úr þremur súrefnisatómum, O₃. Þetta er óstöðug lofttegund og á áttunda áratugnum fóru vísindamenn að taka eftir því að ósonlagið var farið að þynnast og yfir pólunum varð þynningin svo mikil að talað var um að göt væru tekin að myndast. Ástæðan var klór úr klórflúorkolefnum sem notað t.d. í úðabrusa, ísskápa og slökkvitæki sem barst með

háloftavindum til heimskautanna. Klórið gengur í samband við súrefnisatómin og sundrar því ósoninu.

Gróðurhúsaáhrif er það kallað þegar stuttbylgjur frá sólinni eiga greiða leið inn í lofthjúp jarðar en langbylgjur sem endurkastast frá jörðinni komast ekki út úr honum aftur. Bylgjurnar lenda á sameindum ýmissa efna sem hafa safnast saman í lofthjúpnunum og í stað þess að rjúka aftur út úr lofthjúpnunum fer orkan í gefa þessum sameindum aukna hreyfiorku sem veldur hlýnun. Lofthjúpnunum er þannig líkt við glerpak á gróðurhúsi. Gróðurhúsaáhrif valda því hlýnun í lofthjúpnunum og helstu efni sem valda þeim eru koltvíoxíð, vatnsgufa, metan og nituroxíð. Þess verður einnig að geta að gróðurhúsaáhrif er náttúrulegt fyrirbæri. Ef þeirra nyti ekki væri meðalhiti á jörðinni um 30° lægri en hann er í dag, en nú er hann um 15°C. Það er hins vegar staðreynd að magn gróðurhúsalofttegunda í lofthjúpnunum hafa aukist mikið af manna völdum síðustu 100 ár og á sama tíma hefur lofthiti hækkað um 0,6°C að meðaltali. Erfitt er þó að meta hvort þessi hlýnun er náttúruleg eða af manna völdum.

Meginspurningarnar sem notaðar voru í viðtölunum um ósoneyðingu og gróðurhúsaáhrif voru:

- Hefurðu heyrt talað um ósonlagið?
- En hefurðu heyrt talað um gróðurhúsaáhrif? Hvað heldurðu að fólk meini þegar það talar um gróðurhúsaáhrif?
- Geturðu ímyndað þér hvað veldur gróðurhúsaáhrifum?
- Dettur þér eitthvað í hug sem við getum gert til að minnka eða auka gróðurhúsaáhrif?
- Af hverju heldurðu að þau séu kölluð gróðurhúsaáhrif?

Yngri viðmælandinn var 13 ára strákur í 8. bekk, en sá eldri var 31 árs gömul háskólamenntuð kona.

Það kom strax í ljós að strákurinn sem rætt var við hafði gert sér þó nokkra grein fyrir ósoneyðingu og gróðurhúsaáhrifum þó það væri ekki búið að taka þessi viðfangsefni fyrir í skólanum. Þegar hann var spurður að því hvort hann hefði heyrt talað um ósonlagið hélt hann það nú og sagði það væri lofthjúpurinn í kringum jörðina og verði okkur frá sólinni. Hann var þá spurður með hvaða hætti það verði okkur. Hann sagði að það verði jörðina gegn því að

