



Forhugmyndir um mannlíkamann

Að nýta hugmyndir nemenda á miðstigi í kennslu

Halldóra Snorradóttir

Lokaverkefni til B.Ed.-prófs

Kennaradeild



HÁSKÓLI ÍSLANDS
MENNTAVÍSINDASVIÐ

Forhugmyndir um mannlíkamann

Að nýta hugmyndir nemenda á miðstigi í kennslu

Halldóra Snorradóttir

Lokaverkefni til B.Ed.-prófs í faggreinakennslu í grunnskóla

Leiðbeinandi: Kristín Norðdahl

Kennaradeild

Menntavísindasvið Háskóla Íslands

Júní 2016

Forhugmyndir um mannlíkamann

Ritgerð þessi er 10 eininga lokaverkefni til B.Ed.-prófs
í faggreinakennslu í grunnskóla við kennaradeild,
Menntavísindasviði Háskóla Íslands

© Halldóra Snorradóttir 2016

Óheimilt er að afrita ritgerðina á nokkurn hátt nema með leyfi höfundar.

Reykjavík, 2016

Ágrip

Gerð er grein fyrir hvernig kennarar geta nýtt upplýsingar um forhugmyndir nemenda á miðstigi grunnskóla um mannlíkamann í þeim tilgangi að bæta nám og kennslu. Fjallað er um hvað fram hefur komið í rannsóknum í náttúrufræðikennslu um forhugmyndir barna og viðfangsefnið tengt við námskenningar fræðimannanna Piaget og Vygotsky. Í Aðalnámskrá grunnskóla kemur fram mikilvægi kennslu um mannlíkamann og að kynnast forhugmyndum nemenda. Megininntak ritgerðarinnar eru rannsóknir um hugmyndir nemenda á miðstigi um mannlíkamann, einkum hjarta- og æðakerfi og meltingarkerfi. Sagt er frá aðferðum til að kynnast hugmyndum nemenda um mannlíkamann, þær geta verið teikningar, hugtakakort og hugtakamyndir. Til umræðu eru kennsluhugmyndir sem byggja á fyrri þekkingu nemenda, gagnast fjölbreyttum hópi og þar sem upplýsingatækni er nýtt. Í kjölfarið er viðeigandi námsmat sett fram sem byggir að miklum hluta á leiðsagnarmati.

Efnisyfirlit

Ágrip	3
Formáli	6
1 Inngangur	7
2 Hugsmíðahyggja	9
3 Forhugmyndir í náttúrufræði	11
4 Tengsl við Aðalnámskrá grunnskóla	13
5 Algengar forhugmyndir um ákveðin líffærakerfi	15
5.1 Hjarta- og æðakerfið.....	17
5.2 Matur og meltingarkerfið	19
6 Aðferðir til að kanna forhugmyndir	23
6.1 Teikningar nemenda	24
6.2 Hugtakakort	25
6.3 Hugtakamyndir	25
7 Kennsluhugmyndir	27
7.1 Bygging nýrrar þekkingar	27
7.2 Kennsla um mannlíkamann.....	30
7.2.1 Hjarta- og æðakerfið.....	30
7.2.2 Matur og meltingarkerfið	32
8 Námsmat	35
9 Lokaorð	39
Heimildaskrá	41

Formáli

Ég vil koma á framfæri þökkum til þeirra sem veittu mér stuðning við ritgerðarskrifin. Sérstakar þakkir fær Kristín Norðdahl leiðbeinandi minn fyrir ráðgjöf og aðstoð sem hún veitti mér meðan á ritgerðarferlinu stóð. Jafnframt færi ég móður minni, Ingibjörgu Halldóru Halldórsdóttur, þakkir fyrir ómetanlegan stuðning.

Þetta lokaverkefni er samið af mér undirritaðri. Ég hef kynnt mér *Síðareglur Háskóla Íslands* (2003, 7. nóvember, <http://www.hi.is/is/skolinn/sidareglur>) og fylgt þeim samkvæmt bestu vitund. Ég vísa til alls efnis sem ég hef sótt til annarra eða fyrri eigin verka, hvort sem um er að ræða ábendingar, myndir, efni eða orðalag. Ég þakka öllum sem lagt hafa mér lið með einum eða öðrum hætti en ber sjálf ábyrgð á því sem missagt kann að vera. Þetta staðfesti ég með undirskrift minni.

Reykjavík, 8. maí 2016

Halldóra Snorradóttir (sign.)

1 Inngangur

Í Aðalnámskrá grunnskóla (2013, bls. 167 og 175) segir að einn megintilgangur náttúrugreina sé að skila nemendum út í þjóðfélagið sem virkum samfélagsþegnum sem grundvalli ákvarðanir sínar á upplýstum og gagnrýnum viðhorfum. Til að svo megi verða þurfa nemendur að öðlast þekkingu, leikni og hæfni í náttúrugreinum. Hlutverk kennara er að kynna nemendum heim náttúrugreinanna með því að fræðast um hugmyndir þeirra og komast að því hver skilningur þeirra er. Í því felst að hjálpa nemendum að þróa hugtök sín og hugmyndir um lífið og efnisheiminn.

Hugmyndir barna hafa lengi verið rannsakaðar. Á 3. áratug síðustu aldar rannsakaði Piaget (1973, bls. 220) hugmyndir barna um ýmis fyrirbæri, meðal annars líf, og komst að því að þær þróast með auknum þroska. Síðar snerust rannsóknir hans frá því að rannsaka innihald hugsunar yfir í að setja fram kenningu um hvernig vitsmunir barna þroskast (Bennett, 2003, bls. 256). Í bókinni *Teaching and learning science* segir Bennett (2003, bls. 25 og 26) að upphaf rannsókna í náttúrufræðikennslu í anda hugsmíðahyggju megi rekja til 8. áratugarins en á svipuðum tíma voru takmarkanir uppgötvunarnáms að verða sýnilegar. Aukinn áhugi var á verkum sálfræðingsins Ausubel (1978, bls. 62) sem sagði að nemendur öðluðust skilning á viðfangsefni þegar þeir gætu tengt það fyrri hugmyndum.

Í samantekt Bennett (2003, bls. 257) segir að í framhaldinu hafi komið fram áhersla á félagslega hugsmíðahyggju í náttúrufræðikennslu sem Vygotsky, samtímamaður Piaget, var upphafsmaður að. Vygotsky (1978, bls. 84–90) sagði að nám hæfist fyrir skólagönguna og væri mikilvægur þáttur í þroska barna. Hann hélt því fram að nám yrði ekki til án félagslegra samskipta í umhverfinu. Til að lýsa sambandi milli þroska og náms talaði hann um svæði óráðins þroska (e. zone of proximal development) sem mun á milli raunverulegs þroska (e. actual development) og mögulegs þroska (e. potential development). Raunverulegur þroski sýndi hvaða árangri barnið gæti náð án aðstoðar kennara, foreldra eða samnemenda meðan mögulegur þroski væri hvað börnin gætu gert með aðstoð.

Í rannsóknum fræðimanna á seinni hluta 20. aldar var skilningur nemenda á hugmyndum í náttúruvísindum í brennidepli. Á 9. áratugnum skrifaði breska fræðikonan Driver (1983, bls. 1–3) fræga bók; *The pupil as scientist?* Hún vildi að meiri áhersla væri lögð á þróun ákveðinna hugmynda og hugtaka. Hún sagði að börn byggðu hugmyndir sínar af náttúrulegum fyrirbærum í viðleitni sinni til að skilja hversdagslega reynslu. Í sumum tilfellum væru hugmyndir þeirra frábrugðnar viðurkenndum vísindakenningum sem kenndar væru í skólum. Því þyrfti í náttúrufræðikennslu að taka með í reikninginn

bæði fyrri hugmyndir nemenda og þær sem væru í samræmi við vísindasamfélagið. Driver sagði að kanna þyrfti hverjar forhugmyndir nemenda væru áður en kennsla hæfist.

Fjöldi rannsókna hafa verið gerðar á forhugmyndum barna í eðlis- og líffræði (Driver, 1983; Driver, Guesne og Tiberghien, 1985a, 1985b; Gellert, 1962; Gunnhildur Óskarsdóttir, 2006; Kristín Norðdahl, 2001; Osborne, Wadsworth og Black, 1992; Reiss og Tunnicliffe, 2001; Rowlands, 2004; Teixeira, 1998). Bandaríkjakonan Gellert (1962, bls. 299, 300 og 363) rannsakaði hugmyndir barna um mannlíkamann, einkum hugmyndir þeirra um ákveðin líffærakerfi, og notaði hún meðal annars teikningar til að komast að hugmyndum þeirra. Niðurstöður Gellert sýndu að börn hefðu fjölmargar forhugmyndir sem væru frábrugðnar vísindalegum hugmyndum. Reiss og Tunnicliffe (2001, bls. 382) gerðu rannsókn á hugmyndum barna tæpum 40 árum seinna og notuðust við teikningar líkt og Gellert. Höfundar breska rannsóknarverkefnisins SPACE-project könnuðu forhugmyndir nemenda um mannlíkamann líkt og ofanefndir fræðimenn (Osborne o.fl., 1992, bls. 1). Hérlandis hafa rannsóknir verið gerðar á forhugmyndum barna og unglunga í náttúrufræði og hvernig kennarar geti nýtt þær upplýsingar í kennslu. Þar á meðal er meistararitgerð Kristínar Norðdahl (2001, bls. 2) þar sem rannsakað var hvort og hvernig kennsla getur haft áhrif á þróun hugmynda 5 ára barna um náttúruleg fyrirbæri. Gunnhildur Óskarsdóttir (2006, bls. 62) rannsakaði í doktorsritgerð sinni hvernig hugmyndir barna um mannlíkamann breytast á tveimur fyrstu árunum í grunnskóla. Hún komst að því hvaða hugmyndir börn hafa um útlit og staðsetningu líffæra, hlutverk ýmissa líffærakerfa svo sem meltingakerfi og hjarta- og æðakerfi. Hún kannaði jafnframt hvaða áhrif námskrá, kennsluáferðir og kennsluefni hafa á þróun hugmyndanna.

Viðfangsefni þessarar ritgerðar var valið vegna áhuga höfundar annars vegar á forhugmyndum barna og hins vegar á líffærafræði. Nemendur á miðstigi grunnskóla hafa forhugmyndir um öll helstu líffærakerfi mannlíkamans. Í þessari ritgerð voru valin tvö líffærakerfi til að skoða sérstaklega hvaða hugmyndir nemendur hafa gert sér um þau samkvæmt rannsóknum, þessi kerfi eru meltingarkerfið og hjarta- og æðakerfið. Kennarar geta notað ýmsar aðferðir til að komast að þessum hugmyndum, svo sem að ræða við börnin um þær, fá þau til að teikna þær, gera hugtakakort (e. concept map) eða að kynna þeim svokallaðar hugtakamyndir (e. concept cartoons). Í framhaldinu má síðan nota þessar upplýsingar bæði í kennslu og námsmati. Kennsluhugmyndir sem settar eru fram í ritgerðinni ættu að gagnast fjölbreyttum nemendahópi.

Í þessari ritgerð er rannsóknarspurningin: Hvernig geta upplýsingar um forhugmyndir nemenda á miðstigi grunnskóla um mannlíkamann nýst kennurum í kennslu?

2 Hugsmíðahyggja

Ein aðal hugmynd hugsmíðahyggju er að nám er undir áhrifum fyrri reynslu og hugmynda, samkvæmt samantekt Bennett (2003, bls. 25, 29 og 47). Í samantektinni kemur fram að börn byggja eigin merkingu frá eigin reynslu í staðinn fyrir að fá upplýsingar annars staðar frá. Jafnframt kemur fram hjá Bennett að Lev Vygotsky hafi þróað félagslega hugsmíðahyggju á 20. öld þar sem hann lagði áherslu á hlutverk menningar og tungumáls í þroska barna. Gunnhildar Óskarsdóttir (2006, bls. 10 og 11) fjallar í doktorsritgerð sinni um vinnupallafyrirkomulag (e. scaffolding) Jerome Bruner sem er í anda félagslegrar hugsmíðahyggju. Það snýst í meginatriðum um að nemandanum séu búnar réttar námsaðstæður svo hann þroskist sem best.

Skilningur barna er háður þroska þeirra. Bennett (2003, bls. 254–257) fjallar í samantekt um kenningar fræðimanna sem höfðu áhrif á náttúrufræðimenntun. Jean Piaget er einn þeirra en hann setti fram kenningu um vitsmunarþroska snemma á 20. öld þar sem hann lýsti fjórum stigum sem öll börn fara í gegnum. Kenningin gerir ráð fyrir að börn hafi ekki getu til að skilja tiltekin hugtök fyrr en ákveðnum þroska hefur verið náð. Skipta má kenningum Piaget í tvo meginhluta. Annars vegar eru það kenningar hans um vitsmunarþroska barna og hins vegar kenningar hans um hvernig einstaklingar byggja upp þekkingu í ljósi nýrrar reynslu.

Í doktorsritgerð Gunnhildar Óskarsdóttur (2006, bls. 7 og 8) segir frá öðrum verkum Piaget þar sem hann tengir hugmyndir sínar um nám að stórum hluta við líffræðilegar hugmyndir. Samkvæmt Piaget aðlagast börn betur umhverfi sínu með því að læra meira um það. Hann kallaði þetta ferli jafnvægisleitni (e. equilibration). Hvernig börn aðlagast umhverfinu og öðlast reynslu er í samræmi við það sem fram kemur í bók Driver (1983, bls. 51) *The pupil as scientist?* Sigurjón Björnsson (1992, bls. 20 og 23) segir í samantekt sinni að einkenni hvernar lífveru sé að laga sig að umhverfi sínu og segir Piaget líkja vitsmunalífínu við starfsemi líffæra og vel samhæfð líffærakerfi sem miði að betri og hagkvæmri aðlögun. Vitsmunaleg þróun barns einkennist því af stöðugri leit að betra jafnvægi.

