Legóþjarkar og vélræn högun á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla

Leiðsagnarvefur fyrir kennara og nemendur

Sveinn Bjarki Tómasson

Lokaverkefni til M.Ed.-prófs

Kennaradeild

HÁSKÓLI ÍSLANDS
MENNTAVÍSINDASVIÐ

Legóþjarkar og vélræn högun á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla

Leiðsagnarvefur fyrir kennara
og nemendur

Sveinn Bjarki Tómasson

Lokaverkefni til M.Ed.-prófs í náms- og kennslufræði

Leiðbeinandi: Torfi Hjartarson

Kennaradeild
Menntavísindasvið Háskóla Íslands
Október 2014

Legóþjarkar og vélræn högun á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla:
Leiðsagnarvefur fyrir kennara og nemendur.

Ritgerð þessi er hluti af 30 eininga lokaverkefni til meistaraprófs
við Kennaradeild, Menntavísindasviði Háskóla Íslands.

© Sveinn Bjarki Tómasson 2014
Ritgerðina má ekki afrita nema með leyfi höfundar.

Prentun: Háskólaprent
Reykjavík 2014

Formáli

Höfundur leggur fram með leiðsagnarvef og eftirfarandi greinargerð 30 eininga meistaraprófsverkefni til M.Ed.-gráðu á sviði menntunarfræða og námsbraut í náms- og kennslufræði með upplýsingatækni og miðlun sem kjörsvið. Verkefnið er unnið skólaárið 2013–2014 og fjallar um legóþjarka og vélræna högun í námi og kennslu barna á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla. Leiðbeinandi er Torfi Hjartarson, lektor við Menntavísindasvið Háskóla Íslands. Sérfræðilega ráðgjöf veitir Gísli Þorsteinsson, prófessor á Menntavísindasviði Háskóla Íslands.

Höfundur þakkar leiðbeinanda sínum innilega og sérfræðingi, fyrir þeirra góða og gagnlega framlag í vinnuferlinu og í ritgerðarvinnunni þegar unnið var að þessu lokaverkefni. Einnig þakkar hann samstarfsfólki sínu og yfirmönnum í gegnum árin fyrir að hafa hvatt hann áfram og stutt í vinnu með legóþjarka. Að lokum þakkar höfundur fjölskyldu sinni fyrir allan þann stuðning og skilning sem hún sýndi honum á meðan á vinnu að lokaverkefni stóð.

Ágrip

Þetta lokaverkefni til meistaragráðu á sviði menntunarfræða er fólgið í útgáfu leiðsagnarvefs ásamt greinargerð. Vefurinn er ætlaður grunnskólakennurum og nemendum þeirra sem vilja fást við tæknilegó þar sem reynir á forritun og vélræna högun þjarka. Í greinargerðinni er leitast við að draga fram þau gildi er einkenna verkefnavinnu með yngri nemendum sem fást við að hanna, byggja og forrita þjarka úr legókubbum. Þar verður helst staldrað við leik sem sjálfsprottna leið til náms og þroska, en einnig þátt sköpunar og ígrundaðrar hugsunar í ferli sem er marksækið og lausnamiðað. Enn fremur verður staldrað við gildi samvinnu og samskipta til að byggja upp þekkingu. John Dewey og Seymour Papert eru þeir fræðimenn sem helst er vitnað til í greinargerðinni, ekki síst vegna áherslu þeirra beggja á gildi verkhyggju og hlutverk hennar í að byggja upp þekkingu. Papert er einnig fumkvöðull hvað snertir forritunarkennslu fyrir börn og á stóran þátt í frumþróun legóþjarkanna með framlagi sínu á forritunarumhverfinu *LEGO/Logo* en með því vildi hann ýta undir sköpun í uppeldi og skólastarfi og efla rökhugsun.

Í greinargerðinni lýsir höfundur aðdragandanum að efnisvali sínu og reifar stuttlega áratuga langa sögu Melaskóla í forritun og legóþjarkagerð. Ennfremur lýsir höfundur uppbyggingu kennslu í vinnu með legóþjarka byggða á fyrrgreindum gildum. Eins og fram hefur komið er kjarni lokaverkefnisins gerð leiðsagnarvefs fyrir kennara og nemendur í grunnskóla. Meginmarkmiðið með leiðsagnarvefnum er að efla áhuga nemenda á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla á náttúruvísindum, tækni, verkfræði og stærðfræði og stuðla að jákvæðu viðhorfi til náms. Hlutverk vefsins er að fjalla um vélfræðileg hugtök og veita stuðning við vélræna högun, hönnun, byggingu og forritun legóþjarka til nota í kennslu. Vefurinn er byggður upp á stuttum kennslumyndum þar sem aðallega er notast við legókubba til útskýringar á helstu hugtökum í viðleitni til að höfða til nemenda og nálgast þeirra reynsluheim. Leiðsagnarvefinn má finna á slóðinni http://lego.melaskoli.is/.

Abstract

LEGO robots and mechanical engineering in the elementary school: Educational website for teachers and students

This master project in the field of education is presented in the form of an educational website and a report. The report seeks to identify and expound upon the traits young students exhibit when working in a group of their peers on projects where they design, build and program LEGO robots. Emphasis is put on games as an organic method for learning and development, the role creativity and critical thinking play in a highly goal-driven and solution-oriented process, and lastly, the value of cooperation and communication in the learning process.

John Dewey and Seymour Papert are more visible than other scholars in this report, mainly for their common emphasis on the value of pragmatism and its role in generating knowledge and meaning from interactions between experiences and ideas. Papert was also a pioneer in the field of computer programming with children and collaborated with LEGO on their LEGO Mindstorms kits for bulding robots programmable with Logo.

The author relates how he came to choose this topic, and tells the history of programming and mechanical design of LEGO robots at Melaskóli, a primary school in Reykjavik. Finally, the author describes his approach when applying LEGO robotitics for teaching and learning among students at elementary level.

An educational website, as allready noted, is included in the master project. The main goal of the website is to promote the interest of younger students in science, technology, engineering and math, and in general to promote a positive attitude towards learning. The role of the website is to outline and explain to teachers some of the main topics related to mechanical engineering, designing, building and programming LEGO robots. The website is made up of short instructional videos and in those videos LEGOs are used to explain key concepts demonstrated with simple and often familiar tasks in an effort to appeal to young students. The website can be found at http://lego.melaskoli.is/.

Efnisyfirlit

Formáli 3
Ágrip 5
Abstract 7
1 Inngangur 9
1.1 Tilefni leiðsagnarvefs 12
1.2 Markmið og tilgangur 12
1.3 Um vinnuaðferð höfundar 12
1.4 Framsetning leiðsagnarvefs 13
1.5 Veftré 14
1.6 Framtíðarsýn 15
2 Saga forritunar og hönnun þjarka í Melaskóla 17
3 Einkenni verkefnavinnu nemenda í legóþjarkagerð 23
3.1 Leikur 23
3.2 Sköpun 26
3.2.1 Ígrunduð hugsun og sköpun 28
3.3 Samskipti og samvinna 33
4 Þjarki, legóþjarki 39
4.1 Vélmenni, róbóti og þjarki 39
4.2 Legókubburinn 42
5 Kennsla 45
5.1 Kveikja 45
5.2 Framkvæmd 45
5.2.1 Gott að hafa í huga 46
5.2.2 Hanna og byggja legóþjarka 47
5.2.3 Forritun 48
5.3 Mat – framhald 50
6 Lokaorð 53
Heimildaskrá 55
Fylgigögn
Yfirsíður í leiðsagnarvef
Dæmi um undirsíður í leiðsagnarvef
Gagnadiskur með afriti af leiðsagnarvef

1 Inngangur

Þessi greinargerð ásamt leiðsagnarvefnum *Leikur og nám með LEGO: Leiðsagnarvefur um legóþjarka og vélræna högun fyrir nemendur og kennara á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla* er lögð fram sem lokaverkefni til meistaragráðu í náms- og kennslufræðum við Menntavísindasvið Háskóla Íslands. Vefinn er að finna á slóðinni http://lego.melaskoli.is. Í greinargerðinni er ætlunin að draga fram og fjalla um þá þætti sem einkenna verkefnavinnu með yngri nemendum þegar fást er við að hanna, byggja og forrita þjarka úr legókubbum, en með þjarka (e. *robot*) er átt við vél sem vinnur ýmis verk á sjálfvirkan hátt og er oftast forritanleg (*Tölvuorðasafn,* 2013). Fjallað verður um þetta efni með hliðsjón af námskenningum, námskrá og útbreiddum hugmyndum um menntun og skólastarf.