hitna of mikið sem er ekki allskostar rétt, en svo sagði hann sem rétt er að ósonlagið verði okkur gegn því að fá krabbamein. Eldri viðmælandinn nefndi einnig að götin á ósonlaginu yllu hlýnun í lofthjúpnunum svo þarna má segja að sé komið dæmi um lífsseiga forhugmynd sem heldur velli þó fólk fái kennslu í viðfangsefninu. Strákurinn vissi að ósonlagið er að þynnast en hann taldi þynninguna til komna vegna eldflauga sem skotið er út í geim. Hann sagði að það mynduðust göt á ósonlagið þegar flaugarnar fara í gegnum það. Konan gerði sér hinsvegar grein fyrir því að ósonlagið er gastegund, en hún nefndi að götin væru eins og göt á sokkabuxum. Þetta er því einnig dæmi um það hvað forhugmyndir geta verið lífseigar. Þarna má sjá hvernig tungumálið og hversdagslegur talsmáti hefur áhrif á hugmyndir fólks. Við tölum um „göt“ á ósonlaginu og ef til vill er eðlilegt að fólk sjái fyrir sér að það sé einhver áþreifanlegur hlutur sem veldur því að gatið myndast. Þetta er einnig dæmi um það að börn hugsa gjarnan um hluti á allt annan hátt en gert er í vísindum. Ljóst má vera að yngri viðmælandinn hugsar um loft sem samfelld efni en ekki sem agnir. Hann á því erfitt með að hugsa óhlutbundið eins og algengt er með börn. Þetta samræmist hugmyndum Piagets um það að hugsanir barna undir 11 ára aldri væru alltaf hlutbundnar. Það er greinilegt að eldri viðmælandinn hugsar einnig um ósonlagið á hlutbundinn hátt þegar hann talar um að ósoneyðing sé eins og göt á sokkabuxum og þar sem yngri viðmælandinn er eldri en 11 ára má leiða líkum að því að mörkin sem Piaget setur á það hvenær við förum að hugsa á óhlutbundinn hátt eigi ekki við rök að styðjast. Piaget hefur einmitt verið gagnrýndur fyrir þessi mörk og margt bendir til þess að sumir fullorðnir ná þessu aldrei (Santrock 2004). Strákurinn minntist einnig á að það væri mengun sem ylli því að ósonlagið er að þynnast. Þegar ég spurði hann nánar út í mengunina var hann ekki alveg með á hreinu hvernig hún tengdist ósoneyðingu en sagði hann að hún stæði í einhverju sambandi við eldflaugarnar sem „stinga“ sér í gegnum ósonlagið.

Báðir viðmælendur höfðu heyrt talað um gróðurhúsaáhrif og þeir töluðu báðir um að þau yllu því að það hitnaði á jörðinni. Strákurinn minntist á að ísinn á Norðurlandinu og Grænlandi myndi bráðna, ísbirnir deyja út og hann talaði um að Holland myndi sökkva þar sem það væri að hluta undir sjávarmáli. Bæði strákurinn og konan voru með það á hreinu að gróðurhúsaáhrif verða vegna mengunar en hvorugt þeirra gat útskýrt hvers vegna hlýnunin verður. Strákurinn hafði óljósar hugmyndir um að þetta tengdist veðurfari í Afríku en ástæðan

fyrir því gæti verið sú að þegar hann var yngri dvaldi hann þar nokkur ár. Konan taldi hinsvegar að götin í ósonlaginu yllu hlýnuninni. Sá ruglingur sem er svo algengur meðal almennings, að gróðurhúsaáhrif og ósoneyðing tengist með einhverjum hætti, var því augljósari hjá eldri viðmælandanum og greinilegt að kennsla í viðfangsefninu og miklar umræður í þjóðfélaginu hafa oft lítil áhrif á þessa algengu forhugmynd.

Hvorki strákurinn né konan vissu hvernig nafnið á gróðurhúsaáhrifunum er til komið. Þegar strákurinn var spurður að því hvort gróðurhúsaáhrif hefðu verið til staðar hér fyrr á öldum, áður en mennirnir fóru að menga svo mikið, sagði hann að þau hefðu verið nánast engin. Konan taldi hins vegar, sem rétt er, að gróðurhúsaáhrif væru ekki öll af mannavöldum. Hún fór að tala um ljóstillífun og sagði að gróður losaði út ákveðin efni sem valda gróðurhúsaáhrifum.