Sigurjón Björnsson (1992, bls. 20 og 24) segir Piaget hafa gert aðlögunarferlinu skil í verkum sínum. Í því samhengi nefndi hann að aðlögun gæti falið í sér tvennt í einu, samlögun (e. assimilation) og aðhæfingu (e. accommodation). Piaget taldi barnið vera virkt í þróun sinni og byggði upp skilning í tengslum við umhverfi sitt og notaði til þess hugtökin samlögun og aðhæfingu. Samlögun kallast það þegar barnið túlkar nýja reynslu í

ljósi eigin reynsluheims, aðhæfing þegar barnið breytir hugmyndum sínum til að þær falli að nýrri reynslu. Í samantekt Bennett (2003, bls. 257) segir að jafnvægisleitinn feli í sér að viðhalda jafnvægi milli samlögunar og aðhæfingar sem sé lykilatriði í námi.

Í samantekt Bennett (2003, bls. 25 og 26) kemur fram að á seinni hluta 20. aldar hafi skilningur nemenda á hugmyndum í náttúruvísindum verið í brennidepli í rannsóknnum fræðimanna. Upphaf rannsókna í náttúrufræðikennslu í anda hugsmíðahyggju má rekja til 8. áratugarins en á svipuðum tíma voru takmarkanir uppgötvunarnáms að verða sýnilegar. Aukinn áhugi var á verkum sálfræðingsins Ausubel (1978, bls. 62) sem sagði að þekking fæli í sér að tengja nýtt efni við fyrri þekkingu. Nemendur öðluðust skilning á viðfangsefni þegar þeir gætu tengt það við hugmynd sem þeir hefðu fyrir um efnið.

Félagsleg hugsmíðahyggja í náttúrufræðikennslu kom fyrst fram á sjónarsviðið á fyrri hluta 10. áratugarins (Bennet, 2003, bls. 47). Vygotsky (1978, bls. 84-90), samtímamaður Piaget þróaði félagslega hugsmíðahyggju en samkvæmt honum eru nám og þroski barns samofin frá fæðingu þannig að nám hefst áður en börn hefja skólagöngu. Vygotsky hélt því fram að nám væri mikilvægur þáttur í þroska barns en yrði ekki til án félagslegra samskipta í umhverfinu. Til stuðnings þessari hugmynd setti hann fram kenningu sína um svæði óráðins þroska. Til að lýsa sambandi milli þroska og náms talar hann um svæði óráðins þroska, sem munarins á milli raunverulegs þroska og mögulegs þroska. Raunverulegur þroski sýnir hvaða árangri barnið getur náð án aðstoðar meðan mögulegur þroski er hvað börnin geta gert með aðstoð. Nám vekur upp ólík innri þroskaferli sem geta aðeins átt sér stað þegar barnið á í gagnkvæmum samskiptum við fólk og í samstarfi við jafningja. Hann taldi að börn lærðu best ef þau væru sett í umhverfi sem krefðist hugsunar á hærra þroskastigi en þeirra raunverulega stigi.

Í doktorsritgerð Gunnhildar Óskarsdóttir (2006, bls. 10 og 11) fjallar hún um hugmyndir Jerome Bruner um vinnupallafyrirkomulagið sem hann þróaði út frá kenningu Vygotsky í anda félagslegrar hugsmíðahyggju. Það snýst í meginatriðum um að nemandanum séu búnaðar réttar námsaðstæður svo hann þroskist sem best. Svo það sé mögulegt eru „vinnupallar“ byggðir sem styðja nemandann í námi, þegar hann hefur náð tókum á náminu er stuðningurinn fjarlægður. Þetta á sér stað þegar kennari, foreldri eða samnemandi hjálpar þeim sem hefur minni þekkingu.

Cole og Wertsch (1996, bls. 251–253) töldu áherslumuninn á kenningum Piaget og Vygotsky fólgin í því að Piaget sagði að einstaklingurinn byggði þekkingu í gegnum athafnir og tengsl við fyrri þekkingu en Vygotsky hefði haldið því fram að skilningur ætti uppruna sinn í félagslegu samhengi og án samfélagsins sem undirstöðu menningararfleifðarinnar væri þroski ógerlegur.

3 Forhugmyndir í náttúrufræði

Driver (1983, bls. 1–3) heldur því fram að þegar börn hefji formlegt nám í skóla hafi þau þróað með sér væntingar og hugmyndir um náttúruleg fyrirbæri. Í sumum tilfellum eru hugmyndirnar í samræmi við það sem þau munu læra í skólanum og búa til grunn fyrir frekara nám. Í öðrum tilfellum eru þessar hugmyndir frábrugðnar viðurkenndum kenningum sem kenndar eru í náttúrufræði. Hún segir að þessar kenningar náttúrufræðinnar séu augljósar fyrir vísindamenn en langt frá því að vera það fyrir nemandann. Gilbert, Osborne og Fensham (1982, bls. 631) segja hugmyndir barna vera rökréttar í þeirra augum og í samhengi, og að þær hafi umtalsverð áhrif á hvernig og hvað börnin læra í kennslustofunni. Driver, Squires, Rushworth og Wood-Robinson (1994, bls. 1) bæta við að börn hafi tilhneigingu til að búa til skilning og merkingu sem sé í samræmi við fyrri þekkingu. Þau þróa hugmyndir um náttúruleg fyrirbæri sem eiga uppruna sinn í skynjun þeirra. Samkvæmt Driver (1983, bls. 1–3) er jafn mikilvægt fyrir kennara að kanna forhugmyndir nemenda og að kenna þeim hefðbundnar vísindakenningar. Jafnframt ætti ávallt að taka forhugmyndir nemenda inn í myndina þegar náttúrufræðikennsla er undirbúin.

Driver, Guesne og Tiberghien (1985a, bls. 2 og 3) telja að reyndir kennarar geri sér grein fyrir að nemendur búa yfir eigin hugmyndum um fyrirbæri og að þær hugmyndir séu oft fastmótaðar og hverfi þá ekki þó að þær séu í ósamræmi við niðurstöður tilrauna eða útskýringar kennara. Nemendur hunsanna sannanirnar eða túlka upplýsingarnar í ljósi eigin hugmynda.

Samkvæmt Driver, Leach, Millar og Scott (1996, bls. 2 og 4) eru þessar hugmyndir algengar meðal nemenda og oft erfitt að breyta þeim, þrátt fyrir góða kennslu. Börn prófa hugmyndir sínar í samskiptum og samtölum við aðra. Þær hugmyndir sem hæfa aðstæðum festast í sessi. Segja má að uppruni forhugmynda liggi í persónulegri reynslu af náttúrulegum fyrirbærum og í tungumálinu sem við notum til að tjá okkur með. Daglegt mál styður oft við forhugmyndir nemenda. Dæmi um það er þegar verk neðarlega í kviðarholinu er lýst sem „magaverk“. Í samantekt Allen (2010, bls. 41) á niðurstöðum rannsókna á forhugmyndum um þetta efni segir hann að sú vinsæla hugmynd að maginn sé staðsettur á mótis við naflann komi úr daglegu máli. Forhugmyndir nemenda geta einnig komið frá því sem þau sjá í kvikmyndum og sjónvarpsþáttum, einkum teiknimyndum og myndasögum. White og Gunstone (1992, bls. 12 og 13) segja að nemendur búi til eigin skilning út frá þekkingunni sem þeir öðlast. Skilningur nemenda

eykst þegar þeir læra nýtt efni og geta tengt það fyrri þekkingu. Nýja þekkingin hvetur þá til að endurskoða fyrri þekkingu í ljósi þeirrar nýju.

Piaget (1973, bls. 220–233) rannsakaði forhugmyndir barna um ýmis fyrirbæri, meðal annars líf og hvernig slíkar hugmyndir taka breytingum eftir því sem börnin eldast. Hann skilgreindi fjögur stig hugmynda. Á fyrsta stigi telja börn á aldrinum 6–8 ára allt vera lifandi sem hefur hlutverk eða notkunargildi á einhvern hátt. Á öðru stigi er líf tileinkað hreyfingu. Þar á eftir kemur þriðja stig þar sem barn greinir á milli sjálfkrafa hreyfingar og annarrar hreyfingar. Fjórða og síðasta stigi ná flest börn ekki fyrr en um 11–12 ára aldur en þá er líf einskorðað við annað hvort dýr eða dýr og plöntur.

Í meistararitgerð Kristínar Norðdahl (2001, bls. 2 og 3) rannsakaði hún hvort og hvernig kennsla getur haft áhrif á þróun hugmynda 5 ára barna um náttúruleg fyrirbæri. Tekin voru viðtöl við nemendur og kennara barnanna ásamt því að gerðar voru vettvangsathuganir. Börnin fengu reynslu af þeim viðfangsefnum sem til umfjöllunar voru með því að gera ýmsar athuganir og ræða um þær. Kristín segir að börnin hafi haft margar algengar forhugmyndir sem tengdust þeim viðfangsefnum sem tekin voru fyrir.

Gunnhildar Óskarsdóttir (2006, bls. v) rannsakaði í doktorsritgerð sinni hvernig og við hvaða aðstæður hugmyndir barna um mannlíkamann breytast á tveimur fyrstu árum grunnskólans. Hún kannaði hvaða forhugmyndir nemendur höfðu um útlit, staðsetningu og hlutverk líffæra og líffærakerfa mannlíkamans og hvaða áhrif kennsluaðferðir, námsefni, námsgögn og samskiptin í kennslustofunni hafa á þróun hugmyndanna. Til þátttöku í rannsókninni var valinn einn 1. bekkur ásamt kennara og úrtaki foreldra. Við öflun gagna fylgdist Gunnhildur Óskarsdóttir (2006, bls. 93) með 26 kennslustundum í kennslu um mannlíkamann. Nemendur voru látnir teikna myndir fyrir og eftir kennslu tengt ákveðnu viðfangsefni um mannlíkamann og tekin voru viðtöl við foreldra og nemendur.

Í grein Gunnhildar Óskarsdóttur (2004, bls. 407-409) *The effect of different teaching methods on the development of children's ideas about the human body* fjallar hún um þann hluta doktorsritgerðar sinnar sem snýr að áhrifum kennsluaðferða á þróun hugmynda hjá börnum um mannlíkamann. Í kennslunni voru notaðar fjölbreyttar kennsluaðferðir sem flokkaðar voru í tvennt. Annars vegar var kennsluaðferðunum ætlað að safna upplýsingum um hugmyndir nemenda í gegnum umræðu- og spurnaraðferðir. Hins vegar að hjálpa nemendum að víkka þekkingu sína í gegnum verklega vinnu, sýnikennslu, gagnvirk verkefni eða leiklist. Meginmarkmiðið var að kanna hvaða hugmyndir nemendur höfðu um mannlíkamann, starfssemi líffæra og hvernig líffærakerfi vinna saman í þeim tilgangi að bæta við og þróa hugmyndir nemenda.

4 Tengsl við Aðalnámskrá grunnskóla

Aðalnámskrá er gefin út fyrir hvert skólastig. Kennarar eiga að hafa hana til hliðsjónar við skipulagningu kennslu og vinna í anda hennar. Í Aðalnámskrá grunnskóla (2013, bls. 13) segir að góð kennsla stuðli að námi og aukinni hæfni nemenda. Kennarar beri ekki aðeins ábyrgð á því að miðla þekkingu til nemenda heldur einnig að efla með þeim leikni, örva starfsgleði þeirra og efla frjóa hugsun.

Aðalnámskrá grunnskóla (2013, bls. 16, 17 og 23) er byggð á sex grunnþáttum menntunar og er heilbrigði og velferð einn þeirra. Þegar skólastarf er metið þarf að skoða hvernig grunnþættirnir setja mark sitt á kennslu, leik og nám. Efnisval og inntak náms, kennslu og leiks skal mótast af grunnþáttunum. Starfshættir og aðferðir, sem börn og ungmenni læra, eru undir áhrifum hugmynda sem fram koma í umfjöllun um grunnþættina. Í Aðalnámskrá segir að allt skólastarf þurfi að efla heilbrigði og stuðla markvisst að velferð og vellíðan nemenda. Markmiðið er að styðja börn svo þau geti tekið upplýstar ákvarðanir í tengslum við eigið heilbrigði. Í því getur falist að kanna hvaða forhugmyndir nemendur hafa um eigin líkama og vinna út frá því.

Hæfniviðmiðum sem nemendur eiga að tileinka sér er lýst í Aðalnámskrá grunnskóla (2013, bls. 171, 173 og 175). Nokkur hæfniviðmið falla vel undir kennslu um mannlíkamann fyrir miðstig. Við lok 7. bekkjar eiga nemendur að geta lýst helstu líffærakerfum mannlíkamans og starfsemi þeirra í grófum dráttum. Þeir eiga að geta útskýrt lífsskilyrði manna, jafnframt að geta sagt frá tengslum heilbrigðis og þess sem borðað er. Nemendur þurfa að öðlast hæfni í vinnubrögðum og færni. Þeir eiga að geta lesið og skrifað um hugtök í náttúruvísindum, einnig að geta útskýrt texta um náttúruvísindi sér til gagns og farið eftir einföldum, munnlegum og skriflegum leiðbeiningum. Síðast en ekki síst eiga þeir að geta hlustað á, metið og rætt hugmyndir annarra.