Einnig lýsir höfundur aðdragandanum að efnisvali sínu og reifar stuttlega áratugalanga sögu Melaskóla í forritun og legóþjarkagerð. Ennfremur verður sagt frá uppbyggingu kennslu í vinnu með legóþjarka. Í upphafi verður gerð grein fyrir leiðsagnarvef um vélar (e. *mechanism*) eða vélræna högun og gerð legóþjarka og rætt umtilefni að gerð hans, markmið með vefnum með tilliti til skólastarfs. Þá verður reifuð framtíðarsýn um þróun vefsins og mögulegar viðbætur. Spurningin sem höfundur hefur að leiðarljósi er hvort verkefnavinna, þar sem fengist er við tæknilegó, sé vænleg leið til að vekja vilja til náms.

Í fræðilegri nálgun höfundar verður ekki síst horft til heimspekingsins og menntunarfræðingsins John Dewey (1859–1952) en hann er sá fræðimaður sem lengi hefur haft hvað mest áhrif á uppeldis- og kennsluhugmyndir manna á Vesturlöndum. Kenningar Dewey tileinkaði höfundur sér á námsárum sínum við Kennaraháskóla Íslands, síðar Menntavísindasvið Háskóla Íslands. Eftir að hann hóf kennslu við Melaskóla árið 2001 hefur hann leitast við að fella kennsluna og nám nemenda sinna að kenningum Dewey um að byggja upp þekkingu með stuðningi af fyrri reynslu, meðal annars með því að láta nemendur framkvæma hlutina upp á eigin spýtur. Einnig er stærðfræðingurinn og upphafsmaður forritunarmálsins *Logo*, Seymour Papert (f. 1928), fyrirferðarmikill, en nokkurn samhljóm er að finna í hugmyndafræði þeirra tveggja, Papert og Dewey. Það sem greinir þá helst að er að Dewey byggir sína nálgun á heimspekilegum nótum á meðan Papert tengir frekar sín fræði beint við kennslu og þar á meðal vinnu með legóþjarka (Jórunn Pálsdóttir, 2002).

1.1 Tilefni leiðsagnarvefs

Höfundur hefur notað legókubba í kennslu í Melaskóla um langt skeið og býr yfir reynslu og þekkingu á því sviði. Hann hefur verið nokkuð iðinn við að reyna miðla reynslu sinni, kynnt hana fyrir samkennurum, haldið fyrirlestur á námstefnu Flatar, Samtaka stærðfræðikennara, staðið að kynningu á UT-ráðstefnu menntamálaráðuneytisins, verið tekinn í útvarpsviðtöl um efnið, og verið gestakennari á námskeiðum á Menntavísindasviði Háskóla Íslands. Einnig hefur höfundur verið með legóþjarkanámskeið á vegum Ad Astra fyrir bráðger og námsfús börn í samstarfi við Háskólann í Reykjavík. Í gegnum þessa reynslu gerði höfundur sér grein fyrir að aðgengilegan stuðning vantaði fyrir nemendur og kennara við gerð legóþjarka og vélræna högun.

1.2 Markmið og tilgangur

Meginmarkmiðið með leiðsagnarvefnum er að efla áhuga nemenda á náttúruvísindum, tækni, verkfræði og stærðfræði og stuðla að jákvæðu viðhorfi til námsins. Námið á að hjálpa nemendum að öðlast skilning á hugtökum á þessum sviðum í gegnum fjölbreytt og samþætt viðfangsefni. Einnig á vefurinn að auðvelda kennurum að byrja og halda úti kennslu í gerð legóþjarka.

Hlutverk vefsins er að vera stuðningur í helstu þáttum er snúa að vélrænni högun, hönnun, byggingu og forritun legóþjarka sem kennarar geta nýtt sér við kennslu hjá nemendum á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla. Einnig á vefurinn að gera nemendum kleift að nálgast, á aðgengilegan hátt, fróðleik, kennslu og ábendingar um fjölbreytt verkefni sem þeir geta nýtt sér í námi.

1.3 Um vinnuaðferð höfundar

Mótaðar voru spurningar í upphafi verkefnis til afmörkunar og stuðnings við vinnuferlið og til að fá heildarmynd af efnistökum verkefnisins.

- Hvað er það sem einkennir þjarka?
- Á hverju byggist vélræn högun?
- Hvernig er forritað?
- Hvað er það sem heillar við kennslu með legókubbum?
- Eru einhverjir þættir í viðkomandi kennslu eða í námi barnanna sem standa upp úr?
- Hvernig kom það til að höfundur fór að kynna sér þessi mál?

Vinnan skiptist í tvennt, annars vegar í fræðilega samantekt eða umfjöllun en hins vegar í efnisgerð fyrir leiðsagnarvef og uppsetningu á honum.

Í fræðilegri samantekt var farið í gegnum mikið af gögnum, fræðigreinar, bókarkafla og vefefni. Í leit höfundar að upphafi og þróun legóþjarkakennslu í Melaskóla á árum áður var víða leitað fanga, þar á meðal voru lesnar blaða- og tímaritsgreinar tengdar skólamálum þess tíma og tekið viðtal við Jórunni Pálsdóttur verkefnastjóra í upplýsinga- og tölvutækni við Melaskóla.

Efnisgerð fyrir leiðsagnarvef var margþætt. Hún fólst í að ákveða efnistök, skipuleggja kennslueiningar og semja handrit. Ákveða þurfti texta og röð mynda fyrir hverja einingu, byggja úr legókubbum kennslugögn og taka myndir af þeim, vinna myndir. Hluti af kennslumyndunum voru í grunninn búnar til í skjákynningarforriti til að auðvelda innsetningu á texta og örvum til áréttingar við efnistök. Samsetning mynda og hljóðs var svo unnin í myndvinnsluforriti og myndunum þjappað í viðeigandi snið fyrir vefinn.

Ljósmyndir á leiðsagnarvefnum eru teknar af höfundi nema annað sé tekið fram. Í köflunum *Vél og kraftur* og *Tannhjól og gírar* var stuðst við hugtök og texta úr bókunum *Kraftur og vísindi: Almenn náttúruvísindi* (Hurd, Johnson, Matthias, McLaughlin, Snyder og Wright, 1998) og *Hönnun og tækni* (Chapman, Finney og Horsler, 2004).

1.4 Framsetning leiðsagnarvefs

Vefurinn er byggður upp á fimm köflum auk forsíðu. Á vefsetrinu eru 35 síður þar sem meðal annars er að finna 27 stuttar kennslumyndir. Vefurinn þarf að geta mætt þörfum ungra nemenda sem hafa sumir takmarkaða lestrargetu og því var lögð áhersla á stuttar kennslumyndir í stað texta og kyrrmynda. Í kennslumyndunum er aðallega notast við legókubba til útskýringar á helstu hugtökum í viðleitni til að höfða til ungra nemenda og nálgast þeirra reynsluheim.