Í viðtalinu minntist strákurinn nokkrum sinnum á ísöld og kom fram að hann vissi að ísöld lauk fyrir um 10.000 árum, en hugmyndir hans um hvað ísöld getur staðið lengi voru aðeins á reiki. Hann sagðist ekki muna hvað ísöld stóð lengi síðast, en það gæti verið allt frá 10 árum upp í 100 ár.

Eins og fyrr sagði voru sýndar nokkrar myndir í viðtölunum og viðmælendur beðnir um að benda á þær myndir sem þeir teldu lýsa gróðurhúsaáhrifum best. Strákurinn valdi mynd af spúandi strompum og í báðum viðtölum sköpuðust svolitlar umræður um skýringarmynd af gróðurhúsaáhrifum (sjá viðauka) en hvorugur viðmælandinn gat útskýrt myndina á viðhlítandi hátt.

Á heildina litið fannst mér strákurinn vita heilmikið um ósonlagið og gróðurhúsaáhrif og í raun og veru kom það nokkuð á óvart hvað hann vissi mikið. Það vantaði þó aðeins upp á að hann þekkti ástæðuna fyrir hlýnuninni sem fylgir gróðurhúsaáhrifum. Hann ruglaði ósoneyðingu og gróðurhúsaáhrifum ekki saman nema þegar ég spurði hann hvers vegna hann héldi að gróðurhúsaáhrifin væru kölluð gróðurhúsaáhrif sagði hann: „*Það er sagt að gróðurhús eyðileggi ósonlagið utan frá, en að innan fær það hjálp frá plöntunum. Bílarnir valda ekki menguð að innan, heldur gerist það allt að utan. Ég held að gróðurhúsaáhrifin tengist eitthvað því bulli.*” Ég spurði hann þá hvernig ósonlagið tengdist gróðurhúsaáhrifum og hann sagði: „*Það eyðist af sömu áhrifum, mengun af bílum og álverum og svoleiðis.*”

Það var einnig skemmtilegt hvað strákurinn var hugmyndaríkur, hann kom með allskyns ráð við ýmsum vandamálum. Hann sagði til dæmis að ef við hefðum vissu fyrir því að ísöld kæmi eftir 10 ár þá gætum við reddað því með því að menga meira til að auka gróðurhúsaáhrif og valda meiri hlýnun sem hann taldi að gæti unnið á móti ísöld. Til að minnka gróðurhúsaáhrif minntist hann á að nú væri farið að framleiða vetnis- og rafmagnsbíla. Hann talaði líka um að við gætum minnkað bílaumferð með því að samnýta bíla.

Í þessum viðtölum komu fram nokkur dæmi um lífseigar forhugmyndir þar sem konan hafði í mörgum tilfellum sömu hugmyndir um gróðurhúsaáhrif og ósoneyðingu og strákurinn sem hefur ekki fengið kennslu um þessi viðfangsefni. Viðtölin sýndu einnig dæmi um það hvernig hversdagslegur talsmáti getur haft áhrif á hugmyndir fólks. Það bar líka á hugtakaruglingi, sem þó var ívið meiri hjá konunni en stráknum, þar sem hún ruglaði báðum viðfangsefnum saman og átti í raun erfitt með að útskýra muninn á þessu tvennu.