Í Aðalnámskrá grunnskóla (2013, bls. 175) segir að til þess að komast að því hver raunskilningur nemenda sé í náttúrugreinum eigi kennari að kynnast hugmyndum og hæfni nemenda sinna. Í því felst að kanna forhugmyndir nemenda, meðal annars um mannlíkamann. Í framhaldinu hjálpar kennari nemendum annars vegar að þróa hugtök sín og hugmyndir og hins vegar að öðlast hæfni til að láta sig varða eigin velferð, sem og annarra og umhverfisins. Svo hæfniviðmiðin náist á kennari að nýta fjölbreytta kennsluhætti og námsmat sem styður nemendur í að átta sig á eigin skilningi og hvetur þá

til að taka ábyrgð á eigin námi. Í gegnum kennslu og námsmat fá nemendur tækifæri til að verða meðvitaðir um eigin hæfni og sýna hana í verki.

Í Aðalnámskrá (2013, bls. 168 og 176) er lögð áhersla á að nemendur séu vísindalæsir. Í því felst að þeir geti lesið texta um náttúruvísindi sér til gagns, notað hugtök úr náttúrugreinum í daglegu lífi og skilið náttúruleg og manngerð fyrirbæri. Nemendur í náttúrugreinum eiga að fá tækifæri til að byggja upp orðaforða sinn á hinu nýja sviði, þjálfast í notkun hans og beita honum. Til að efla læsi er mikilvægt að nemendur fái tækifæri til að afla upplýsinga og vinna með þær. Kennarar þurfa að gera ráð fyrir notkun margmiðlunarefnis, gagnabanka, leitar- og samskiptavefja til að stuðla að vísindalæsi. Með hjálp tækninnar og ýmissa forrita opnast nýir möguleikar, til dæmis til að skrá niðurstöður athugana, fylgjast með og rýna í atburði sem hafa átt sér stað og eiga sér stað í samtíma.

Með námsmati er meðal annars fylgst með því hvernig nemendum tekst að ná almennum hæfniviðmiðum Aðalnámskrár. Megintilgangur námsmats er að leiðbeina nemendum um námið og hvernig þeir geti náð markmiðum þess. Matsaðferðir eiga að vera í samræmi við hæfniviðmið, endurspegla áherslur í kennslu og taka mið af nemendum. Kennari þarf að meta alla þætti námsins; þekkingu, leikni og hæfni með hliðsjón af viðmiðum í Aðalnámskrá (2013, bls. 27, 28 og 54).

5 Algengar forhugmyndir um ákveðin líffærakerfi

Rannsakendur hafa kannað þekkingu barna á líkamanum, hvað börn telja vera inni í eigin líkama og hugmyndir þeirra um starfsemi innri líffæra (Gellert, 1962; Gunnhildur Óskarsdóttir, 2006; Osborne o.fl., 1992; Reiss og Tunnicliffe, 2001; Rowlands, 2004; Teixeira, 1998). Algengt var að rannsakendur létu nemendur teikna hvað þeir teldu vera inni í eigin líkama. Í doktorsritgerð Gunnhildar Óskarsdóttur (2004, bls. 412) voru teikningar nemenda mikilvægur þáttur af rannsókninni. Þær gáfu meðal annars upplýsingar um forhugmyndir nemendanna. Rannsakendur hafa deilt um á hvaða aldri börn öðlast skilning á starfsemi innri líffæra. Carey (1985, bls. 51) hélt því fram að það væri ekki fyrr en við 10 ára aldur að börn áttuðu sig á að í líkamanum væru fjöldi líffæra sem starfa saman en Inagaki og Hatano (1993, bls. 1547) töldu það gerast mun fyrr, allt niður í 6 ára aldur. Rannsakendur eru sammála um að þekking barna á líkamanum aukist með hækkandi aldri. Niðurstöður Osborne o.fl. (1992, bls. 29) sýndu að því eldri sem börnin voru þeim mun fleiri líffæri þekktu þau.

Gellert (1962, bls. 299, 300 og 387) gerði stóra rannsókn á 7. áratugnum sem hefur mótað rannsóknir seinni ára. Hún rannsakaði hugmyndir 4–16 ára barna sem dvöldu á sjúkrahúsi um mannlíkamann. Tekin voru viðtöl við börnin og þau beðin um að teikna ákveðin líffæri og segja frá starfsemi þeirra. Hún komst að því að börnin bjuggu yfir algengum forhugmyndum um mannlíkamann. Matur, blóð og úrgangsefni voru oft nefnd á lista hjá börnum yngri en 9 ára yfir það sem væri inni í líkamanum. Jafnvel börn á aldrinum 4–6 ára vissu ýmislegt um bein, hjarta, heila, taugar, maga og aðra líkamshluta. Niðurstöður hennar gáfu til kynna að þekking barna á líkamanum ykist hratt í kringum 9 ára aldurinn.

Teikningar barna hafa verið notaðar í rannsóknum til þess að kanna hugmyndir þeirra um mannlíkamann. Reiss og Tunnicliffe (2001, bls. 390, 391 og 395) sýndu fram á að nemendur teiknuðu stök líffæri í staðinn fyrir að sýna heil líffærakerfi. Í rannsókn þeirra á 158 teikningum nemenda á aldrinum 5–20 ára sem beðin voru um að teikna hvað þeir töldu vera inni í líkamanum, sýndu 93% teikninganna líffæri, nánast alltaf hjartað í hjarta- og æðakerfinu, en 87% teikninganna sýndu hluta af beinagrindarkerfinu. Tölfræðilegur munur var milli líffærakerfa hve vel þau voru sýnd á teikningunum. Meltingarkerfið var það líffærakerfi sem best var teiknað í rannsókn Reiss og Tunnicliffe. Það kom fram á 22% teikninga hjá 158 nemendum á aldrinum 5–20 ára. Nemendur sáu ekki fyrir sér heildarstarfsemina inni í eigin líkama. Teikningar af líkama þeirra innihéldu frekar einstaka

dreifð líffæri og ófullkomin líffærakerfi. Sem dæmi þá var þeim kunnugt um að þeir hefðu bein en teikningarnar sýndu ekki beinagrindarkerfið (höfuðkúpu, hrygg, rifbein og útlími).

Í rannsókn Gunnhildar Óskarsdóttur (2006, bls. 103 og 188) voru 6–7 ára nemendur spurðir hvað þeir vissu um mannlíkamann. Þeir voru meðvitaðir um ytri líkamshluta og gátu nefnt ýmis líffæri svo sem hjarta, lungu, heila og maga. Í upphafi kennslu voru nemendur látnir fá blað með útlínum mannlíkamans og beðnir um að teikna hvað væri inni í líkama þeirra. Niðurstöðurnar voru þær að allir nemendur í rannsókninni teiknuðu hjarta. Af hópnum teiknuðu 13 nemendur æðar allt í kringum líkamann og þrír nemendur fylltu líkamann af blóði. Niðurstöður Gunnhildar Óskarsdóttur gefa til kynna að börnin í rannsókninni þekktu frekar útlit, staðsetningu og hlutverk líffæra mannlíkamans en hvernig þau tengjast, vinna saman og mynda líffærakerfi. Nemendur þekktu meltingarkerfið almennt betur en önnur líffærakerfi.

Carey (1985, bls. 51), prófessor í sálfræði, hélt því fram að það væri ekki fyrr en við 10 ára aldur að börn áttuðu sig á að í líkamanum væri fjöldi líffæra sem starfaði saman til að viðhalda lífi og þau þekktu ferlið við næringu og öndun. Í kringum þennan aldur hefðu börnin fengið sýn á líkamann sem líffræðilega vél. Þau vissu hvernig blóðrásin, öndun og meltingarkerfið væru tengd og þau væru byrjuð að mynda sér hugmynd um tengsl heila og líkama. Hún sagði að ung börn fyrir 10 ára aldurinn greindu ekki líffræðileg fyrirbæri frá þeim sálfræðilegu og vissu ekki að líffræðileg ferli eru sjálfstjórnandi. Þessar hugmyndir Carey hafa verið gagnrýndar. Nýrri rannsóknir hafa sýnt að börn öðlast þekkingu á innri starfsemi líkamans mun fyrr en Carey taldi. Inagaki og Hatano (1993, bls. 1547) gagnrýndu Carey og sögðu rannsóknirnar sem hún byggði niðurstöður sínar á aðeins hafa kannað þekkingu barnanna með opnum viðtölum. Niðurstöður rannsóknar Inagaki og Hatano gefa til kynna að börn allt niður í 6 ára aldur hafa þekkingu á starfsemi innri líffæra. Jafnframt skilja þau muninn á milli hugar og líkama.

Því eldri sem börnin eru þeim mun meiri skilning á líffærakerfum sýna þau (Reiss og Tunnicliffe, 2001, bls. 397). Osborne o.fl. (1992, bls. 29–31) fengu sömu niðurstöður 9 árum fyrr. Rannsókn þeirra á 5–7 ára, 8–9 ára og 10–11 ára börnum sýndi að því eldri sem börnin voru þeim mun fleiri líffæri þekktu þau. Að meðaltali teiknuðu börn á aldrinum 5–7 ára þrjú til fjögur líffæri eða hluta líkamans á meðan börn á aldrinum 10–11 ára teiknuðu fimm líffæri. Þrátt fyrir það var mikill munur á teikningum eldri barnanna. Sum þeirra sýndu góðan skilning á stærð og staðsetningu margra líffæra en önnur sýndu lítinn skilning. Börn á öllum aldri nefndu hjarta, bein, maga og heila. Því eldri sem börnin voru þeim mun oftar teiknuðu þau hjarta og heila. Yngri börnin voru mun líklegri til að teikna beinin. Þetta skýrist af því að innri líffæri eru hvorki sýnileg né aðgengileg til að snerta.

Þess vegna er erfitt fyrir börn að þróa þekkingu á líffæri sem þau skynja aðeins að hluta. Rannsóknin sýnir að börn teikna líffæri eða hluta líkamans sem auðveldara er að skynja, eins og hjartað sem slær, beinin sem þau finna fyrir og heilann sem þau eru meðvituð um. Einnig eru þessi líffæri hluti af daglegu tali. Sagt er að vera með „verk í maganum“ og að einhver sé „ekki með hjarta“. Líffæri eins og nýru, lungu og þarmar eru ekki skynjuð á sambærilegan hátt, ekki hluti af daglegu tali að sama skapi og eru því ekki eins þekkt meðal barna.

5.1 Hjarta- og æðakerfið

Börn hafa ýmsar forhugmyndir um hjarta- og æðakerfið. Í rannsókn Gellert (1962, bls. 329 og 330) völdu börnin á aldrinum 4–16 ára hjartað sem mikilvægasta líffæri líkamans. Þegar þau voru spurð hvað væri inni í líkama þeirra nefndi helmingurinn hjarta og æðar. Börnin voru mjög meðvituð um tilvist hjartans og tilgang þess. Meira en helmingur barna í öllum aldurshópum gat svarað rétt um staðsetningu hjartans. Við 11 ára aldur vissu nánast öll börnin hvar hjartað væri staðsett. Þau börn sem gáfu annað svar staðsettu hjartað meðal annars hægra megin á brjóstinu og í kviðarholinu. Jafnframt gátu flest börnin í öllum aldurshópunum teiknað hjartað í réttri stærð. Í rannsókn Gunnhildar Óskarsdóttur (2006, bls. 103) þar sem 20 börn á aldrinum 6-7 ára tóku þátt, teiknuðu þau öll hjarta þegar þau voru beðin um að teikna hvað væri inni í líkama þeirra.

Mörg börn gera sér ekki grein fyrir lögum hjartans. Algeng forhugmynd er að hjartað liggja á vinstri hlið brjóstisins og sé hjartalaga í teiknimyndastíl (Allen, 2010; Gellert, 1962; Gunnhildur Óskarsdóttir, 2006: Osborne o.fl., 1992; Reiss og Tunnicliffe, 2001). Þrátt fyrir að börnin í rannsókn Gellert (1962, bls. 330) væru beðin um að teikna hring á því svæði líkamans þar sem hjartað er staðsett þá teiknuðu 16% barnanna í öllum aldurshópunum hjartað í laginu eins og teiknimyndahjarta. Í rannsókn Gunnhildar Óskarsdóttur (2006, bls. 103) teiknuðu 17 af 20 nemendum hjartað hjartalaga. Sama kom fram í rannsókn Osborne o.fl. (1992, bls. 31) þegar börn á aldrinum 5–11 ára voru beðin um að teikna hvar hjartað væri staðsett teiknaði meirihluti barnanna hjartað í laginu eins og teiknimyndahjarta. Að sama skapi staðsetti meirihluti 8–11 ára barna hjartað á vinstri hlið brjóstisins í staðinn fyrir í miðju þess. Í samantekt Allen (2010, bls. 29) segir hann að hjartsláttinn megi finna ef lófa er þrýst rétt undir vinstri geirvörtu. Ef lófanum er haldið yfir bringubeininu þar sem hjartað liggur raunverulega, finnst enginn hjartsláttur. Þetta er líklega ástæðan fyrir forhugmyndinni.

Allen (2010, bls. 31 og 32) segir algenga forhugmynd vera þá að hjartað slái hraðar meðan á æfingu stendur svo að vöðvarnir geti starfað. Börn telja að þegar hjartað slær

leiði það til þess að vöðvarnir hreyfist vegna loftsins sem sent er niður djúpar rásir sem tengir þetta tvennt saman. Hugmyndin gæti komið frá reynslu barna af hjólapumpur, þar sem handfangi er þrýst niður á öðrum endanum, loft þrýstist í gegnum rásir og á hinum endanum fyllist allt af lofti. Raunin er sú að hjartað dælir blóði en ekki gaskenndu lofti um líkamann. Þegar blóðið fer frá hjartanu og í átt að vöðvunum inniheldur það súrefni og næringu sem vöðvafrumurnar þurfa til að vinna. Við hreyfingu vinna vöðvarnir meira og þurfa þar af leiðandi meira af súrefni og næringu. Hjartað svarar með því að slá hraðar til þess að flýta blóðflæði og flytja næringarefni til vöðvanna í meira magni. Blóð fjarlægir einnig úrgang eins og koltvíoxíð frá vöðvafrumum. Við æfingu er meiri úrgangur framleiddur og þar sem blóðið flyst hraðar um æðarnar er úrgangurinn fjarlægður hraðar. Um 11% barna í rannsókn Gellert (1962, bls. 334) sögðu hjartsláttinn breytilegan. Fjögur af þessum börnum vissu að það væri samband á milli hraða hjartsláttarins og magns líkamlegrar áreynslu. Tíu barnanna ímynduðu sér hjartað sem upptök orku.