Við hönnun viðmóts eða notendaskila var haft að leiðarljósi að vefurinn yrði að vera stílhreinn, einfaldur og auðlæs. Notandinn á að vera fljótur að átta sig á hvert á að fara og hvar á að smella til að kalla fram réttar upplýsingar. Veftréð hér að neðan sýnir skipulag vefsins.

Vinnan við vefinn fór fram í vefumsjónarkerfinu *Joomla 3.2* en það er öruggt, býður uppá mikið af viðbótum á borð við aðgangsstýringu, veflæg samskipti og stjórn á framsetningu vefsins á sérstöku stjórnborði. Vefumsjónarkerfið ætti því ekki vera hamlandi fyrir þróun vefsins eða varpa skugga á framtíðarsýn höfundar. Til að tryggja aðgengi sem flestra var vel gætt að því að allir vefstaðlar væru opnir og efnið lagað að sem flestum viðtökutækjum, óháð tegundum stýrikerfa, snjallsíma, spjaldtölva, fartölva

og borðtölva. Allar viðbætur og veflausnir voru byggðar á viðurkenndum og útbreiddum vefstöðlum á borð við *HTML 5* og *CSS 3.*

1.5 Veftré

- Forsíða
- Vél og kraftur
    - Vogarstöng
    - Trissa
    - Skáflötur
    - Hjól og ás/öxull
    - Skrúfa
- Tannhjól og gírar
    - Tannhjól
    - Lausatannhjól
    - Hraðabreyting
    - Stefnubreyting
    - Sveif
    - Kambar
- Þjarki
    - Hvað er þjarki?
    - Skoðum WeDo-þjarka!
- Forritun
    - Opna og tengja
    - Stuðningur og kennsla
    - Vinnuborð og hætta
    - Stjórnborð
    - Forritun í *WeDo*
    - Skynjarakubbur
    - Skjákubbur
    - Hljóðkubbur
    - Lyklaborðskubbur
    - Reiknikubbur
    - *Scratch*
- Legóblogg
    - Rube Goldberg
    - Reiknað með LEGO
    - Lególyklageymsla!
- Nám og kennsla

1.6 Framtíðarsýn

Það er sýn höfundar að núverandi staða leiðsagnarvefsins sé aðeins upphafið að frekari þróun og útbreiðslu. Til að mynda eru þeir efnisþættir sem fjallað er um á vefsíðunni ekki nema hluti af þeim þáttum sem koma fyrir í þeim skólaverkefnum með LEGO sem hafa verið í gangi undanfarin ár í Melaskóla. Framtíðarsýn höfundar er því að taka fyrir fleiri þætti en nú er gert, fjalla um þá og byggja upp vefsíðu sem getur stutt nemendur og kennara enn frekar í fjölbreyttri verkefnavinnu með LEGO. Einnig væri spennandi þáttur til viðbótar því sem þegar er í boði að gefa kennurum tækifæri á að skrá sig inn til að fá upplýsingar og fréttir um uppfærslur og viðbætur, og gera þeim jafnframt kleift að miðla tillögum að verkefnum í tengslum við einstaka efnisþætti. Með þessu væri komin vettvangur fyrir frekari framþróun og útbreiðslu. *Legóblogg,* hluti leiðsagnarvefsins, á að vera vísir að þessu. Með blogginu er ætlunin að halda utan um legófréttir frá Melaskóla og leggja fram skemmtilegar ábendingar eða hugmyndir tengdar námi og verkefnavinnu með LEGO.

2 Saga forritunar og hönnun þjarka í Melaskóla

Árið 2001 útskrifaðist höfundur frá Kennaraháskóla Íslands með hönnun og smíði sem kjörsvið en á þeim tíma féll sú námsgrein í grunnskóla undir upplýsinga- og tæknimennt (*Aðalnámskrá,* 1999). Í námskrá frá 1999 kom ásamt fleiru fram sú nýjung að kynna ætti fyrir nemendum í hönnun og smíði tölvustýringar og vélræna högun. Höfundur hafði lítil kynni haft af því viðfangsefni í námi sínu við Kennaraháskólann og hafði ekki mótað með sér neinar hugmyndir um hvernig best væri að nálgast þennan þátt kennslunnar. Eftir þetta fór höfundur að kenna við Melaskóla og komst þá fljótt að því að þar var að finna mikinn áhuga, reynslu og metnað fyrir því að kynna fyrir nemendum þjarka og forritun þeirra. Þar með hófust fyrstu kynni höfundar af legóþjörkum.

Sögu forritunarkennslu og þjarkasmíða í Melaskóla má rekja aftur til vorannar árið 1984 en þá hófst tilraunakennsla í forritunarmálinu *Logo.* Skólinn hafði fengið 4 tölvur sem voru ætlaðar nemendum, meðal annars til að læra forritun. Markmiðið var að láta nemendur kynnast *Logo;* stefnt var að því að nemendur næðu valdi á nokkrum myndskipunum og textaskipunum, gætu búið til stef (stefjur/forrit) og séð tengsl á milli náms í *Logo* og ýmsum námsgreinum skólans; greinum á borð við stærðfræði, tónmennt, móðurmál og samfélagsgreinar (Ingi Kristinsson, 1989).

Ragnheiður Benediktsson kennari við Melaskóla var frumkvöðullinn sem stóð fyrir þessari nýbreytni og árið 1987 gaf hún út bókina *Lógónám fyrir byrjendur* (Ragnheiður Benediktsson, 1987). Ári síðar, eftir að byrjað var að forrita í Melaskóla, fjárfesti Ragnheiður í skjaldbökuþjarka eða gólftátu eins og hún kallaði hana (Ragnheiður Benediksson, 2002). Tátan var forritanleg með *Logo* og gat hreyft sig. Hún gat líka stýrt penna og þannig teiknað stærðfræðileg mynstur eins og nemendur höfðu áður séð tátuna gera á skjánum (*Tölvuorðasafn*, 2013).

Fyrirmynd Ragnheiðar var stærðfræðingurinn Seymour Papert, prófessor við tækniháskólann The Massachusetts Institute of Technology (MIT) í Boston, höfundur hugmyndafræðinnar um forritun við hæfi barna. Papert var hugmyndasmiður á bak við forritunarmálið *Logo* (Papert, 1980) og síðar guðfaðir samstarfsins við LEGO um forritun og þjarka *LEGO Mindstorms* eða *LEGO/Logo* (Ocko og Resnick, 1991). Ragnheiður fór á sínum tíma út til Bandaríkjanna að hitta Papert og að eigin sögn minnkaði ekki álitið á honum

við þau kynni. Henni fannst mikið til koma að sjá og heyra manninn sem setti fram þær námskenningar sem hún hafði gert að sínum (Jórunn Pálsdóttir, munnleg heimild, 5. febrúar 2014).