Bakteríur

Bakteríur eru örverur, þ.e. örsmáar lífverur aðeins sjáanlegar með smásjá. Bakteríur eru einfrumungar með dreifðan kjarna (dreifkjörnungar) og fjölga sér sjálfstætt með frumuskiptingu. Þær eru mjög mismunandi í laginu, geta verið eins og kúlur, stafir eða gormar. Sumar bakteríur eru ljóstillífandi eins og plöntur en aðrar taka upp næringu úr umhverfi sínu. Bakteríur eru mjög útbreiddar allt í kringum okkur og geta lifað við margvíslegar aðstæður, t.d. í andrúmslofti, jarðvegi, á plöntum og utan á og inni í líkama manna og dýra. Flestar þeirra eru alveg meinlausar og sumar eru beinlínis gagnlegar og geta jafnvel komið í veg fyrir sjúkdóma. Aðrar bakteríur valda hins vegar sjúkdómum og eru því sýklar, annaðhvort vegna þess að þær lenda á röngum stað eða vegna þess að þær eru þess eðlis að skaða okkur. Einnig gegna bakteríur mikilvægu hlutverki í umhverfinu og iðnaði, t.d. matvælaíðnaði. Almenn umræða um bakteríur tengist að miklu leyti óhreinindum, sjúkdómum og skemmdum á matvælum svo eitthvað sé nefnt og er því algengt að fólk líti bakteríur nokkuð neikvæðum augum. Annað orð yfir bakteríur er gerlar og virðist algengt að fólk geri greinarmun á bakteríum og gerlum. Fólk lítur þá gjarnan gerla jákvæðari augum en bakteríur og tengir þá við matvæli t.d. jógúrt og AB-mjólk og heilbrigða bakteríuflóru líkamans.

Meginspurningarnar sem notaðar voru í viðtölunum um bakteríur voru:

- Hvað eru bakteríur?
- Hvar eru bakteríur?
- Eru bakteríur hættulegar?
- Geta bakteríur verið gagnlegar?

Yngri viðmælandinn var 13 ára stelpa í 7. bekk og eldri viðmælandinn 26 ára háskólamenntuð kona. Stelpan hafði lært lítillega um bakteríur í skyndihjálpi og þá í sambandi við meðhöndlun sára. Konan sagðist hafa aðeins lært um bakteríur í líffræði í menntaskóla.

Viðtölin hófust á því að viðmælendurnir voru spurðir hvernig þeir ímynduðu sér að bakteríur litu út. Viðmælendurnir drógu báðir upp svipaða mynd af bakteríum. Sá yngri nefndi lítil dýr með horn, svona pínulítill skordýr og eldri viðmælandinn ímyndaði sér að bakteríur líktust maurum en var þó ekki viss um að það væri rétt lýsing. Því næst voru þeim sýndar myndir af skordýrum, bakteríum og myglusvepp og beðnir um að benda á þær myndir sem þeir tengdu við bakteríur. Viðmælendurnir bentu báðir á myndir af bakteríum sem var í raun á skjön við þá lýsingu sem þeir höfðu gefið fyrr. Þetta er athyglisvert og gefur vísbendingu um hve þekking fólks getur verið viðkvæm og háð aðstæðum. Eldri viðmælandinn virtist átta sig á að bakteríur hlytu að vera lifandi verur en það vafðist mjög fyrir þeim yngri sem komst svo að orði: „*Þær eru eiginlega ekki lifandi en geta allavega dáið. Ég held þær séu eins og sykklar eða eitthvað sem að er ekki lifandi, anda ekki eða neitt þannig.*”

Þær áttuðu sig báðar á því að bakteríur væru mjög litlar. Í samanburði við syrkurkorn taldi sú yngri bakteríur vera milljón sinnum minni og aðeins sjáanlegar í smásjá en sú eldri taldi þær allavega tíu sinnum minni en syrkurkorn. Bakteríur eru mældar í míkrometrum og var því yngri viðmælandinn með raunhæfari mynd af stærð baktería en sú eldri og kom það á óvart. Þær töldu hvorugar að bakteríur væru með líffæri eða líkamshluta eins og hendur, fætur eða augu og sú yngri líkti bakteríum við óhreinindi eða rykkorn. Þetta var einnig á skjön við fyrstu lýsingu þeirra af bakteríum. Ef til vill hafa myndirnar haft þau áhrif að þær líktu bakteríum ekki við skordýr eins og kom fram fyrr í viðtalinu. Það getur einnig verið að vitneskjan um útlit baktería sé til staðar hjá þeim en þeir náí ekki að tengja hana

viðfangsefninu. Svo virtist sem myndirnar hjálpuðu viðmælendum að átta sig á raunverulegu útliti baktería.