Eldri börn gera sér betur grein fyrir hlutverki og tilgangi hjarta og blóðs. Í rannsókn Osborne o.fl. (1992, bls. 33 og 34) voru börn á aldrinum 5–11 ára spurð hvað þau teldu hjartað gera og hver tilgangur blóðsins væri. Eldri börnin, á aldrinum 9–11 ára, sýndu dýpri líffræðilegan skilning en yngri börnin sem svöruðu því aðeins til að hjartað slægi. Meirihluti eldri barnanna gat útskýrt að hjartað dældi blóði. Ein stúlkan sagði að hjartað dældi blóði í æðarnar og ef það hætti að slá þá dæi manneskjan. Svör við spurningunni um hver væri tilgangur blóðsins og hvernig það flyttist um líkamann voru óskýrari. Almenn var blóði lýst sem nauðsynlegu til þess að lifa. Aðeins lítill hluti barna á aldrinum 5–11 ára sýndi skilning á blóðrásarkerfinu. Börn á aldrinum 5–6 ára og 10–11 ára nefndu oftast að blóð flyttist um æðarnar. Slagæðar voru aldrei nefndar en það skýrist af því hversu lítið orðið er notað hversdagslega. Gellert (1962, bls. 331) rannsakaði hugmyndir barna um tilgang hjartans. Spurð hvað hjartað gerði svöruðu 90% barnanna, flest þeirra yngri en 11 ára, að „hjartað slægi“. Þau notuðu mörg mismunandi orð til að lýsa hvernig það slægi. Um helmingur barnanna minntist á blóð þegar spurt var um tilgang hjartans. Yngri börn sögðu hjartað framleiða og ýta blóði. Það var ekki fyrr en um 11 ára aldur að meira en helmingur barnanna nefndi sérstaklega blóðrás eða hvernig blóð flyst milli líkamshluta. Í rannsókn Gunnhildar Óskarsdóttur (2006, bls. 103) sögðu 6-7 ára nemendur að tilgangur hjartans væri að þeir gætu lifað. Þeir sögðu að inni í þeim væru æðar og blóð sem rynni um líkamann. Jafnframt að hjartað slái og dæli blóði inn í líkamann.

Misskilnings gætir einnig varðandi bláæðablóð. Í samantekt Allen (2010, bls. 33) segir hann börn hafa þá forhugmynd að slagæðablóð sé rautt og bláæðablóð blátt. Þau telja að þegar blóðið ferðist um líkamann, minnki magn súrefnis þegar frumur taki það inn og láti

frá sér koltvíoxíð í staðinn. Blóðið sem er þá súrefnissnautt fari í gegnum bláæðakerfið og sé dökkblátt eða fjólublátt að lit. Þau geta einnig talið að bláæðablóð komist í snertingu við loft, meðal annars vegna meiðsla og að blátt blóð breytist umsvifalaust í rautt blóð þegar það dregur í sig súrefni úr andrúmsloftinu. Í raun er bláæðablóð dökkrautt en lítur út fyrir að vera blátt þegar horft er í gegnum húðina.

5.2 Matur og meltingarkerfið

Börn hafa persónulega reynslu af meltingu en hugmyndir þeirra um meltingarfærin, staðsetningu þeirra og stærð eru mjög ólíkar. Í rannsókn Gellert (1962, bls. 363 og 364) töldu aðeins 4 af 71 barni magann vera mikilvægasta líffærið. Flest börnin tengdu fæðu við orðið magi. Þegar börnin voru spurð hvað væri inni í þeim þá nefndi ekkert barnanna yngri en 9 ára magann, þrátt fyrir að hluti þeirri nefndi fæðu og drykk. Það var ekki fyrr en um 13 ára aldur sem flest börnin nefndu maga. Börnin voru beðin um að teikna hring á mynd þar sem maginn væri staðsettur og stærð hans sömuleiðis. Meirihluti þeirra barna sem teiknuðu magann neðar en hann raunverulega er, voru meðal þeirra yngri en þeirra eldri. Í samantekt Allen (2010, bls. 41) segir hann að sú vinsæla hugmynd að maginn sé staðsettur á móts við naflann komi úr daglegu máli. Sem dæmi þá er magaverk lýst sem verk yfir allt þetta svæði. Maginn er raunverulega staðsettur við rifbeinin á vinstri hlið líkamans og er mun minni en börn gera sér oftast grein fyrir. Eftir stóra máltíð þenst maginn tímabundið út. Niðurstöður Gellert (1962, bls. 364) sýndu að 70% barnanna ýktu stórlega stærð magans. Það var ekki fyrr en um 13 ára aldur sem meirihlutinn teiknaði magann í réttri stærð. Í rannsókn Gunnhildar Óskarsdóttur (2006, bls. 110) fyrir kennslu um meltingarkerfið, teiknuðu aðeins 2 börn af 20 magann. Nemendur voru beðnir um að teikna fæðuna í maganum og aðeins fjögur þeirra teiknuðu fæðublöndu meðan hin teiknuðu fæðu á óbreyttu formi, til dæmis heilt epli.

Teixeira (1998, bls. 101) rannsakaði forhugmyndir 45 barna á aldrinum 4–10 ára á byggingu og virkni meltingarkerfisins. Niðurstöður sýndu að börn 8 ára og eldri hugsuðu um kviðinn sem svæði sem samanstæði af líffærum. Líffærin sem tilheyra meltingarkerfinu eru flokkuð í fjóra hópa: munn, kok-vélinda, maga og endaparm. Börnin telja matinn fara upp í munninn og í gegnum líkamann til kviðarholsins. 10 ára börn eru mun líklegri en 4 ára börn til þess að nefna endaparminn og þau yngri sleppa að nefna kokið og vélindað. Langflest börn á aldrinum 10–11 ára eða 96% sem tóku þátt í rannsókn Osborne o.fl. (1992, bls. 85) teiknuðu sýnileg tengsl milli munns og maga til þess að útskýra meltingu.

Spurð um hlutverk magans í meltingarkerfinu í rannsókn Gellert (1962, bls. 366 og 368), komu ólík svör eftir aldri barnanna. Börn frá 8 ára aldri gerðu sér fyrst grein fyrir að fæða undirgengst breytingar í maganum. Það var ekki fyrr en um 11 ára aldurinn sem meirihluti barnanna nefndi meltingu sem hlutverk magans. Um 8% barna undir 11 ára töldu magann innihalda blóð, sum höfðu þá hugmynd að blóð væri framleitt þar. Aðeins 13% barnanna sögðu að maginn væri nauðsynlegur fyrir líf. Af því 31 barni sem var spurt hvað myndi gerast ef við værum ekki með maga, töldu aðeins 36% af þeim sem svöruðu að líf væri ómögulegt án hans. Niðurstöður rannsókna sýndu að 90% barnanna vissu að maginn tengdist fæðu og 37% lýstu að einhverjum hluta meltingunni þegar þau lýstu starfsemi magans.

Í samantekt Allen (2010, bls. 43) segir hann algenga forhugmynd meðal barna vera þá að meltingarkerfið samanstandi af tveimur rásum og að matur og vökvi ferðist í gegnum ólíkar rásir líkamans. Önnur rásin sé tengd við endaparminn, þar sem saur yfirgefur líkamann þegar „góð efni“ hafa verið tekin úr fæðunni. Hin rásin tengist þvagfærakerfinu, sem losar úrgang þegar allt það „góða“ hefur verið tekið úr vökvanum. Rannsókn Rowlands (2004, bls. 168) á forhugmyndum 10 ára barna um hvað verður um matinn var byggð á teikningum barnanna og viðtölum við þau. Nokkur barnanna töldu að um tvö kerfi væri að ræða. Rannsókn Teixeira (1998, bls. 101) sýndi að börn á aldrinum 8–10 ára teiknuðu og lýstu meltingarkerfinu sem rás. Þau sögðu hluta af matnum sem væri borðaður yrði eftir í lífverunni meðan afgangurinn færi út.

Börn í rannsókn Gellert (1962, bls. 370 og 371) voru beðin um að segja frá hvert fæðan færi eftir að henni væri kyngt, með því að teikna inn á mynd og lýsa í orðum. Flest börnin teiknuðu línu frá munni og að miðju kviðarins. Þegar þau lýstu leið fæðunnar var háls eða vélinda sjaldan nefnt. Frá 10 ára aldri voru börnin meðvituð um að fæðan færi ákveðna leið milli lungnanna, sem þau kölluðu háls, pípu, túbu eða vélinda. Um 20% barna eldri en 11 ára nefndu vélindað sem hluta af meltingarkerfinu. Spurð um hvað yrði um fæðuna svöruðu 67% 11 ára og eldri að sum fæða yrði eftir í líkamanum meðan önnur væri fjarlægð. Til samanburðar voru aðeins 9% barna yngri en 12 ára sem gátu lýst þeirri hugmynd að hluti fæðunnar yrði eftir í líkamanum meðan annað væri fjarlægt. Þrátt fyrir að nokkur ung börn nefndu þarmana, var það ekki fyrr en um 14 ára aldurinn að meirihluti barnanna sagði að fæðan færi frá maganum til þarmanna á leið sinni út úr líkamanum. Fjögur börn töldu að þarmarnir kæmu á undan maganum, mögulega vegna þess að þau rugluðu þörmunum saman við vélindað.

Börn í öllum aldurshópum sögðu fæðuna láta þau vaxa í rannsókn Gellert (1962, bls. 373). Jafnframt að fæðan framleiddi eða breyttist í blóð eða færi inn í blóðrásina. Að

fæðan væri tuggin til að minnka umfang hennar var líka nefnt. Frá 8 ára aldri nefndu börnin oftast að fæðan væri leyst upp eða breytt í vökva. Niðurstöður rannsóknarinnar gefa til kynna að skilningurinn á því að eitt efni geti breyst í annað kemur fram um 8 ára aldur. Hugmyndin að breyta efni í orku kemur ekki fram fyrr en seinna, þegar nemendur hafa náð óhlutstæðari hugsun.

Í rannsókn Rowlands (2004, bls. 170) á 10 ára börnum kemur fram að þau sjá fyrir sér matinn í poka eða rásunum inni í líkamanum. Í maganum er maturinn stappaður, brotinn niður í litlar einingar og honum blandað saman við vatn. Mismunandi hlutar eru aðskildir eftir því hvort þeir eru gagnlegir eða ekki. Það gagnlega verður eftir í líkamanum en hitt fer út sem úrgangur. Börnin eru ómeðvituð um flókna líffæra- og lífeðlisfræði mannlíkamans og hvernig hún tengist meðferð matarins. Skilning vantar á því að melting feli í sér efnaskipti þar sem líkaminn notar sérstök ensím til þess að brjóta niður fæðuna. Orðið melting er notað en ef börn eru spurð út í merkingu orðsins þá segja þau: „Þegar matur er brotinn niður í litla bita“.

Mörg börn þekkja að í matnum eru nauðsynleg næringarefni en einnig að í honum eru margvísleg efni sem sum hver eru ekki góð. Börn í rannsókn Teixeira (1998, bls. 105 og 106) þekktu flest að næringarefni sem kæmu að gagni væru geymd áfram í líkamanum meðan öðrum sem nýttust ekki væri skilað út um endaparm. Sum barnanna sögðu að þegar meltur matur færi í gegnum líkamann umbreyttist hann og yrði á ákveðnum tímapunkti að blóði eða frumum. Þessi hluti af matnum yrði eftir í lífverunni meðan afgangurinn færi út.

6 Aðferðir til að kanna forhugmyndir

Margar aðferðir hafa verið notaðar til að kanna hugmyndir barna um náttúruleg fyrirbæri. Í grein Reiss og Tunnicliffe (2001, bls. 383 og 384) kemur fram að margar aðferðir geri ráð fyrir að nemendur tali eða skrifi um náttúrufræði. Sem dæmi eru munnleg viðtöl og að láta nemendur búa til hugtakakort. Aðrar aðferðir leggja ekki áherslu á tal heldur teikningar nemenda. Notkun hugtakamynda er aðferð til að kanna forhugmyndir. Keogh og Naylor (1998, bls. 15 og 16) segja að hugtakamyndir geti hvatt þá nemendur, sem eru vanalega ófúsir að tjá hugmyndir sínar, til að setja þær fram og ræða.

Mikilvægt er, bæði fyrir kennara og nemendur, að kanna forhugmyndir. Allen (2010, bls. 8) segir í samantekt sinni að ef kennarar séu meðvitaðir um forhugmyndir sem gætu komið upp við kennslu í tilteknu námsefni, þá séu þeir reiðubúnari til að þekkja þær þegar nemendur segja eða skrifa eitthvað sem gefur til kynna að þeir hafi hugmyndir sem samræmast ekki viðurkenndum vísindakenningum. Allen segir að í staðinn fyrir að bíða eftir að forhugmyndir komi upp á yfirborðið í kennslu sé ákjósanlegra að kennarar kanni hugmyndirnar með því að nota sérstakar aðferðir sem draga þær fram. Að kanna forhugmyndir gefur ekki aðeins kennaranum upplýsingar heldur verður nemandinn meðvitaður um hugmyndir sínar um vísindaleg fyrirbæri sem er undirstaðan fyrir endursmíði hugmyndanna síðar.