Papert hafði hafið tilraunir sínar við að kenna börnum að forrita tölvur með hjálp *Logo* um 1970. Það var þó ekki fyrr en með útkomu bókarinnar *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* árið 1980 að verkefni hans vakti verulega athygli. Um sama leyti voru tölvur að verða minni og ódýrari. Einkatölvan tók að breiðast út og grunnskólar fóru að eignast sínar fyrstu tölvur (Molnar, 1997). Í bók sinni *Mindstorms* fjallaði Papert um hugmyndafræðina á bak við forritunarmálið *Logo* og byggði undir uppeldisfræðilega umræðu um mikilvægi þess að innleiða tölvur á grunnskólastigi. Ein af grundvallarhugmyndum í bókinni er að upplýsingamiðlun eða öflun upplýsinga leiði ekki ein og sér til náms og nýrrar þekkingar heldur sé það ferlið sem snýr að uppbyggingu þekkingar sem máli skipti en það er ferlið þar sem umbreyting og úrvinnsla upplýsinga og þekkingar leiðir til nýrrar þekkingar (Papert, 1980). Þessi afstaða Papert til uppbyggingar á þekkingu á sér mikinn samhljóm með námskenningum um hugsmíðar og mikilvægi fyrri reynslu, meira um það síðar. Þrátt fyrir að Papert sé almennt talinn hugsmíðahyggjumaður (Þuríður Jóna Jóhannsdóttir, 2001) finnst honum hugsmíðahyggjan (e. *constructivism*) ekki lýsa hugmyndum sínum nógu vel og vill sjálfur tala um afbrigði hennar, smíðahyggju (e. *constructionism*). Papert er þeirrar skoðunar að meginatriðin í kenningum hans, um að gera eitthvað, að skapa eitthvað og fá það til að virka, séu nægilega mikilvæg og svo frábrugðin ríkjandi hugmyndum um kennslu að þau kalli í raun á annað fræðiheiti (Papert, 1999). Papert heldur því einnig fram að kenna megi börnum með þeirra eigin uppgötvunum og bendir á hvað þau læra margt án þess að þeim sé kennt markvisst. Hvatinn til að læra verður að vera til staðar, búa þarf börnum aðstæður þar sem þau greina þörf fyrir að læra eitthvað og sjá að námið hefur skýran tilgang (Papert, 1980).

Í legóþjarkagerð er auðvelt að greina þarfir og tilgang sem ýta undir nám og endurspegla vel þessa hugsun. Í legókubbaleik barna birtist náttúrulegt frelsi til lærdóms þar sem saman fer þörfin til að leika sér og deila með öðrum, skapa eitthvað eða búa til og jafnvel nota á einhvern tiltekinn hátt. *Robolab* frá LEGO var fyrsti þjarkinn í Mindstorms-línunni en þessir forritanlegu legóþjarkar þróuðust út frá hugmyndum um forritunarmálið *Logo* enda þjarkalínan nefnd eftir bókinni sem fyrr var getið. Papert vildi ekki tala um mistök í námi eða leik barna heldur notaði hann hugtakið að afrugla eða leiðrétta (e. *debug*) á jákvæðan hátt og taldi slíka villuleit vera uppsprettu nýrra tækifæra. Nemendur staldra við og rýna í villur eða brotalamir í forrituninni til að auka skilning sinn og færni. Þegar ákveðnum skilningi er náð geta nem-

endur lagfært fyrri tilraunir á markvissan hátt. Papert leggur, eins og þarna kemur fram, mikla áherslu á ferlið og að nemendur læri að tileinka sér nýja hluti, að þeir öðlist skilning á viðfangsefninu, læri að læra og séu óhræddir við það sem er þeim framandi. Honum finnst skólakerfið gera of mikið úr réttu og röngu því að það hvort einhver geri rétt eða hafi rétt fyrir sér sé að jafnaði afstætt (Papert, 1980).

Víkjum aftur að aðdraganda legóþjarkakennslu í Melaskóla. Fá má hugmynd um þá sögu af gömlum kennslugögnum um LEGO í eigu Melaskóla auk blaðagreina um efnið og frásagna Jórunnar Pálsdóttur, samkennara Ragnheiðar Benediktsson. Fyrstu tæknilegókubbarnir voru teknir í notkun í Melaskóla árið 1988 en þar á meðal voru *LEGO Dacta Technic* tæknisett nr. 1038 og 1092 ásamt rafstýringu, *LEGO Dacta Technic 1039.* Nemendur byggðu farartæki, griparma, færibönd, þvottavél og teiknibrettavél eða plotter. Þetta sama ár var svo fengin forritanleg stýring, *LEGO Technic Interface A 9750,* sem tengja mátti við tölvu og gat stjórnað þessum tækjum. Forritunarumhverfið var kallað *LEGO TC Logo* sem var hliðarútgáfa af *LogoWriter* frá LCSI. Nemendur byggðu og forrituðu, svo að dæmi sé tekið, sjálfvirka götuvita fyrir legóbílaumferð (Oddný Sv. Björgvins, 1992). Í kringum árið 1992 var svo keypt forritunarleg legóstýring, sem bar heitið *LEGO Control Center 8094* og má segja að þar hafi verið komin fyrsta örtölvan frá LEGO. Með henni mátti forrita aðgerðaröð sem stýringin gat vistað. Aðgerðaröðina mátti svo kalla fram með því að ýta á einn takka. Enginn skynjari fylgdi þessum búnaði.

Veturinn 2000–2001 var svo keyptur örtölvukubburinn *RCX* sem var hluti af tæknisettinu *Mindstorms Robolab* frá LEGO. RCX-kubburinn kom fyrst á markað 1998 og er fyrsta kynslóð legóþjarka eins og þeirra sem við þekkjum í dag. Kennslusettin urðu kynjamiðaðri en áður og tóku meira tillit til beggja kynja, í verkefnahugmyndum var tekið meira mið af áhugasviði stúlkna en verið hafði fram að því. Boðskipti milli örtölvu (*RCX*) og borðtölvu fóru í gegnum innrauða geisla. Forritunarumhverfið, sem var byggt á forritunarmálinu *LabVIEW,* bauð upp á myndrænt viðmót þar sem notendur raða saman einingum á tölvuskjánum með því að smella á þær, draga og sleppa. Með því varð stefjan sem nemendur hönnuðu myndrænni en til að mynda aðgerðarunur skrifaðar í *Logo* og nemendur fengu betri yfirsýn en áður yfir skipulag og flæði í stjórnforritinu. Þegar kleift varð að setja saman forrit með því einu að draga til hluti og sleppa varð forritunin aðgengilegri en áður og meira við hæfi allra í nemendahópnum. Þegar þarna var komið tóku höfundur og Jórunn Pálsdóttir við af Ragnheiði Benediktsson í þessu þróunarstarfi og fengu að þróa þetta áfram með miklum stuðningi og hvatningu frá henni og stjórnendum skólans.

Melaskóli er gamalgróinn og fjölmennur skóli í einu af eldri hverfum Reykjavíkur og nemendur eru þar við nám fram í 7. bekk eða þar til safnskólinn Hagaskóli tekur við. Kennslan með kennslugögnum frá LEGO í Melaskóla var hugsuð frá 2. bekk til og með 7. bekk þannig að allir nemendur væru komnir með einhverja reynslu og tilfinningu fyrir eiginleikum ólíkra legókubba og vinnulagi í kringum þá þegar vinna við þjarkagerð hæfist í 5. bekk.

Legóverkefnin í yngri bekkjum gengu, svo að dæmi séu tekin, út á að átta sig á tæknilegum atriðum á borð við snúningsmiðju, massa og kraft, vogarafl, tannhjól og drif, hjól og öxla. Einnig voru e-Lab-verkefni í fyrstu kynnt í 4. bekk, en hafa síðan fest sig í sessi í 7. bekk vegna sterkari tengingar við námsefni og námskrá. Tæknisettin *e-Lab* frá LEGO ganga út á að byggja virkjanir sem framleiða rafmagn úr endurnýjanlegri orku; vatnsorku, vindorku og sólarorku.