Hugmyndir viðmælendanna um útbreiðslu baktería í umhverfinu voru að vissu leyti líkar, þeir tengdu báðar bakteríur aðallega við óhreinindi en konan nefndi líka andrúmsloftið. Þær vissu báðar að bakteríur væru utan á og inni í líkama þeirra og eftir nánari umhugsun tengdu þær bakteríur einnig við matvæli og þá sérstaklega í neikvæðri merkingu, í sambandi við skemmdir á matvælum eða matarsýkingar. Þær töldu báðar að bakteríur lifðu á óhreinindum, sú eldri nefndi líka ryk og sú yngri taldi þær einnig lifa á blóði.

Um dreifingu baktería hélt stelpa að bakteríur kæmust bara frá einum stað til annars með snertingu, t.d. þegar maður dettur og fær sár þá komi þær í sárið frá jörðinni. Einnig sagði hún bakteríur dreifast í óhreinindum og fjölga sér þar. Konan sagði bakteríur dreifast með andrúmsloftinu eða með snertingu en gat ekki útskýrt það nánar. Þessar hugmyndir viðmælanda eru réttar en bakteríur geta líka hreyft sig í vökva og jafnvel annars staðar með hjálp slíms sem þær mynda.

Á þessum tímapunkti var strax komin ákveðin mynd á hugmyndir viðmælendanna um bakteríur og sannfærðist spyrjandi í raun frekar um það þegar leið á viðtalið. T.d. virtist sem þær tengdu bakteríur mestmegnis við óhreinindi og sýkingar, þannig að í framhaldinu voru þær spurðar hvort þær hefðu ekki heyrt um einhverjar bakteríur sem væru hættulausar eða jafnvel gagnlegar. Stelpa sagði að þær væru örugglega ekki allar hættulegar en gat ekki nefnt nein dæmi um slíkt. Konan nefndi að bakteríur gætu verið góðar t.d. til að byggja upp varnarkerfi líkamans. Stelpa tengdi bakteríur við skemmdir (úldnun) á mat. Þegar þær voru spurðar að því hvort AB mjólk og LGG+ tengdust bakteríum á einhvern hátt taldi stelpa að það væru örugglega einhverjar bakteríur í öllu en tengdi þær ekkert sérstaklega við þessar vörur. Konan var ekki viss en tengdi gerla við þessar vörur. Stelpa taldi að bakteríur gætu verið gagnlegar í móteitur en ekki annað. Bakteríur eru ekki notaðar í móteitur en sumar eru notaðar í sýklalyf, sem virka síðan gegn sjúkdómsvaldandi bakteríum og mögulegt er að hún hafi heyrt eitthvað um það og túlkað það sem móteitur.

Viðmælendum voru einnig sýndar ýmsar myndir, t.d. af veikum manni, handþvotti, ávöxtum, plöntu og manni að hósta, og þær beðnar að benda á þær myndir sem þær teldu tengjast bakteríum á einhvern hátt. Þær settu nær allar myndirnar í samhengi við bakteríur

nema myndirnar af ávöxtum og plöntu. Þetta styður ennfreður það sem áður segir að þær tengja bakteríur aðallega við veikindi. Stelpan kom með mjög athyglisverða skýringu á myndinni af fólki með magapínu: „Já, þau eru örugglega með bakteríur sem eru ekki þeirra og þá verður þeim illt í maganum eða eitthvað.” Þetta var mjög athyglisverð lýsing því með þessu gaf hún í skyn að hún áttaði sig á að fólk er með fullt af bakteríum innan í og utan á líkama sínum sem ekki eru hættulegar. Þetta kom í raun nokkuð á óvart miðað við fyrri lýsingar hennar á bakteríum.