Niðurstaða rannsóknar Sadler, Sonnert, Coyle, Cook-Smith og Miller (2013, bls. 1043) gefur til kynna að kennarar sem þekki algengustu forhugmyndir nemenda sinna séu skilvirkari en kennarar sem gera það ekki. Þeir segja að skilvirkur kennari þekki hugtökin sem hann kennir. Kennari sem þekkir hugtökin illa eða alls ekki gæti hins vegar kennt hugtökin vitlaust og nemandinn gæti endað með sömu röngu vitneskjuna og kennarinn.

Ýmsar óformlegar aðferðir má nota til að kanna hugmyndir nemenda. Í rannsókn Osborne o.fl. (1992, bls. 4 og 5) voru kennarar hvattir til að nota óformlegar aðferðir til að kanna hugmyndir nemenda sinna. Ein aðferðin var að kennarar notuðu opnar spurningar, hlustuðu á hvað nemendur sögðu og virtu svör þeirra. Þessi aðferð olli áhyggjum meðal sumra kennara að með því að samþykkja öll svör, gætu þeir ýtt undir hugmyndir sem byggðust ekki á vísindalegum kenningum. Önnur aðferð var að láta nemendur klára og bæta viðeigandi atriðum inn á teikningu. Þessi aðferð gaf kennurum tækifæri til að tala við hvern nemanda fyrir sig og gera sér grein fyrir skilningi hans. Hér á eftir er sagt nánar frá nokkrum aðferðum til að kanna forhugmyndir nemenda.

6.1 Teikningar nemenda

Teikningar barna hafa verið notaðar af rannsakendum til að kanna skilning þeirra á sérstökum hugtökum og fyrirbærum. Reiss og Tunnicliffe (2001, bls. 101 og 105) halda því fram að góð aðferð til að kanna hugmyndir nemenda sé að fá þá til að teikna. Í rannsókn sinni báðu þau nemendur að teikna hvað þeir töldu vera inni í eigin líkama og kom í ljós takmarkaður skilningur á líffærakerfum.

Í staðinn fyrir að segja munnlega frá hugmyndum sínum eru teikningar góð aðferð fyrir nemendur sem eiga erfitt með að tjá hugmyndir sínar með orðum (Keogh og Naylor, 1998, bls. 14). Reiss og Tunnicliffe (2001, bls. 101) bæta við að teikningar gagnist sérstaklega vel nemendum sem eru feimnir í samtölum, skortir hæfni í tali eða sem tala annað tungumál en rannsakandinn. White og Gunstone (1992, bls. 98) segja teikningar með litlum takmörkunum um hvernig nemendur geta svarað og þar af leiðandi geti þær gefið betri vísbendingar um skilning þeirra en aðrar aðferðir. Skýringar með myndunum krefjast færri orða og kennari geti bætt við þær sem á vantar. Í doktorsritgerð Gunnhildar Óskarsdóttur (2006, bls. 137) segir hún frá aðferðum kennara sem hún fylgdist með í tengslum við rannsókn sína, til að kanna hugmyndir nemenda um mannlíkamann. Meðal annars notaði kennarinn teikningar og bað nemendur um að teikna mynd fyrir og eftir kennslu um ákveðið viðfangsefni tengt mannlíkamanum. Sum börn í rannsókn Gunnhildar áttu erfitt með að segja frá hugmyndum sínum og hvernig þær breyttust í samtali við kennara. Teikningarnar gátu því gefið mikilvægar upplýsingar um hugmyndir þessara barna og hvernig þær þróuðust. Sem dæmi þá var erlendur nemandi sem hvorki talaði né skildi íslensku en teikningin gaf góða mynd af hugmyndum hans.

Aðferðin að nota teikningar barna til að kanna hugmyndir þeirra hefur verið gagnrýnd og ekki sögð áreiðanleg (Walker, 2007, bls. 96). Gunnhildur Óskarsdóttir (2006, bls. 189) telur að þrátt fyrir að notkun teikninga til að kanna hugmyndir barna sé áhrifarík leið fylgi henni einnig ókostir. Mismunandi er hversu vel fínhreyfingar barna á aldrinum 6–7 ára hafa þroskast og sum börn eiga því erfitt með að gera teikningar sem sýna hugmyndir þeirra. Í rannsókn Gunnhildar breyttust teikningar nemendanna eftir kennslu. Þrátt fyrir það segir hún að hafa þurfi í huga að teikningarnar sýni ekki alltaf hugmyndirnar sem börnin hafi í raun og veru. Námsefnið getur haft þau áhrif að börnin líkja eftir myndum í bókum þegar þau teikna. Kennarar þurfa þar af leiðandi að fara varlega í að greina myndir barna og nota aðrar aðferðir samhliða teikningum til að fá skýra sýn á hugmyndir barnanna.

6.2 Hugtakakort

Hugtakakort er góð leið til að kanna forhugmyndir og um leið tæki til að meta skilning eftir kennslu í ákveðnu viðfangsefni. Aðferðin að nota hugtakakort sem rannsóknar- og matstæki kemur frá Novak (2010, bls. 33) sem sagði að hugtakakort gerði kennara kleift að kanna hugmyndir nemenda sinna. Þetta er kennslutæki sem hvetur nemendur til að skipuleggja hugsun sína. Jafnframt er það matstæki fyrir kennara til að meta skilning nemenda sinna og hjálpar kennara að bæta eigin kennslu. White og Gunstone (1992, bls. 15 og 37) segja að með hugtakakorti sé áherslan lögð á uppbyggingu og tengingu hugtaka. Hugtakakort gerir kennurum kleift að kanna hvernig nemendur sjá tengslin milli hluta, hugmynda og fólks. Þeir segja að hugtakakort sé ein besta leiðin til að kanna skilning nemenda á samfelldu viðfangsefni.

Ýmsir aðilar hafa skrifað og lýst því hvernig nota má hugtakakort í kennslu. Naylor, Keogh og Goldsworthy (2004, bls. 35) lýsa hugtakakorti sem myndrænni framsetningu á tengingu milli ólíkra hugtaka. Þau koma fram með hugmynd um hvernig hugtökin eru sýnd í blöðrum eða kössum. Nemandinn býr til tenginguna milli þeirra með því að nota örvar eða orð. Fyrir yngri nemendurna ætti jafnframt að nota myndir til að skýra betur tenginguna á milli hugtaka. Bennett (2003, bls. 32) segir hugtakakort sýna myndrænt tengslin og samböndin milli hugtaka í stigskiptu kerfi. Hugtakakort býr til tengingu milli hugtaka og sýnir vísindalega réttar staðhæfingar en jafnframt forhugmyndir sem nemendur geta haft og stangast á við það sem rétt er (Keogh og Naylor, 1998, bls. 3).

Að nota hugtakakort hefur sína ókosti samkvæmt Bennett (2003, bls. 32). Erfitt getur verið að búa þau til og nemendur þarfnast þjálfunar og æfingar í því. Rannsakendur hafa reynt að auðvelda þetta með því að útbúa miða með hugmyndum og biðja nemendur að nota þá sem grunn til að búa til hugtakakort með því að tengja hugmyndirnar saman. Jafnframt geta komið upp erfiðleikar við túlkun, sérstaklega með það í huga að finna upp viðeigandi aðferðir til að auðvelda réttmætan samanburð.

6.3 Hugtakamyndir

Hugtakamyndir veita kennurum góða innsýn í forhugmyndir nemenda. Hugmyndina að hugtakamyndum áttu Naylor og Keogh (2013, bls. 3) en sú fyrsta var búin til árið 1992. Tilgangurinn var að búa til aðferð til að kanna hugmyndir nemenda, ýta undir hugsun og styðja nemandann í að þróa skilning sinn. Keogh og Naylor (1998, bls. 14) segja að í hugtakamyndum séu sýndar vísindalegar hugmyndir ásamt algengum forhugmyndum í hversdagslegum aðstæðum, svo að nemendur geti búið til tengingar þar á milli. Með það

markmið að gera hugmyndirnar aðgengilegar nemendum með takmarkaða lestrarkunnáttu er texti hafður í lágmarki. Samkvæmt Naylor o.fl. (2004, bls. 31) sýna hugtakamyndir hversdagslegar aðstæður þar sem persónur tjá ólíkar skoðanir á því sem er að gerast og er textinn sýndur í blöðrum. Nemendur ákveða síðan hvaða persóna hefur rétt fyrir sér og tjá eigin útskýringu sem dregur fram hugmyndir þeirra.

Hugtakamyndir hafa marga kosti. Keogh og Naylor (1998, bls. 15 og 16) hafa eftir kennurum að þær hvetji til umræðna. Hugtakamyndir hvetja þá nemendur, sem eru vanalega ófúsir að tjá hugmyndir sínar, til að setja fram og ræða þær. Kennarar segja að hugtakamyndir gefi nemendum hugmyndir án þess að gefa þeim svarið og komi af stað einbeittari umræðum sem geti leitt til að vísindalegar hugmyndir séu felldar eða staðfestar. Aðstæðurnar virðast minnka hræðslu nemenda við að tjá hvað þeir vita, því alltaf er hægt að kenna persónum hugtakamyndanna um hugmyndina. Vísbendingar eru um að hugtakamyndir geti stuðlað að hugtakabreytingum. Kennarar segja að hugtakamyndir hafi jákvæð áhrif í skólastofunni og notkun þeirra hafi bætt kennsluumhverfið.

7 Kennsluhugmyndir

Kennarar geta brugðist við forhugmyndum nemenda sinna með ýmsum leiðum í kennslu. Harlen (1996, bls. 70 og 71). Niðurstöður rannsóknar Kristínar Norðdahl (2001, bls. 205 og 206) gefa til kynna að börnin þrói hugmyndir sínar í gegnum kennslu. Kennsluaðferðir, svo sem athuganir og umræður, gerðu þeim kleift að öðlast nýja reynslu og ýta undir þróun hugmynda barnanna. Verkefni sem fólust í að teikna viðfangsefni og tjá þau í leik reyndust einnig vel. Kristín Norðdahl segir niðurstöður rannsóknarinnar styðja að kennsla í anda hugsmíðahyggju sé árangursrík en slík kennsla leggur áherslu á fyrri hugmyndir og reynslu barnanna og að þau læri af samskiptum við aðra. Hún bætir við að það að kanna hugmyndir fyrir og eftir kennslu gefi kennaranum hugmynd um hvernig honum hafi tekist til og styrki hann í því sem hann er að gera.

Gunnhildur Óskarsdóttir (2004, bls. 408) skrifar í grein sinni um kennsluaðferðir sem annars vegar nýtast til að safna upplýsingum um forhugmyndir nemenda og hins vegar til að hjálpa nemendum að víkka þekkingu þeirra á ákveðnu viðfangsefni. Kennsluaðferðirnar eru meðal annars umræðu- og spurnaraðferðir, verkleg vinna, sýnikennsla og gagnvirk efni. Hér á eftir verða nefndar ólíkar leiðir í kennslu sem rannsóknir hafa sýnt að gagnast kennurum með það að markmiði að bæta kennslu einkum um meltingarkerfið og hjarta- og æðakerfið.

7.1 Bygging nýrrar þekkingar

Fisher (2005, bls. 10 og 164) segir í samantekt sinni að sjálfsvitund snúist um hæfileikann til að skilja og tengja við sjálfan sig. Hluti af því að þróa sjálfsvitund er að þekkja og skilja eigið hugarástand. Eftir 5 ára aldur þróa börn með sér getuna til að hugsa um eigin hugsun (e. metacognition). Fisher segir að þekking sé lykilatriði fyrir velgengni í námi, að vita hvernig á að skipuleggja, spá fyrir um, muna og komast að einhverju. Í grein sinni tala Richmond, Rauer og Klein (2015, bls. 23) um sambandið á milli þess að hugsa um eigin hugsun og næmni nemenda fyrir forhugmyndum. Það hefur mikilvæg áhrif á hvernig við búum til hugmyndir okkar og hversu erfitt er að breyta þeim.

Driver o.fl. (1985b, bls. 199 og 200) segja mikilvægt fyrir kennara að þekkja hugmyndir nemenda áður en kennsla í ákveðnu viðfangsefni er skipulögð. Þegar vitað er hverjar ríkjandi hugmyndir eru þá sé hægt að útbúa kennslu sem annað hvort afsannar þær eða staðfestir. Allen (2010, bls. 11) segir að með því að kanna forhugmyndir fyrirfram sé

kennari betur undirbúinn fyrir kennsluna. Ef kennarar eru ómeðvitaðir um fjölbreytni þeirra forhugmynda sem tengjast tilteknu viðfangsefni eða hugtökum, eru líkur á að þær fari fram hjá þeim, sérstaklega ef forhugmyndirnar eru í nánnum tengslum við vísindalega hugtakið. Driver o.fl. (1985b, bls. 199 og 200) segja að nota megi ýmsar kennsluáðferðir með það að markmiði að bæta kennsluna. Sem dæmi getur kennari gefið nemendum tækifæri til að útskýra eigin hugmyndir til að gera sér betur grein fyrir hverjar þær eru. Það má gera í litlum hópum, í umræðum í bekk eða með því að biðja nemendur að skrifa niður eða teikna hugmyndir sínar.