Robolab-verkefni voru lögð fyrir 5. bekk og leyst eftir leiðbeiningum frá LEGO. Nemendur fengu þjálfun í að setja saman flókna hluti eftir leiðbeiningum og kynntust þannig vélrænni högun. Þeir lærðu að tengja og átta sig á ílags- og frálagstækjum og þar af leiðandi hlutverki forritunar fyrir örgjörvann í RCX-kubbnum eða smátölvunni þar sem öll „vinnslan“ fer fram. Þetta var fyrsta kynslóð þráðlausra legóþjarka sem voru byggðir utan um stjórnkubbinn *RCX.* Settin, eins og áður kom fram, báru heitið *LEGO Mindstorms Robolab.*

Af dæmum um búnað sem nemendur byggðu og forrituðu má nefna þessi: Hús með sjálfvirkum dyraopnara, þjófavarnarkerfi og birtustýringu á ljósum (úr setti nr. 9780ii); flugu eða skordýr sem hljóp, áttaði sig á hindrunum og brást við þeim (úr setti nr. 9780i); bíla með mismunandi virkni og hringekju sem endurtók ákveðna stefju þar til að ýtt var á „öryggishnapp“ (úr setti nr. 9725).

Árið 2006 fékk Melaskóli hvatningarverðlaun menntaráðs Reykjavíkurborgar fyrir þróunarverkefnið *Gaman að læra með LEGO* sem byggði meðal annars á framangreindum viðfangsefnum en að þróunarverkefninu stóðu höfundur og Jórunn Pálsdóttir. Verkefnið gekk út á að nota tæknilegó við kennslu í tæknimennt, stærðfræði og eðlisfræði og þá með það að markmiði að glæða áhuga nemenda á lögmálum eðlisfræðinnar, forritun og ýmiss konar tæknimálum, fyrst og fremst með því að veita þeim tækifæri til að hanna, smíða og forrita legóþjarka.

Öll viðfangsefnin voru úr sérstökum legósettum hönnuðum utan um það sem setja átti saman svo að áhersla á sköpunarþáttinn var ekki mikil en með tilkomu næstu kynslóðar RCX-kubbsins, sem bar heitið *NXT* og var innleiddur í Melaskóla árið 2007, fór verkefnavinnan að þróast meira í þá átt. Legósett

nr. 9797 bauð upp á fleiri opin viðfangsefni, ílags- og frálagstæki voru orðin betri og nákvæmari, forritunarumhverfið varð enn öflugra, sérstaklega í innbyggðum stuðningi við notandann og leiðbeinendur voru orðnir öruggari í vinnu sinni. Auk þess var mikill hvatning og innblástur sem fylgdi því að keppnin *FIRST LEGO League (FLL)* hóf göngu sína á Íslandi. Keppnin er haldin á hverju ári í minnst 64 löndum víðs vegar um heiminn. Markmið keppninnar er að hvetja ungt fólk til að skara fram úr á sviði tækni og vísinda og að skapa tækifæri til að auka færni í vísindum, verkfræði og tækni, örva nýsköpun og byggja upp lífsleiknihæfileika eins og sjálfstraust, samskiptahæfni og forystuhæfileika (*First LEGO League,* sótt vor 2014). Melaskóli hefur tekið þátt í *FLL* í nokkur skipti og hefur þá verið haldin forkeppni í skólanum í 6. bekk þar sem allir nemendur í árgangnum tóku þátt og fengu sigurvegarar síðan að vera fulltrúar skólans í FLL-keppninni.

FLL er afsprengi mikillar vakningar í kringum vísinda- og tæknimenntun í Bandaríkjunum. *STEM Education* stendur fyrir vísindi (e. *Science*), tækni (e. *Technology*), verkfræði (e. *Engineering*) og stærðfræði (e. *Mathematics*) í kennslu eða menntun og hefur verið yfirskrift þessarar vakningar í Bandaríkjunum og víðar (Gonzalez og Kuenzi, 2012). Stór hvati sem ýtir undir þessa auknu áherslu á vísindi og tækni í kennslu er sú gríðalega eftirspurn sem er eftir fólki úr þessum greinum á vinnumarkaði en að sama skapi sú staðreynd að mjög margir nemendur velja sig frá raungreinum snemma á skólagöngunni og virðast telja að þær eigi ekki við sig eða veigra sér við því að velja þessar greinar vegna vanmats á sjálfum sér (Fraser og Munce, 2012). Nýlegar athuganir sína að sama þróun á sér stað hér á landi, að nemendur velja síður raungreinar en aðrar greinar (Kristján Ketill Stefánsson, 2012).

Verklegi þátturinn er stór í STEM-kennslu og er talinn vera lykillinn að þeim árangri sem hefur náðst á þessu sviði í Bandaríkjunum en hann felst helst í því að fleiri nemendur stunda nám tengt þessum þáttum og nemendur öðlast dýpri skilning, aukna leikni og hæfni við efnistök og viðfangsefni (Honey, Pearson og Schweingruber, 2014). Í legóþjarkagerð fá nemendur einmitt einstakt tækifæri til að nálgast þessi fjögur greinasvið – vísindi, tækni, verkfræði og stærðfræði – svið sem samofna heild fremur en ótengd viðfangsefni. Nemendur fá tækifæri að tileinka sér flókin hugtök greina á borð við eðlisfræði og stærðfræði og beita þeim í áþreifanlegum verkefnum. Nemendur þjálfast í aðstæðum sem kalla á yfirfærslu þekkingar í lausnamiðaðri verkefnavinnu með því að kljást við tækni og verkfræði á raunverulegan og merkingarbæran hátt. Þarna gefst mikið og gott sóknarfæri fyrir skóla til að efla nemendur og vekja námsáhuga þeirra á þessum sviðum.

Framþróun forritunar og forritun þjarka í Melaskóla spannar yfir þrjá áratugi. Framtíðarsýn og eldmóður Ragnheiðar Benediktsson varð kveikjan að þessu starfi í upphafi og með stuðningi og skilningi skólastjórnenda á þessu framandi fyrirbæri, sem tölvutækni var á þeim tíma, tókst henni að efla við skólann forritun og forritunarkennslu við hæfi ungra nemenda. Þetta hófst með tilraunakennslu í forritunarmálinu Logo þar sem nemendur raungerðu forritunina með því að kalla fram teikningar eða stærðfræðileg mynstur á skjáinn, láta táknmynd skjaldböku ferðast um skjáinn og teikna eigin slóð. Þegar þjarkinn eða gólftátan kom til skjalanna gátu nemendur svo forritað hreyfingar þjarkans og látið hann teikna á blað á borði eða gólfi eins og þau gátu áður aðeins á skjánum. Eftir það kom legóþjarkinn til sögunnar en þá opnuðust dyr fyrir nemendur til að setja saman þjarka og láta þá að leysa ólík verkefni, verkefni sem nemendur gátu tengt eigin reynsluheimi. Verkefnin buðu uppá forritun líkt og áður en nú þurftu nemendur að glíma við vélræna högun, krafta og þátt ílags- og frálagstækja. Þáttur sköpunar fékk nýja vídd í forritun nemenda og í hönnun þjarka og í því fólst ákveðin bylting. Framþróun legóþjarka hefur verið stöðug síðan og í takt við tækni hvers tíma. Vonandi eru margir spennandi áratugir framundan í framþróun forritunar og hönnun þjarka í Melaskóla því efnistökin sem þessu fylgja eiga síst minna erindi í skólakerfinu í dag en áður fyrr og heilla nemendur okkar ekkert síður en nemendur Ragnheiðar á sínum tíma.

3 Einkenni verkefnavinnu nemenda í legóþjarkagerð

Smíði þjarka og forritun virðast til þess fallin að vekja áhuga og efla þekkingu, leikni og hæfni nemenda á vísindum og tækni, verkfræði og stærðfræði.

Ákveðnir þættir, sem einkenna vinnu nemenda að verkefnum af þessum toga, örva námsvilja þeirra. Leikur, sköpun, samskipti og samvinna bera uppi verkefnavinnuna og lærdómsferlið sem henni fylgir. Hér á eftir verður fjallað um þessa þætti með hliðsjón af námskenningum, námskrá og hugmyndum um menntun og skólastarf.