Í fyrstu virtust viðmælendurnir draga upp frekar neikvæða mynd af bakteríum, það er að bakteríur fyndust aðallega í óhreinindum, yllu sýkingum og veikindum o.s.frv. Þetta er í samræmi við fyrri umfjöllun um forhugmyndir, þ.e. þær mótast mjög af almennri umræðu og hversdagslegum talsmáta um viðfangsefnið þar sem í almennri umræðu er yfirleitt minnst á bakteríur í neikvæðri merkingu. Eftir því sem leið á viðtalið virtust viðmælendurnir útvíkka hugmynd sína um bakteríur og átta sig á að bakteríur fyndust víðar og gætu einnig verið meinlausar. Svo virtist sem myndirnar af bakteríum hjálpuðu viðmælendum að átta sig á hvernig bakteríur líta út í raun. Þetta var sérstaklega áberandi hjá yngri viðmælendum. Þetta gefur vísbendingu um hve samtal getur verið góð kennsluáðferð og er í samræmi við hugmynd Vygotskys, sem rætt var um hér að ofan, um mikilvægi stuðnings kennara í námi barna. Með þessu móti getur kennarinn hjálpað nemendum að þróa hugmyndir sínar í átt að vísindalegum sjónarmiðum. Það gæti einnig verið að viðtalið hafi hjálpað viðmælendum að átta sig á því að sumar hugmyndir þeirra væru rangar og það auðveldar þeim að varpa þeim frá sér og tileinka sér rökréttari hugmyndir. Þetta samræmist því sem áður hefur verið fjallað um að nemendur þurfa sjálfir að átta sig á að forhugmyndir þeirra eru rangar til þess að geta innleitt viðurkennd sjónarmið.

Ekki virtust viðmælendur vita að bakteríur gætu verið gagnlegar t.d. við matvælaframleiðslu. Þeir virtust gera sér grein fyrir stærð baktería og útliti, allavega eftir að þeir sáu myndirnar. Það sem kom helst á óvart í viðtalinu var hve óljósar hugmyndir stelpan hafði um það hvort bakteríur væru lifandi eða ekki. Það kom ekki svo mikið á óvart að viðmælendur tengdu bakteríur aðallega við óhreinindi, sýkingar og sjúkdóma því í almennri umræðu um bakteríur heyrir mest talað um þær í tengslum við þessi atriði.

Í lok viðtalsins voru viðmælendurnir spurðir um hvað þeim dytti fyrst í hug þegar þeir heyrðu orðið gerlar og þá kom í ljós að þeir tengdu gerla við matvæli í jákvæðri merkingu, t.d. jógúrt og AB-mjólk. Einnig töldu þeir gerla vera meinlausa og konan vildi ekki setja samasemmerki milli gerla og baktería. Stelpan var ekki alveg viss en nefndi samt fyrst að hún héldi gerla og bakteríur ekki vera það sama. Eins og áður hefur komið fram þá eru bakteríur og gerlar í raun það sama og má því segja að þetta sé dæmi um áhrif hversdaglegs talsmáta á mótun forhugmynda fólks.

Margt kom fram í viðtölunum sem styður það sem áður hefur verið sagt að forhugmyndir eru oft mjög lífsseigar. Hugmyndir viðmælenda voru á margan hátt mjög líkar, þrátt fyrir aldursmun þeirra og að sá eldri hafi eflaust lært meira um viðfangsefnið.