Driver o.fl. (1985b, bls. 198) segja hugtakaþróun (e. conceptual change) vera langt og hægt ferli. Börn hafi tilhneigingu til að túlka nýjar aðstæður í ljósi þess sem þau vita fyrir, og styrkja þannig fyrri hugmyndir. Undantekning á sér stað þegar börn geta ekki túlkað aðstæðurnar. Það er þá sem nemendur sjá þörfina fyrir að byggja þekkingu sem ýtir undir að hugtakaþróun eiga sér stað. Scott, Asoko og Driver (1991, bls. 3) segja að til séu mismunandi nálganir til að ýta undir þróun hugtaka meðal nemenda. Til er aðferð sem byggir á að nota fyrri þekkingu nemenda, með það að markmiði að bæta við hana og leiða nemandann nær vísindalegum sjónarmiðum, meðal annars í gegnum samlíkingu og hliðstæður (e. bridging analogies). Hún snýst um að brúa hliðstæður og er notuð til að búa til líkingartengingar milli aðstæðna. Með því að mynda hliðstæðar tengingar milli þess þekkta og hins óþekkta hjálpar það nemandanum að læra ný atriði, henda eða breyta hugmyndum sínum. Þessi aðferð leggur áherslu á að nemandanum séu búnað réttar námsaðstæður.

Harlen (1996, bls. 70 og 71) er höfundur bókarinnar *The teaching of science in primary schools*. Hún segir hlutverk kennara vera að kanna hugmyndir nemenda, hvaða skref skuli taka næst og aðstoða við hugtakaþróunina. Það er gert með því markmiði að kenna til skilnings. Ekki er hægt að hefjast handa við að vinna með þróun hugtaka nema upplýsingar liggi fyrir um hverjar hugmyndir nemenda eru og ígrundun á því hvernig byggja má á þessum hugmyndum. Kennarar geta brugðist við forhugmyndum nemenda sinna á ýmsan máta með það í huga að hvetja til hugtakaþróunar. Það má gera með hagnýtum verkefnum sem er ætlað að víkka reynslu nemenda þar sem hugmyndir þeirra eru takmarkaðar vegna reynsluskorts. Harlen tekur dæmi um nemendur sem hafa ekki skýra hugmynd um hvernig lífverur aðlagast umhverfi sínu því þeir hafa lítið rannsakað plöntur og dýr og umhverfi lífveranna. Þessu má breyta með því að gefa nemendum tækifæri til að rannsaka lífverur í umhverfi sínu. Einnig fyrirfinnast verkefni sem hafa í för með sér að nemendur prófa hugmyndir sínar. Nemendur geta sett fram tilgátu og sannreynt hana. Harlen tekur dæmi um nemenda sem fullyrti að ís bráðnar vegna þess að

hann er utandyra. Hann taldi að ísinn myndi ekki bráðna ef hann væri innandyra. Tilgátuna mátti auðveldlega rannsaka og sannreyna hugmyndina. Samfara hagnýtum verkefnum eru umræður mjög mikilvægar, þar sem nemendur ræða reynslu sína af verkefnum.

Engin ein kennsluaðferð er sú rétta segir Hrefna Sigurjónsdóttir í samantekt sinni (2010, bls. 363). Hvaða kennsluaðferð hentar hverju sinni veltur á kennaranum, áhuga hans og þekkingu, ásamt nemendahópnum sem hann kennir. Harlen (1996, bls. 64 og 151) bætir við að hver nemendahópur sé samsettur úr einstaklingum sem hafi mismunandi áhugasvið, reynslu, getu og hvatningu til að læra. Slíkt er áskorun fyrir kennara sem þarf að veita öllum nemendum tækifæri til náms. Til að koma til móts við þarfir ólíkra einstaklinga þurfa kennarar að hafa í huga hvernig hægt er að nota sömu verkefni fyrir mismunandi hóp nemenda. Það má gera þannig að nemendahópurinn vinni að sameiginlegu viðfangsefni með mismunandi áherslum. Einnig geta nemendur unnið að sama verkefninu en fengið mismikinn stuðning frá kennara. Niðurstöður rannsóknar Gunnhildar Óskarsdóttur (2006, bls. 186) gefa til kynna að kennarar eigi að nota fjölbreyttar kennsluaðferðir þegar þeir kenna um mannlíkamann þar sem mismunandi kennsluaðferðir henti ólíkum einstaklingum misvel.

Samkvæmt Hrefnu Sigurjónsdóttur (2010, bls. 363) hafa rannsakendur gert samanburð á árangri mismunandi kennsluhátta með því að leggja próf fyrir nemendur áður en kennslan hefst og aftur að henni lokinni. Nemendur voru spurðir um hugtök og svörin flokkuð og á þann hátt voru mismunandi aðferðir bornar saman. Svo virðist sem nálgun byggð á fyrri hugmyndum nemenda og sem unnin er í anda hugsmíðahyggju geti gefið betri árangur en kennsla þar sem bókum er fylgt og umræða er takmörkuð. 5E-kennsluaðferðin (e. 5E method of instruction) felst í því að kanna fyrri skilning og þekkingu, láta reyna á þann skilning og leiða nemendur gegnum ferli þar sem ný þekking bætir við þá eldri. Hún byggist á því að látið er reyna á fyrri hugtakaskilning gegnum athuganir, ígrundun, samræður og fleira. Stamp, Robinson og Urban (2008, bls. 62 og 63) segja 5E-kennsluaðferðina byggða á fimm stigum sem eru: Kveikja (e. engage), kanna (e. explore), útskýra (e. explain), útfæra (e. elaborate) og meta (e. evaluate). Þeir skrifuðu grein í tímarit samtaka vistfræðikennara í Bandaríkjunum þar sem þeir mæla með 5E-kennsluaðferðinni. Þeir segja rannsóknir sýna að notkun 5E-kennsluaðferðarinnar í kennslu auki árangur nemenda og hugtakaskilning og breyti viðhorfum þeirra á jákvæðan hátt. Kennsluaðferðin er byggð á rannsóknum sem sýna að nemendur hafa forhugmyndir um náttúruleg fyrirbæri.

7.2 Kennsla um mannlíkamann

Í rannsókn Osborne o.fl. (1992, bls. 46) var notast við kennslu með það að markmiði að gefa nemendum tækifæri til að þróa hugsun sína og vísindalega þekkingu. Það var gert með því að fá þá til að vinna verkefni sem náðu fram forhugmyndum þeirra í gegnum teikningar, skrif og umræður. Kennarinn í rannsókn Gunnhildar Óskarsdóttur (2006, bls. 168 og 169) byggði kennslu á fyrri hugmyndum nemenda sinna í þeim tilgangi að víkka þekkingu þeirra og skilning og notaði til þess mismunandi kennsluaðferðir. Gunnhildur Óskarsdóttir segir árangursríkar aðferðir vera kynningar, stutta fyrirlestra, verklega vinnu, gagnvirk verkefni, leiklist og sýnikennsla. Umræður geta einnig víkkað og þróað hugmyndir. Börn læra með því að deila með öðrum hugmyndum sínum og hlusta á hvað aðrir hafa til málanna að leggja. Sýnikennsla og umræður virtust árangursríkustu leiðirnar fyrir börn á aldrinum 6–7 ára sem tóku þátt í rannsókn Gunnhildar. Jafnframt hafði verkleg vinna þar sem kennarinn horfði og hlustaði á börnin eða leiddi þau áfram í vinnunni, meðal annars um bein, vöðva og liði, áhrif samkvæmt sömu rannsókn.

Niðurstöður Gunnhildar Óskarsdóttur (2006, bls. 168 og 169) gefa til kynna að auðveldara sé að kenna um tiltekin líffæri fremur en önnur. Ef til vill er ástæðan sú að börn hafa mismikinn áhuga á líffærum mannlíkamans eða að sumar kennsluaðferðir eru árangursríkari en aðrar fyrir einhver börn en ekki önnur. Niðurstöður SPACE-rannsóknarinnar voru að skilningur nemenda á mannlíkamanum og starfsemi hans væru takmarkaðar við ytri einkenni og þess vegna væri mikilvægt að gefa nemendum tækifæri til að þróa skilning sinn á innri líffærum og starfsemi þeirra (Osborne o.fl., 1992, bls. 46 og 47).

7.2.1 Hjarta- og æðakerfið

Tilgangur rannsóknar Cardak, Dikmenli og Saritas (2008, bls. 5, 8 og 9) var að skoða áhrif verkefna í anda 5E-kennsluaðferðarinnar á árangur nemenda á aldrinum 12–13 ára í kennslu um hjarta- og æðakerfið. Ætlunin var að kanna hvort 5E-kennsluaðferðin væri árangursríkari en hefðbundnar kennsluaðferðir í náttúrufræði í kennslu á viðfangsefninu. Bein kennsla sem byggist á útskýringum og spurningum kennara flokkast undir hefðbundnar kennsluaðferðir. Nemendum, alls 38 í tyrkneskum skóla, var skipt jafnt í tilrauna- og samanburðarhóp. Sami kennari kenndi báðum hópum í fjórar vikur og notaði tvær mismunandi kennsluaðferðir. Niðurstöður rannsóknarinnar voru þær að tilraunahópurinn náði betri námsárangri og auknum hugtakaskilningi í kennslu um hjarta- og æðakerfið en samanburðarhópurinn.

Kennsla með tilraunahópnum í rannsókn Cardak o.fl. (2008, bls. 4–9) fór þannig fram að nemendur voru spurðir spurninga um ákveðin hugtök tengd hjarta- og æðakerfi til að kynnast forhugmyndum þeirra og vekja áhuga á efninu. Þetta er í samræmi við fyrsta stigið í 5E-kennsluaðferðinni sem kallast kveikja. Nemendur höfðu forhugmyndir um hugtök eins og blóð, hjarta og æðar. Nemendur fengu að sjá mynd sem táknaði hjarta- og æðakerfið. Einnig var lesin fyrir þau saga um sambandið á milli hjarta, blóðs og æða. Nemendum var skipt í hópa og átti hver hópur að búa til líkan af hjarta. Í lok annars stigs í 5E-kennsluaðferðinni, þar sem nemendum var gefinn tími til að hugsa, skipuleggja, rannsaka og flokka upplýsingar, voru þeir látnir rannsaka byggingu hjarta. Við lok þriðja stigs voru nemendur látnir lýsa byggingu hjarta. Kennari fræddi nemendur um hluta líffærakerfisins og nemendur spurðu spurninga. Á þriðja stigi var jafnframt gert ráð fyrir því að nemendur greindu niðurstöður. Á fjórða stiginu voru nemendur látnir vinna verkefni þar sem þeir rannsökuðu mikilvægi blóðgjafar og gert ráð fyrir að þeir fengju tækifæri til að víkka hugtakaskilning sinn. Í framhaldinu voru nemendur látnir undirbúa og sýna leikrit sem lýsti ákveðnu viðfangsefni tengdu líffærakerfinu. Í lokin var kannað hvort nemendur hefðu náð markmiðum kennslunnar.

Ýmsar leiðir má nota í kennslu um hjarta- og æðakerfið. Allen (2010, bls. 30 og 34) segir í samantekt sinni að til að sýna nemendum fram á hvar hjartað er raunverulega staðsett geti kennari beðið nemendur um að nota vinstri hendi og staðsetja hana neðst á bringubeininu. Krepptur hnefi hægri handar er því næst settur ofan á þá vinstri sem sýnir staðsetningu og stærð hjartans. Kennari getur nefnt að við hjartahnoð sé hjartað nuddað með því að ýta á bringubeinið en ekki vinstri hlið brjóstisins. Wenham og Ovens (2010, bls. 54 og 55) bæta við að á ákveðnum stöðum á líkamanum séu slagæðar nógu nálægt húðinni þannig að sláttur finnst. Þetta er púlsinn sem hægt er að nota til að finna út hversu oft á mínútu hjartað slær. Börn geta fundið púlsinn á úlnliðnum og á hálsinum undir kjálkanum.

Gunnhildar Óskarsdóttur (2004, bls. 409 og 410) segir frá því í grein sinni hvernig kennarinn í rannsókn hennar notaði hlustunarpípur og líkan af hjarta í verklegri vinnu með nemendum. Kennarinn skipti nemendahópnum niður í smærri hópa. Hluti nemenda voru látnir skiptast á að hlusta á hjartslátt hvers annars með hlustunarpípunum fyrir og eftir hreyfingu. Hinn hlutinn teiknaði myndir af hjarta eftir líkaninu. Verklega vinnan og umræður um viðfangsefnið höfðu áhrif á teikningar nemenda eftir kennslu. Nemendur höfðu fengið kennslu um hjarta- og æðakerfið fyrir verklegu vinnu svo hér tókst að víkka reynslu nemenda og tengja við forhugmyndir þeirra.

Í rannsókn Osborne o.fl. (1992, bls. 5, 6, 86 og 87) voru ýmsar kennsluaðferðir notaðar til að kenna um hjarta- og æðakerfið. Meðal annars var notast við verklega vinnu þar sem nemendur gátu prófað hugmyndir sínar. Þannig gætu þeir komist að því að hugmyndirnar væru ófullnægjandi og það gæti hvatt þá til að þróa hugsun sem myndi leiða þá nær vísindalegum sjónarmiðum. Jafnframt voru nemendur hvattir til að deila og bera saman hugmyndir með samnemendum. Þannig gafst nemendum tækifæri til að endurskoða hugmyndir sínar. Eftir kennslu með þessum kennsluaðferðum um hjarta- og æðakerfið voru færri á aldrinum 10–11 ára sem teiknuðu hjartað hjartalaga og þeim fjölgaði sem útskýrðu hvernig blóðið rennur um líkamann. Kennslan hafði mun meiri áhrif á yngri börnin í rannsókninni. Í ljós kom að 48% barna á aldrinum 5–7 ára staðsettu hjartað rétt eftir kennslu sem lagði áherslu á rétta staðsetningu meðan aðeins 24% gátu það fyrir kennsluna.