3.1 Leikur

Börn eru í eðli sínu forvitin, hugmyndarík, skapandi og frjó. Þau eru stöðugt að læra og þá ekki síst í gegnum leik þar sem þau fara sínar eigin leiðir við að uppgötva hluti eða velta þeim fyrir sér (Dewey, 2000a). Leikur er flestum náttúrulegur og kennarar verða að gefa honum meiri gaum, með því að veita leiknum aukið svigrúm og virkja hann í þágu nemenda.

Í *Aðalnámskrá grunnskóla* frá árinu 2013 er þetta áréttað og bent á að:

> Börnum er leikur sjálfsprottin leið til náms- og þroska. Í grunnskóla er mikilvægt að viðhalda þessari aðferð í skólastarfi og þróa hana eftir því sem nemendur eldast. Leikur er 15 ára nemanda jafn árangursrík leið til þroska og skilnings og sex ára barni. Leik má koma við innan allra námsgreina og námssviða í fjölbreyttu náms- og starfsumhverfi og í félags- og tómstundastarfi. (*Aðalnámskrá grunnskóla,* 2013:38)

Með þessu er viðurkennt að leikurinn er ekki einungis gleðigjafi fyrir barnið heldur líka leið til að læra og þroskast. Námskenningar sem byggja á leik og námi, líta á leik og nám sem óaðskiljanlega þætti í reynslu nemenda, þætti sem gera nemendum kleift að skapa merkingu og öðlast skilning. Leikurinn hjálpar barninu að rannsaka umhverfi sitt, tjá skoðanir sínar og leysa vandamál, sem allt stuðlar að frekari þroska og sterkari persónu (Lillemyr, 2001). Undir slíkum kringumstæðum í námi er lögð áhersla á þá þætti sem nám og leikur eiga sameiginlega, þætti á borð við gleði, sköpun, merkingarsköpun og verkferli sem nemendur temja sér, eins og til að mynda

að setja sér markmið og sjálfsaga til að ná þeim (Carlsson og Samuelsson, 2008).

Það er eðlilegt og sjálfsagt fyrir barnið að læra í gegnum leik. Þar getur það prófað sig áfram án þess að mistakast, allt er leyfilegt í leiknum því barnið ræður ferðinni. Leikur barnsins segir okkur mikið um hvað það lærir, hvernig það þroskast og hversu vel því gengur í samskiptum við aðra í ólíkum aðstæðum. Leikur mótast af þroska barnsins og bakgrunni þess, reynslunni (Lillemyr, 2001).

Mörk milli leiks og annara athafna, eins og vinnu, rannsóknar og náms, eru ekki alltaf skýr. Rannsóknir geta allt í einu þróast út í leik og leikur leiðir oft til frekari rannsókna á umheiminum. Nemendur gleyma sér gjarnan af áhuga við að læra, rétt eins og þegar barn leikur sér. Munurinn á leik og námi er þá sá helstur að kveikjan til að læra kemur að utan og er bundin fyrirfram ákveðnum markmiðum (Hughes, 2010). Þetta hugarástand, þegar nemandi gleymir stund og stað, má lýsa með hugtakinu *flæði* en sálfræðingurinn Mihalys Csikszentmihalyi (1990) skilgreinir flæði sem ákveðið vellíðunarástand þar sem nemandinn er svo upptekinn við ákveðna athöfn að ekkert annað virðist skipta máli. Reynslan af athöfn nemandans er svo ánægjuleg að nemandinn gleymir sér og vill halda henni áfram.

> Kennslufræðilegur leikur er leikur þar sem kennarinn ýmist leggur til hugmynd eða efnivið með ákveðið námsmarkmið að leiðarljósi. Með kennslufræðilegum leik er leitast við að hafa námsmarkmiðin skýr á sama tíma og reynsla, áhugi og leikgleði barnanna fá að njóta sín. (Anna Magnea Hreinsdóttir, Ingibjörg Ósk Sigurðardóttir og Jóhanna Einarsdóttir, 2010)

Árangursríkasta námið, að mati þeirra höfunda sem hér er vísað til, á sér stað í leik sem felur í sér virka samræðu og leiðir til sameiginlegrar niðurstöðu eða skilnings á viðfangsefninu. Námið verður merkingarbærara en ella þar sem rammi leiksins veitir börnum tækifæri til að tengja nýja þekkingu fyrri reynslu.

Leikrammi er mikilvægur en vandmeðfarinn, mörgum hættir til að skipuleggja leikinn um of svo að eftir stendur bara rammi og enginn leikur. Mikilvægur þáttur er viðhorf kennarans, að kennara takist að lesa í leikinn, styðja við og nýta hann sem verkfæri í ákveðnum námstilgangi. Efla þarf námsleik nemenda, meðal annars með gagnvirkum samræðum, leggja inn hugtök, vera til staðar og koma með inngrip sem byggjast á virðingu fyrir hugmyndum nemenda og áformum. Kennari þarf að vera óhræddur við augnablik óvissunnar eða frelsið sem er stór og heillandi hluti af leik barna. Frelsið felst

ásamt fleiru í því að velja og hafna, leyfa þarf börnum að taka áhættu, gera tilraunir og prófa sig áfram með mismunandi leiðir og örva þannig skapandi hugsun og fjölbreyttar lausnir. Nemendur eru þá óhræddari við að gera mistök og finna leiðir til að gera betur svo leikurinn gangi upp (Johnson, Christie og Wardle, 2005).

John Dewey (1940) taldi leik vera öfluga námsleið og að börn lærðu best með því að framkvæma hlutina sjálf (e. *learning by doing*). Meginmarkmið í framfarastefnu hans var að kenna börnunum gagnrýna og skapandi hugsun í leik sínum í stað þess að binda hugann við fyrirfram ákveðnar lausnir. Dewey taldi að nám og menntun snérust fyrst og fremst um virkni barnsins. Þekkingin yrði einungis til við aðstæður þar sem barnið gæti sett hana í samband við reynslu sína. Að barnið lærði í gegnum daglegar athafnir það sem það hefði áhuga á með því að framkvæma og prófa sig áfram út frá reynslu sinni (Dewey, 1940).

Vandasamt getur verið velja réttan efnivið eða námsefni til að kalla fram í skólastofu aðstæður sem bjóða upp á hvetjandi og örvandi leik fyrir nemendur. Talað er um að efniviður geti verið opinn eða lokaður. Lokaður efniviður býður bara upp á eina lausn á meðan opinn efniviður á sér hvorki upphaf né endi. Hægt er að nota opinn efnivið á marga vegu og hann gefur nemendum tækifæri til að skapa óheft og frjálst þannig að ímyndunarafliið fái að njóta sín. Leir og litir eru ágæt dæmi um opinn efnivið því hægt er að nota þá á ýmsa vegu og það sama á við um kubba, þá má flokka undir opinn efnivið. Við þetta má þó bæta að efniviður getur verið misopinn. Stundum er gert ráð fyrir að efniviður og samsetning leiði að fyrirfram ákveðnum niðurstöðum eins og í tæknisettum, til dæmis frá LEGO. Eins er það að kennari getur lokað opnum efniviði með því beina notkun hans í ákveðna farvegi og börn breytt lokuðum efniviði í opinn (Cuffaro, 1995).