Lokaorð

Hér hefur verið leitast við að svara þeim spurningum sem lagt var út frá í upphafi. Það sem einkennir og mótar forhugmyndir nemenda er að miklu leyti það umhverfi sem þeir hafa alist upp í og samskipti þeirra við annað fólk. Þessar hugmyndir eru oft í mótsögn við vísindaleg sjónarmið. Þær virðast vera mjög lífsseigar og erfitt að uppræta þær. Einnig eru forhugmyndir oft sameiginlegar stórum hópi nemenda og ekki mikill munur á milli menningarheima. Þekking kennara á forhugmyndum nemenda getur nýst þeim til árangursríkari kennslu. Mikilvægt er að kennari byrji á því að kynna sér þessar hugmyndir og skapa umræðugrundvöll fyrir nemendur svo þeir átti sig á þeim sjálfir. Kennari þarf svo að hjálpa nemendum að endurhanna hugmyndaheim sinn byggðan á rökum. Til þess að þetta sé hægt þarf nemandinn sjálfur að standa frammi fyrir eigin hugmyndum og sjá að þær gangi ekki upp.

Viðtölin um bakteríur annars vegar og gróðurhúsaáhrif og ósoneyðingu hins vegar styðja að mörgu leyti fræðilega hluta verkefnisins. Þar komu fram ýmis dæmi um það hve lífsseigar forhugmyndir geta verið og hvernig þær mótast af tungumálinu og almennri umræðu. Ef gengið er út frá því, að forhugmyndir viðmælenda í viðtölunum endurspegli almennt hugmyndir nemenda um þau viðfangsefni sem tekin voru fyrir, væri gott að nýta þessar upplýsingar til að byggja upp kennsluáætlun sem tæki mið af forhugmyndum nemenda. Það er

tilfinning höfunda þessa verkefnis að þessu hafi ekki verið sinnt nóg í skólastarfi fram að þessu.

Það var gaman og lærdómsríkt að vinna verkefnið og höfundar þess eru nú enn sannfærðari en fyrr um gagnsemi þess að skoða forhugmyndir nemenda áður en kennsla hefst.

Heimildir

Alberts, B. 1997: *Misconceptions as Barriers to Understanding Science*.
<http://www.nap.edu/readingroom/books/str/4.html>. Washington, National Academy Press.
(Skoðað 13. febrúar 2005).

Dougiamas, M. 1998: *A Journey into Constructivism*.
<http://dougiamas.com/writing/constructivism.html>. (Skoðað 11. febrúar 2005).

Driver, R., Guesne E. og Tiberghien A. 1985: *Children's Ideas and in Science*. London, Open University Press, 208 bls.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. Og Wood-Robinson, V. 1994: *Making Sense of Secondary Science*. London og New York, RoutledgeFalmer, 210 bls.

Hafþór Guðjónsson 1991: Raungreinar-til hvers? *Ný menntamál*, **9**, 31-35.

Hirtle, J.S.P. 1996: Social Constructivism. *English Journal*, **85**, 91-92.

Ingvar Sigurgeirsson 1999: *Litróf kennsluaðferðanna*. Reykjavík, Æskan. 167 bls.

Meyvant Þórólfsson 2003: *Tími, rúm og orsakasamband*. Netla – veftímarit.
<http://netla.khi.is/greinar/2003/001/>. Reykjavík, Rannsóknarstofnun Kennaraháskólans.
(Skoðað 11. febrúar 2005).

Macdonald, A. 2003: *Námskenningar*. Reykjavík, KHÍ, 8 bls.

Moore, A. 2000: *Teaching and Learning*. London og New York, RoutledgeFalmer, 192 bls.

Ringnes, V. 1993: *Elevs kjemiforståelse og læringsvansker knyttet til kjemibegreper*. Oslo, Universitetet i Oslo, 247 bls.

Santrock, J.W. 2004: *Adolescence*. Boston, McGraw-Hill International Edition, 540 bls.

Osbourne, R. og Freyberg, P. 1985: Learning in Science. *The Implication of Children's Science*. London, Heinemann, 198 bls.

Crockett C. 2004. What Do Kids Know – and Misunderstand – About Science? *Educational Leadership*. 2004, 34-37.

Guilford County Schools 2004: *Activity, Curriculum and Technology*.
http://its.guilford.k12.nc.us/act/strategies/carousel_brainstorming.htm (Skoðað 29. janúar 2005).