7.2.2 Matur og meltingarkerfið

Nota má ýmsar leiðir í kennslu til að ýta undir skilning barna um meltingarkerfið. Allen (2010, bls. 41 og 42) segir frá slíkum leiðum. Nemendur gera sér ekki alltaf grein fyrir hvar maginn er staðsettur. Kennari getur beðið nemendur um að búa til stórt veggspjald af mannlíkamanum og festa á það pappírslíffæri á rétta staði. Jafnframt má klippa út líffæri úr efni í réttum hlutföllum og sauma eða líma á gamla stuttermaboli. Nemendur geta síðan klæðst bolunum og séð fyrir sér hvar líffæri meltingarkerfisins eru staðsett. Kennari getur beðið nemendur að ímynda sér staðsetningu magans með því að leggja höndina neðst við rifbeinin, rétt fyrir neðan brjóstbeinið.

Í rannsókn Gunnhildar Óskarsdóttir (2004, bls. 411 og 412) notaði kennarinn sýnikennslu í kennslu um meltingarkerfið. Hann blandaði morgunkorni og mjólk saman í gegnsæjan plastpoka. Síðan kreisti hann innihaldið þangað til það hafði blandast vel saman. Á meðan hann kreisti pokann gekk hann á milli nemenda og sagði þeim að hendurnar væru eins og vöðvarnir í maganum. Fyrir kennslu höfðu nemendur margir hverjir teiknað mat í sínu upprunalega formi í maganum sem dæmi heila gulrót. Eftir sýnikennsluna teiknuðu þeir fæðublöndu í maganum. Sýnikennslan virðist hafa haft áhrif á hugmyndir nemenda um meltingu.

Upplýsingatækni býður upp á marvíslega möguleika á að ýta undir skilning barna. Harlen og Qualter (2014, bls. 122) segja frá verkefni þar sem snjallsímar voru notaðir til þess að styðja við nám nemenda um líffærakerfin. Gerður var samanburður á kennslu með og án upplýsingatækni. Kennslan sem byggðist á upplýsingatækni hófst á leik sem ætlaður var fyrir kennara til að kynnast forhugmyndum nemenda. Þeir notuðu snjallsíma

til að íhuga skilning sinn á líffærakerfum og þannig notaði kennari kennsluáðferðina KVL (kann-vil vita-lærði) þar sem nemendur skrifuðu fyrst niður hvað þeir vissu fyrir kennsluna og hvað þá langaði að læra. Í lok kennslunnar skrifuðu þeir hvað þeir höfðu lært. Í verkefni Harlen og Qualter fékk hver nemandi fyrirmæli um að vinna tilraun heima sem tengdist líffærakerfunum. Meltingarkerfið var eitt þeirra líffærakerfa sem unnið var með. Nemendur rannsökuðu hvað yrði um epli í munni þegar það væri tuggið. Þeir tóku tilraunina með eplið upp á myndband og ræddu hana í kjölfarið. Umræðurnar voru teknar upp og nemendur bjuggu í framhaldinu til teiknimyndir af meltingarkerfinu og notuðu til þess snjallsíma. Í lokin segja Harlen og Qualter frá því að nemendur voru beðnir um að taka viðtöl við foreldra sína til að kynnast hugmyndum þeirra um meltingarkerfið og komast að því hvort skilningur þeirra væri takmarkaður að einhverju leyti í von um að kenna þeim eitthvað nýtt. Samskiptin voru tekin upp á myndband og rædd við bekkjarfélaga í skólanum. Nemendur náðu betri árangri í viðfangsefninu en samsvarandi bekkur sem fékk kennslu eftir hefðbundnari leiðum.

Í grein Norris, Hossain og Soloway (2011, bls. 18–22) segja þau frá rannsókn þar sem snjallsímar voru notaðir til að auka námsárangur nemenda í náttúrufræðikennslu. Gerður var samanburður á sex bekkjum en einn þeirra notaði snjallsíma í kennslu. Í snjallsímunum unnu nemendur verkefni tengd viðfangsefni kennslunnar svo sem hugtakakort, tóku ljósmyndir og horfðu á myndbönd. Ásamt því að vinna með snjallsímana voru nemendur látnir vinna og ræða saman um verkefnin. Í námsmati kom bekkurinn sem notaði snjallsíma betur út en samsvarandi fimm bekkir sem notuðu ekki snjallsíma. Hinir fimm bekkirnir voru metnir eftir hefðbundnu námsmati.

8 Námsmat

Mikið hefur verið skrifað um námsmat. Bókarhöfundarnir og prófessorarnir Enger og Yager (2009, bls. 15 og 16) segja námsmat vera ferli í upplýsingaöflun. Í kennslu eru upplýsingar nýttar til að rannsaka og lýsa frammistöðu nemenda. Leiðirnar sem notaðar eru til að safna upplýsingum geta verið bæði óformlegar og formlegar. Upplýsingar sem fást má nota í leiðsagnarmat (e. formative assessment), lokamat (e. summative assessment), eða hvort tveggja. Leiðsagnarmat er notað á meðan á kennslu stendur til að gefa nemandanum endurgjöf svo hann geti bætt skilning sinn en lokamat er notað til að meta árangur við lok kennslu um ákveðið viðfangsefni. Matið á að endurspegla námstækifærin sem nemendur hafa fengið og ætti að gefa þeim tækifæri til að færast nær markmiðum kennslunnar.

Naylor o.fl. (2004, bls. 3, 5 og 61) segja að námsmat gefi kennurum upplýsingar um hvað nemendur hafi lært, hvað þeim þyki erfitt og hjálpi kennurum að aðlaga kennsluna til að hámarka nám nemenda. Þau segja að námsmat, notað í ólíkum tilgangi og á mismunandi hátt, geti haft hvetjandi áhrif á nám. Það á við þegar nemendur taka virkan þátt í eigin námi, þegar námsmat er órjúfanlegur þáttur af námsreynslunni og þegar námsmat eykur sjálfssálit og áhuga.

Ýmsa þætti þarf að hafa í huga þegar námsmat er undirbúið. DeBoer (2011, bls. 3) skrifaði grein í tímarit Samtaka náttúrufræðikennara í Bandaríkjunum. Þar lýsir hann því hvernig rannsóknarteymi þróaði yfir sjö ára tímabil prófasafn sérstaklega hannað til að kanna forhugmyndir nemenda. Byggt á þessari rannsókn nefnir DeBoer atriði sem gott er að hafa í huga þegar námsmat er undirbúið og eru þessi atriði hugsuð til að bæta nám og kennslu. Hann segir að árangursríkt námsmat byggir á skýrri lýsingu á hvaða þekkingu og hvers konar hæfni gert er ráð fyrir að nemendur eigi að búa yfir eftir kennslu. Líkt og það er nauðsynlegt að hafa skýr og nákvæm hæfniviðmið, þá er einnig mikilvægt að námsmat endurspegli hæfniviðmiðin.

Námsmat skiptir máli fyrir nám en svo það sé árangursríkt þarf að nota það til að bæta kennslu. Black og William (2006, bls. 9 og 12) segja rannsóknir margra ára hafa sýnt að leiðsagnarmat sé mikilvægur þáttur í vinnu kennara og vilji til að bæta sig gæti aukið árangur nemenda. Þeir tóku saman niðurstöður fjölda rannsókna og gáfu út í riti. Þeir færðu rök fyrir því að námsmat skipti máli fyrir nám. Naylor o.fl. (2004, bls. 9) segja að námsmat sé árangursríkast þegar kennarar nota það til að bæta kennslu. Margir kennarar nota námsmat til að kanna forhugmyndir nemenda, og aðstoða þá í kjölfarið við að byggja

nýjan skilning. Það getur hins vegar verið erfitt í framkvæmd því stærð bekkja gerir kennara erfitt fyrir að nota ólíkar aðferðir sem koma til móts við einstaklinginn. Kennarar þurfa einnig að fara varlega í hvernig þeir nálgast hugmyndir nemenda svo þeir dragi ekki úr nemendum ef þeim er sagt að hugmyndir þeirra séu rangar.

Í framhaldi af samantekt sinni settu Black og William (2006, bls. 14 og 15) upp eigin rannsókn í skólum með 48 kennurum, þar á meðal náttúrufræðikennurum. Komust þeir meðal annars að því að nýjar nálganir í bekkjarumræðum reyndust kennurum vel en markmiðið var að bæta víxlverkandi endurgjöf sem er mikilvæg í leiðsagnarmati. Ein leið var að hvetja kennara til að gefa nemendum lengri umhugsunartíma til að svara spurningu svo að þeir hefðu meiri tíma til að finna svar við henni. Markmiðið var að fá nemendur til að íhuga spurninguna frekar en að kalla fram svar sem þeir töldu að kennarinn byggist við. Gert var ráð fyrir að með þessum breytingum tækju nemendur meiri þátt í umræðum og svör þeirra yrðu lengri. Aukin þátttaka nemenda krafðist þess að öll svör, rétt eða röng, væru tekin alvarlega. Afleiðingar þessara breytinga voru þær að kennarar komust betur að forhugmyndum nemenda. Spurðir hvernig þeir gætu bætt kennsluna svöruðu kennarar því til að þeir þyrftu að leggja meiri vinnu í að búa til spurningar sem myndu vekja áhuga og komast að hugmyndum nemenda. Jafnframt þyrftu þeir að hlusta vandlega á nemendur og mynda skiljanlegt og krefjandi svar sem myndi auka skilning þeirra.

Opnar spurningar eru ein leið til námsmats. Enger og Yager (2009, bls. 116) segja að opnar spurningar þar sem nemendur geti brugðist við meðal annars með útskýringum og skoðunum og að ekkert eitt svar sé rétt, sé góð leið til námsmats. Svörin geti sýnt hugmyndir og skilning nemenda líkt og munnleg viðtöl. Naylor o.fl. (2004, bls. 6 og 7) segja að frá sjónarhorni kennara séu umræður, þar sem nemendur deila hugmyndum sínum með öðrum, góð leið fyrir námsmat, þar sem kennari fái upplýsingar um hvaða hugmyndir nemendur hafa. Kennsluaðferðir eins og hugtakamyndir og hugtakakort bjóða upp á tækifæri fyrir nemendur til að deila, ræða, meta og breyta hugmyndum sínum. Þess konar umræður geta átt sér stað milli einstaklinga eða í litlum hópum. Kennarar geta metið nemendur sem einstaklinga þrátt fyrir að þeir hafi unnið saman.

Hugtakakort er gott matstæki fyrir kennara. Novak (2010, bls. 33) segir að með því að láta nemendur búa til hugtakakort geti kennari metið skilning þeirra og slík kort geti hjálpað honum að bæta eigin kennslu. Enger og Yager (2009, bls. 29 og 32) segja að hugtakakort sé hægt að nota ásamt opnum spurningum til að sýna fram á hvað nemendur vita og skilja. Það gefi myndræna lýsingu á skilningi þeirra. Enger og Yager halda því fram að kenna þurfi nemendum notkun hugtakakorta áður en krafa sé gerð til þeirra um að nota þá framsetningu. Gott er að byrja að vinna með hugtakakort með því að taka fyrir

viðfangsefni sem nemendur hafa bakgrunnsþekkingu í. Lykilhugtök sem á að nota í kortinu geta kennarar eða nemendur útbúið. Þegar nemendur vinna í litlum hópum ræða þeir og skipuleggja hvar og hvers vegna orðin eiga að vera á tilteknum stöðum. Nemendur læra hver af öðrum og koma með rök fyrir því að þeirra hugtakakort sýni þekkingu og skilning. Meðan nemendur vinna í kortunum getur kennari gengið milli hópa og beðið nemendur um að ræða skipulagninguna og tenginguna í kortum þeirra. Að biðja nemendur um að útskýra hugsun sína er dæmi um leiðsagnarmat. Hugtakakort er hægt að nota bæði í byrjun og í lok kennslu.

Enger og Yager (2009, bls. 126 og 127) segja að nota megi sköpun í námsmati. Kennari getur hvatt til hliðstæðrar og myndhverfðrar hugsunar (e. analogical and metaphorical thinking). Nemendur ættu að fá tækifæri til að búa til hliðstæðu og útskýra í kjölfarið hvað hún styður og hvað ekki. Það mætti láta nemendur koma með hliðstæður um mannlíkamann. Þá eru nemendur beðnir um að klára setningar: „Hjartað er eins og...“ eða „Heilinn er eins og...“. Þarna gæti nemandinn bætt við setninguna „Heilinn er eins og...“ „Heilinn er eins og tölva“. Þessi samlíking er gild vegna þess að hlutar heilans vinna úr upplýsingum. Þessi líking er þó ekki nákvæm því heilinn hugsar sjálfstætt, en tölva hugsar ekki í raun. Þetta er dæmi um verkefni þar sem nemendur eru látnir ígrunda eigin hæfni. Hliðstæð og myndhverfð hugsun styður hugsun á hærra plani.

Scott o.fl. (1991, bls. 3) nefndu kennsluaðferð þar sem byggt var á fyrri þekkingu nemenda með því að nota samlíkingar og hliðstæður. Markmiðið var að bæta kennslu og leiða nemandann nær vísindalegum sjónarmiðum. Hún snerist um að brúa hliðstæður og var notuð til að búa til líkingartengingar milli aðstæðna. Með því að mynda hliðstæðar tengingar milli þess þekkta og hins óþekkta hjálpar það nemandanum að læra ný atriði, henda eða breyta hugmyndum sínum. Þannig séu byggðir „vinnupallar“ sem styðja nemandann í námi.

9 Lokaorð

Í ritgerðinni var kannað hvað fram hefur komið í rannsóknum um forhugmyndir og mikilvægi þeirra fyrir áframhaldandi nám. Jafnframt voru kannaðar niðurstöður rannsakenda um hverjar algengar forhugmyndir nemenda um mannlíkamann eru, einkum meltingarkerfið og hjarta- og æðakerfið. Slíkar niðurstöður gefa til kynna hvaða þekkingu nemendur geta haft um mannlíkamann, hvað þeir telja vera inni í eigin líkama og hugmyndir þeirra um starfsemi innri líffæra.