Börn kynnast kubbum mjög snemma í sínum leik, ef ekki heima hjá sér, þá að jafnaði í leikskólanum; Kapla-kubbum, Lokon-smellukubbum, einingakubbum Caroline Pratt, *LEGO Duplo* (stórir kubbar fyrir yngstu börnin) og svo legókubbum. Kubbar bjóða upp á nánast takmarkalausa fjölbreytni og möguleika. Þeir eru ekkert nema kubbar en geta orðið að nánast hverju sem er, frá því að búa til mynstur og fást við einfalda eða tilviljunarkennda hönnun til raunverulegra bygginga eða flókinna hluta. Kubbar eru aðgengilegir, nemendur eru flestir, ef ekki allir, vanir að eiga við kubba, geta unnið sjálfstætt og notað kubbana á eigin forsendum, þannig að þeir nýti hæfni sína á eigin þroskastigi án stöðugra ábendinga eða afskipta kennara.

Það er margt við legókubba sem gerir þá hentuga í leik og námi fyrir börn. Þeir eru kunnuglegir, litir, stærð og lögun eru sígild, þetta eru sömu kubbar

og foreldrar flestra barna á Íslandi og víða um lönd kubbuðu með í sinni æsku. Til gamans og þessu til staðfestingar má geta þess að legókubburinn var valinn leikfang 20. aldar af Toy Retailers Association (Toy Retailers Association, 2014). Kubbarnir eru aðgengilegir og henta flestum, óháð getu og fyrri reynslu, svo til allir geta kubbað. Þetta aðgengi og kunnugleikinn færir viðfangsefnið nær nemendum og lækkar þröskuldinn sem stíga þarf yfir til að hefja nám þar sem reynir á vélræna högun og stundum forritun. Hægt er að byggja einfalt og tilviljunarkennt, ómarkvisst (opin sköpun, listræn verk) en einnig flókið og markvisst (viðfangsefni sem þarf að leysa og ráða fram úr, verkfræðileg úrlausnarefni). Þó að þröskuldurinn sé lágur er hátt til lofts og vítt til veggja þegar inn er komið og því miklir möguleikar fyrir einstaklinga að þróa sig áfram. Með aukinni hæfni og vaxandi leikni veitist enn meira svigrúm til að leggja fyrir verkefni, skapa og finna lausnir í leik og námi (Ackermann, Gauntlett, Wekstrom, 2009).

3.2 Sköpun

Craft og Jeffrey (2001) halda því fram að það að búa til, að skapa sé manninum eðlislægt. Að allir hafi þessa gáfu að einhverju marki. Það liggur misvel fyrir fólki að skapa og því er stundum haldið fram um sköpunargáfu að fólk annað hvort fæðist með hana eða ekki. Flest bendir þó til þess að allir hafa þessa gáfu í sér, að það sé hægt að þjálfa hana upp og að fólk geti orðið betra í því að skapa (Craft og Jeffrey, 2001). Í *Íslensku alfræðiorðabókinni* (1990) er talað um að sköpunargáfa lýsi sér sem hæfni til innsæis, sköpunar nýrra hugmynda, uppgötvana og verka sem teljast hafa gildi í félagslegum, fagurfræðilegum, andlegum eða vísindalegum skilningi. Til eru margar skilgreiningar á sköpun sem hafa þó ákveðinn samhljóm í þá veru að sköpun sé ákveðin hæfni eða geta til þess að koma fram með eitthvað nýtt sem er nytsamlegt eða fólki finnst skipta máli (Lumsden, 1999). Sköpun eða það sem út úr henni kemur getur haft mismikil áhrif á fólk og þau áhrif eru eitt af því sem hafa má til viðmiðunar þegar reynt er að öðlast skilning á hugtakinu. Ackermann, Gauntlett og Wekstrom (2009) leitast við að skilgreina sköpun og lýsa hugtakinu á þremur stigum:

1. Endursköpun: Að skapa nýja, óvænta og verðmæta hugmynd eða hlut byggðan á eða settan saman úr þekktum hugmyndum og/eða hlutum.
2. Nýsköpun: Að skapa nýja, óvænta og verðmæta hugmynd eða hlut sem bætir við skilning okkar á ákveðnu sviði eða hlutverki hlutar.

3. Byltingarkennd sköpun: Að skapa nýja, óvænta og verðmæta hugmynd eða hlut sem umbreytir okkar daglega lífi og sýn á heiminn. (Ackermann o.fl., 2009)

Þessu svipar til kenninga sem Anna Craft (2001) hefur sett fram um sköpun. Hún talar um tvö stig sköpunar og auðkennir þau með stórum og litlum staf. Sköpun með litlu s-i er það til að mynda þegar nemendur eru úrræðagóðir við lausn verkefna við tilteknar aðstæður, og snýst þá um lausnir sem hafa takmörkuð áhrif við aðrar aðstæður. Sköpun með stóru s-i væri nær framangreindu 3. stigi þar sem sköpuninn hefur veruleg áhrif á eitthvað meira og stærra en einhverjar tilteknar aðstæður.

Sköpun með litlu eða stóru s-i eða sköpun á fyrsta, öðru eða þriðja stigi á sér sjaldnast stað við einhverja uppljómun heldur í gegnum aðgerða- eða vinnuferli (uppljómun getur verið hluti af því ferli) sem jafnvel endurtekur sig, sköpunarferlið er þá ekki línulegt heldur hringrás (Siu og Wong, 2011).

Mikilvægi sköpunar er áréttað og henni gert nokkuð hátt undir höfði í nýrri aðalnámskrá grunnskóla (2011), sköpun er þar haldið á lofti sem einum af grunnþáttum menntunar. Hlutverk hennar er sagt vera að stuðla að ígrundun, persónulegu námi og frumkvæði í skólastarfi. Í riti um grunnþáttinn er einnig reynt að fanga hugtakið sköpun og á hverju það byggist:

> Sköpun byggist á uppgötvun, gagnrýninni hugsun, rannsókn og ótal aðferðum sem sífellt opna nýjar leiðir. Þess vegna skiptir sköpunarferlið ekki minna máli en afrakstur verksins. (Elísabet Indra Ragnarsdóttir, Ingibjörg Jóhannsdóttir og Torfi Hjartarson, 2012:0)

Eins og þarna kemur fram er ferlið ekki síður mikilvægt en útkoman og þá sérstaklega þegar um er að ræða sköpun í námi og þroska nemenda því í ferlinu felst sjálft námið.

Eitt af hlutverkum sköpunarferlis er að beisla, koma skipulagi á og virkja ímyndunaraflið. Ímyndunaraflið eitt og sér gefur fátt nytsamlegt af sér en er samt sem áður afar dýrmætt og mikilvægt í sköpunarferlinu. Dewey (2000a) fullyrðir að til þess hugsun skili einhverju sem gagn sé að þurfi hún að vera skipulegri en óræð hugmynd sprottin af ímyndunaraflinu einu saman, hún þurfi að vera ígrunduð:

> Ígrunduð hugsun stefnir að niðurstöðu sem hægt er að færa sönnur á utan við hana sjálfa. Hún er virk, stöðug og vendileg athugun á hvaða skoðun eða tilgátu sem vera skal í ljósi þeirra

raka sem styðja hana og frekari niðurstaðna sem hún bendir til. (Dewey, 2000a:32 og 47)

Ekki er eitthvert eitt ferli sem er algilt fyrir alla sköpun en sköpun krefst ákveðins hugsunarháttar sem rekur viðkomandi áfram í skapandi ferli til lausnar þannig að hún leiði eitthvað af sér. Í doktorsritgerð Svanborgar R. Jónsdóttir (2013) talar hún um, þegar hún er að velta fyrir sér hugtakinu sköpun, að kjarni sköpunar sé fundinn með skilgreiningu á því sem þýða má sem lausnamiðað hugarfar eða möguleikahugsun (e. *possibility thinking*). Með slíkri hugsun má öðlast innsýn og skilning andspænis þeim þörfum sem við er að glíma, nemendur koma auga á vandamál og leita leiða til að leysa þau. Nemendur eru virkjaðir til þátttöku í lausnaleit þar sem jafnvel er gert ráð fyrir meira en einum möguleika og hægt að finna lausnir á marga ólíka vegu (Burnard, Craft og Cremin 2006).