Niðurstöður rannsókna sýna að því eldri sem börn eru þeim mun meiri skilning á líffærakerfum sýna þau (Gellert, 1962; Osborne o.fl., 1992; Reiss og Tunnicliffe, 2001). Niðurstöður Reiss og Tunnicliffe (2001, bls. 395) voru þær að börn á aldrinum 5–7 ára teiknuðu að meðaltali þrjú til fjögur líffæri eða hluta líkamans en börn á aldrinum 10–11 ára teiknuðu fimm líffæri. Þau bæta því við að nemendum mistakist að sjá heildarstarfsemina inni í eigin líkama. Teikningar af líkama þeirra innihalda frekar einstök dreifð líffæri og ófullkomin líffærakerfi. Kannað var hvað rannsakendur hafa sagt um hjarta- og æðakerfið. Í ljós kom að börn hafa forhugmyndir um staðsetningu, stærð og tilgang hjartans. Eldri börnin í rannsókn Osborne o.fl. (1992, bls. 33) sýndu dýpri líffræðilegan skilning en yngri börnin sem svöruðu því aðeins til að hjartað slægi. Börn hafa jafnframt forhugmyndir um staðsetningu, stærð og starfsemi meltingarkerfisins. Langflest börn á aldrinum 10–11 ára í sömu rannsókn teiknuðu sýnileg tengsl milli munns og maga til þess að útskýra meltingu.

Sagt var frá nokkrum aðferðum til að kynnast forhugmyndum nemenda. Þetta eru teikningar, hugtakakort og hugtakamyndir. Driver o.fl. (1985b, bls. 199 og 200) segja mikilvægt fyrir kennara að þekkja hugmyndir nemenda áður en kennsla í ákveðnu viðfangsefni er skipulögð. Þegar ríkjandi hugmyndir liggja fyrir, er hægt að skipuleggja kennslu sem hjálpar nemendum að þróa hugmyndir sínar. Driver, Guesne og Tiberghien (1985a, bls. 2 og 3) telja að reyndir kennarar geri sér grein fyrir að nemendur búa yfir eigin hugmyndum um fyrirbæri sem séu oft fastmótaðar og hverfi ekki auðveldlega þrátt fyrir að vera í ósamræmi við niðurstöður tilrauna eða útskýringar kennara. White og Gunstone (1992, bls. 12 og 13) bæta við að skilningur nemenda aukist þegar þeir læri nýtt efni og geti tengt það fyrri þekkingu. Nýja þekkingin hvetur þá til að endurskoða fyrri þekkingu í ljósi þeirrar nýju.

Nefndar voru ýmsar kennsluhugmyndir sem geta nýst kennurum í viðleitni þeirra til að hvetja til hugtakapróunar meðal nemenda sinna. Kennari í rannsókn Gunnhildar

Óskarsdóttur (2006, bls. 168 og 169) byggði kennslu á fyrri hugmyndum nemenda sinna með það að markmiði að víkka þekkingu þeirra og skilning. Hann notaði til þess kynningar, stutta fyrirlestra, verklega vinnu, gagnvirk verkefni, leiklist og sýnikennslu. Gunnhildur Óskarsdóttir segir að umræður komi að góðum notum, börn læri með því að deila hugmyndum sínum með öðrum og hlusta á hvað aðrir hafi til málanna að leggja. Kennari getur hlustað á umræður barnanna við verklega vinnu eða við gagnvirkt efni og það getur gefið honum mikilvægar upplýsingar, sem hjálpa til við námsmat. Naylor o.fl. (2004, bls. 9) segja að námsmat sé árangursríkast þegar það sé notað til að bæta kennslu. Námsmat getur verið fjölbreytt og hvetjandi fyrir nám.

Rannsóknarspurning verkefnisins var hvernig upplýsingar um forhugmyndir nemenda á miðstigi grunnskóla um mannlíkamann geti nýst kennurum í kennslu. Að kanna forhugmyndir nemenda hjálpar kennurum að bæta kennslu. Vitneskja um forhugmyndir gerir kennurum kleift að vera meðvitaðir um þekkingu nemenda sinna og geta bætt við hana með árangursríkum kennsluhugmyndum. Slík handleiðsla leiðir nemandann nær vísindalegum sjónarmiðum.

Rætt hefur verið um mikilvægi þess fyrir kennara að kynnast forhugmyndum nemenda sinna og komið fram með rannsóknarniðurstöður sem styðja þá fullyrðingu. Það er von höfundar að efni þessarar ritgerðar geti nýst þeim sem hana lesa.

Aðferðir og kennsluhugmyndir sem hér hafa verið nefndar til að ýta undir hugtakaþróun nemenda eru ólíkar og henta kennurum ef til vill misvel. Þær ættu þrátt fyrir það að geta gagnast að einhverju leyti ef markmiðið er að hjálpa nemendum að þróa hugmyndir sínar. Áhugavert væri að gerð yrði rannsókn á því hvaða aðferðir eða kennsluhugmyndir, sem fjallað er um í ritgerðinni, kennarar telja árangursríkastar til að kynnast forhugmyndum, bæta við fyrri þekkingu og breyta skilningi nemenda.

Heimildaskrá

- Aðalnámsskrá grunnskóla: Almennur hluti 2011: Greinasvið 2013 /2013.
- Allen, M. (2010). *Misconceptions in primary science*. Maidenhead: Open University Press.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. og Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view* (2. útgáfa). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science*. London: Continuum.
- Black, P. og William, D. (2006). Assessment for learning in the classroom. Í J. Gardner (ritstjóri), *Assessment and learning* (bls. 11–32). London: SAGE.
- Cardak, O., Dikmenli, M. og Saritas, O. (2008). Effect of 5E instructional model in student success in primary school 6th year circulatory system topic. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(2), 1–11. Sótt af https://www.ied.edu.hk/apfslt/download/v9_issue2_files/cardak.pdf
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cole, M. og Wertsch, J. V. (1996). Beyond the individual-social antinomy in discussions of Piaget and Vygotsky. *Human Development*, 39, 250–256. Sótt af http://people.ucsc.edu/~gwells/Files/Courses_Folder/ED%20261%20Papers/Cole%20%26%20Wertsch.pdf
- DeBoer, G. E. (2011). Assessment as a tool for improving science teaching and learning. *NSTA Reports* 23(1), 3. Sótt af http://search.proquest.com/docview/912998292?rfr_id=info%3Axri%2Fsid%3Aprimo
- Driver, R. (1983). *The pupil as scientist?* Milton Keynes: Open University Press.
- Driver, R., Guesne, E. og Tiberghien, A. (1985a). Children's ideas and the learning of science. Í R. Driver, E. Guesne og A. Tiberghien (ritstjórar), *Children's ideas in science* (bls. 1–9). Milton Keynes: Open University Press.
- Driver, R., Guesne, E. og Tiberghien, A. (1985b). Some features of children's ideas and their implications for teaching. Í R. Driver, E. Guesne og A. Tiberghien (ritstjórar), *Children's ideas in science* (bls. 193–201). Milton Keynes: Open University Press.

- Driver, R., Leach, J., Millar, R. og Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. og Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. London: Routledge.
- Enger, S. K. og Yager, R. E. (2009). *Assessing student understanding in science: A standards-based K-12 handbook* (2. útgáfa). Thousand Oaks: Corwin.
- Fisher, R. (2005). *Teaching children to learn* (2. útgáfa). Cheltenham: Thornes.
- Gellert, E. (1962). Children's conceptions of the content and functions of the human body. *Genetic Psychology Monographs*, 65, 293–410.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. og Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623–633.
doi:10.1002/sce.3730660412
- Gunnhildur Óskarsdóttir. (2004). The effect of different teaching methods on the development of children's ideas about the human body. Í Úlfar Hauksson (ritstjóri). *Rannsóknir í félagsvísindum V: Félagsvísindadeild* (bls. 1–830). Sótt af http://skemman.is/stream/get/1946/8625/23463/1/F%C3%A9lagsv%C3%ADsindadeild_2004.pdf
- Gunnhildur Óskarsdóttir. (2006). *The development of children's ideas about the body: How these ideas change in a teaching environment* (doktorsritgerð). Kennaraháskóli Íslands, Reykjavík.
- Harlen, W. (1996). *The teaching of science in primary schools* (2. útgáfa). London: Fulton.
- Harlen, W. og Qualter, A. (2014). *The teaching of science in primary schools* (6. útgáfa). Sótt af <https://www.google.is/search?tbm=bks&hl=is&q=ISBN%3A+978-0-415-65664-1>
- Hrefna Sigurjónsdóttir. (2010). Að skilja hugtökin er meira en að segja það. Í Arnar Pálsson, Bjarni Kristófer Kristjánsson, Hafdís Hanna Ægisdóttir, Snæbjörn Pálsson og Steindór J. Erlingsson (ritstjórar), *Arfleifð Darwins: Þróunarfræði, náttúra og menning* (bls. 351–364). Reykjavík: Hið íslenska bókmenntafélag.
- Inagaki, K. og Hatano, G. (1993). Young children's understanding of the mind-body distinction. *Child Development*, 64, 1534–1549. doi:10.1111/j.1467-8624.1993.tb02969.x

- Keogh, B. og Naylor, S. (1998). Teaching and learning science using concept cartoons. *The Primary Science Journal of the ASE*, 51, 14–16.
- Kristín Norðdahl. (2001). *Hvernig þróast hugmyndir leikskólabarna um náttúruna?* (meistararitgerð). Kennaraháskóli Íslands, Reykjavík.
- Naylor, S., Keogh, B. og Goldsworthy A. (2004). *Active assessment: Thinking, learning and assessment in science*. London: Fulton.
- Naylor, S. og Keogh, B. (2013). Concept cartoons: What have we learnt? *Journal of Turkish Science Education*, 10(1), 3–11. Sótt af <http://www.tused.org/internet/tused/archive/v10/i1/tusedv10i1s1.pdf>
- Norris, C., Hossain, A. og Soloway, E. (2011). Using smartphones as essential tools for learning: A call to place schools on the right side of the 21st century. *Educational Technology*, 51(3), 18–25. Sótt af <http://cecs5580.pbworks.com/w/file/fetch/50303907/ET%20article%20Norris%20Soloway.pdf>
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Sótt af <https://www.google.com/search?hl=is&tbo=p&tbm=bks&q=isbn:0415991846>
- Osborne, J., Wadsworth, P. og Black, P. (1992). *Processes of Life: Primary space project research report*. Liverpool: Liverpool University Press.
- Piaget, J. (1973). *The child's conception of the world* (Tomlinson, Joan og Tomlinson, Andrew þýddu). London: Paladin.
- Reiss, M. J. og Tunnicliffe, S. D. (2001). Students' understandings of human organs and organ systems. *Research in Science Education* 31(3), 383–399. Sótt af <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1013116228261>
- Richmond, A. S., Rauer, H. M. og Klein E. (2015). How does metacognition predict beliefs in psychological and educational misconceptions? *The Researcher*, 27(1), 20–24. Sótt af http://www.nrmera.org/wp-content/uploads/2016/02/Richmond.et_.al_.2015.Vol27.Issue1_.pdf
- Rowlands, M. (2004). What do children think happens to the food they eat? *Journal of Biological Education* 38(4), 167–171. Sótt af <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=eb31698b-eb68-463e-b873-85eb940d6b50%40sessionmgr4005&vid=0&hid=4209&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d&preview=false#AN=14764661&db=aph>

- Sadler, P. M., Sonnert, G., Coyle, H. P., Cook-Smith, N. og Miller, J. L. (2013). The influence of teachers' knowledge on student learning in middle school physical science classrooms. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1020–1049. Sótt af <http://aer.sagepub.com/content/early/2013/03/06/0002831213477680.abstract>
- Scott, P. H., Asoko, H. M. og Driver R. H. (1991). Teaching for conceptual change: A review of strategies. Í A. Tiberghien, E. L. Jossem, og J. Barojas, (ritstjórar), *Connecting research in physics education with teacher education: An I.C.P.E. book* (bls. 1–8). Sótt af <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.95.7608&rep=rep1&type=pdf#page=71>
- Sigurjón Björnsson. (1992). *Formgerðir vitsmunalífsins: Kenningar Jean Piagets um vitsmunaproskann*. Reykjavík: Hið íslenska bókmenntafélag.
- Stamp, N., Robinson, D. A. Jr. og Urban, R. A. (2008). The everglades power-of-story-5E teaching unit. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 89, 61–73. Sótt af <https://www.binghamton.edu/biology/faculty-and-staff/faculty/stamp/docs/stamp%20et%20al%2008%20everglades.pdf>
- Teixeira, F. M. (1998). What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. Í B. Andersson, U. Harms, G. Helldén og M. Sjöbeck (ritstjórar), *Proceedings of the second conference of European researchers in Didaktik of biology university of Göteborg* (bls. 97–110). Sótt af <http://hkr.diva-portal.org/smash/get/diva2:320095/FULLTEXT01.pdf>
- Vygotsky, L. S. (1978). Interaction between learning and development. Í M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner og E. Souberman (ritstjórar), *Mind in society: The development of higher psychological processes* (bls. 79–91). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Walker, K. (2007). Children and their purple crayons: Understanding their worlds through their drawings. *Childhood Education*, 84(2), 96–101. Sótt af http://search.proquest.com/docview/210390401?rfr_id=info%3Axri%2Fsid%3Aprim
- Wenham, M. og Ovens, P. (2010). *Understanding primary science* (3. útgáfa). London: SAGE.
- White, R. og Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. London: Falmer.