3.2.1 Ígrunduð hugsun og sköpun

Dewey setti fram fimm stig eða þrep ígrundaðar hugsunar sem hann telur að megi beita á hvert það vandamál, sem við stöndum frammi fyrir, til að öðlast skilning á því. Ígrunduð hugsun er órjúfanlegur þáttur sköpunar og er pragmatísk í eðli sínu þar sem hún krefst virkni og þátttöku. Pragmatismi eða verkhyggja er sú kenning „að upplag raunveruleikans sé verklegt og það birtist á skýrastan hátt í vitsmunastarfi“ (Dewey, 1998:126). Til að öðlast þekkingu og skilning er, samkvæmt verkhyggju, ekki nóg að taka við upplýsingum og vinna úr þeim heldur þarf að vera þátttakandi í virku ferli sem byggir á athugunum eða rannsóknum. Þekkingarleit í anda verkhyggju ígrundaðrar hugsunar gefur því sköpunarferlinu stefnu sem er marksækin og lausnamiðuð (Burke, 1994).

Aðgerðasmíðahyggja eða smíðahyggja (e. *constructionismi*) Seymour Papert byggir á svipaðri hugsun. Nemandinn á að vera virkur í þekkingarleit sinni í verklegum skilningi og ekki bara huglægum, þekking er afleiðing virkrar hugsunar og þátttöku. Trú Papert á eiginleika einstaklingsins, getu og sköpunarkraft, er hluti af hans sýn enda telur hann að best væri að kalla þá fram og virkja þegar þörfin eða tilgangurinn er ljós og skiptir nemendur máli (Papert, 1980). Papert heldur því fram að ferlið sé aðalatriðið í námi fyrir nemendur og að of mikið sé gert úr réttu og röngu í skólum. Hann talar um að gera eitthvað, að skapa eitthvað og fá það til að virka. Að læra að tileinka sér nýja hluti og læra að læra og gera nemendur óhrædda við það sem er þeim framandi. Í ferlinu er farið fram á að nemendur tileinki sér skilning á viðfangsefninu þar sem frekari úrvinnsla krefst skilnings á undanfaranum.

Þennan skilning má skapa hjá börnum með því að rannsaka með þeim ferlið og spyrja spurninga sem leiðbeina þeim um skipuleg vinnubrögð. Papert talar um að með þessari nálgun við þekkingarleit megi gera nemendur hæfari til að takast á við verkefni morgundagsins en þarfir morgundagsins er ekki hægt að sjá fyrir og hlýtur markmiðið því að vera að mennta nemendur til sjálfsmenntunar (Papert, 1999).

Hugmyndir Papert um þörf og tilgang falla vel að vinnu með legóþjarka. Í kubbaleik barna birtist „eðlilegt“ frelsi til náms þar sem saman fer þörfin fyrir að leika sér, búa eitthvað til og þörfin fyrir tilgang sem felst í því að útkomuna sé hægt að nota á einhvern tiltekinn hátt. Hér á eftir mun höfundur fjalla um hugtakið ígrundaða hugsun eins og Dewey skilgreinir það og setur fram í fimm þrepum, tengja og heimfæra við vinnuferli nemenda í gerð legóþjarka.

3.2.1.1 Hugmynd

Í fyrsta þrepi fjallar Dewey um forsendur þess að ígrunduð hugsun fari af stað. Samkvæmt Dewey (2000a) virðist mannkynið brennt því marki að vilja alltaf komast áfram, átta sig á því hvað gerist næst og hvað bíði þess. Nemandi sem stendur frammi fyrir verkefni hefur þessa þörf. Hann stendur frammi fyrir vanda. Hugmyndir spretta fram vegna tilfinningar um óvissu. Forsenda náms er því að börn tengist vandamálinu og að það skipti börnin máli að lausn finnist. Ef aðeins ein hugmynd yrði til hjá nemandanum við lausn verkefnisins þyrfti litla hugsun til að fallast á hana undir eins. En ef fleiri en ein hugmynd verða til þarf að velta þeim fyrir sér, pæla í því hvort þær rekist hver á aðra og gera frekari rannsóknir. Það krefst raunverulegrar hugsunar.

> Hugmyndin um hvað skuli gera þegar við lendum í „ógöngum“ kemur í staðinn fyrir beina athöfn. Hún er óbein athöfn fyrirfram, eins konar leikræn æfing. Ef aðeins ein hugkvæmd skyti upp kollinum myndum við án efa fallast á hana undireins. En þar sem tvær eða fleiri gera það rekast þær hver á aðra, viðhalda ósvissuástandinu og kalla á frekari rannsóknir.
> (Dewey, 2000a:149)

Í upphafi legóþjarkakennslu er jafnan byrjað á því að skilgreina orðið þjarki. En hverju þarf þjarki að búa yfir? Nemendur koma fram með hugmyndir og segja frá því sem þeir vita og komast að raun um að þau hafa ólíka sýn á sama hlut. Vandamálið sem þarf þá að leysa er að komast að sameiginlegri niðurstöðu. Nemendur staldra við og gefa sér tíma til að hugsa þetta frekar.

Annað dæmi: Seinna í verkefninu þegar nemendur eru farnir að glíma við að byggja eða forrita lenda þeir gjarnan í vandræðum. Til að komast áfram

þarf að leysa vandann, spyrja sig spurninga á borð við þessa: Af hverju virkar þetta ekki? Nemendur staldra við og koma með tillögur að því hvert vandamálið geti verið. Þá þurfa þeir einatt að fara til baka í vinnuferlinu. Með þessu móti er börnunum komið í aðstæður þar sem þau rekast á vandamál sem skapa það óvissuástand sem Dewey talar um á fyrsta stigi og er frumforsenda þess að ígrunduð hugsun fari af stað.

3.2.1.2 Vitsmunaleg rök

Í öðru þrepi talar Dewey um að nemandinn sýni ekki lengur neitt annað en óupplýsta undrun, yfir því að eitthvað gengur ekki upp eða fer á annan veg en ætlað var. Nemandinn veit núna hver vandinn er og hvar hann liggur. Vandinn er raunverulegur vegna þess að barnið hefur skilgreint hann á sínum forsendum. Þar með er það fært um að setja fram tilgátu um lausn. Í margþættum verkefnum þarf að gera sér grein fyrir því hvernig hægt er að leysa vandamálið með því að byrja á að leysa önnur minni sem hafa áhrif á lokaniðurstöðuna:

> Vandinn er nú farinn að skýrast og afmarkast; hann er að verða raunverulegt vandamál, vitsmunalegt viðfangsefni, ekki bara gremja yfir því að vera tafin í því sem við erum að gera … En í hverju tilviki þar sem ígrunduð hugsun á sér stað er um að ræða að taka vitsmunalegum tökum það sem í fyrstu er aðeins tilfinningalegur blær á aðstæðum í heild. Þessari umbreytingu er komið í kring með því að athuga betur í hverju vandræðin eru fólgin sem valda því að starfsemi stöðvast. (Dewey, 2000a:150)

Þetta stig samsvarar þeirri vinnu með legóþjarka þegar vandinn er skilgreindur. Með mögulegum lausnum komast nemendur nær skilningi á vandanum, brjóta hann upp í minni einingar, flokka hugmyndir með tilliti til vandans. Þetta eru atriði sem snerta útlit, stærð og virkni, hvað þjarkinn getur gert og með hvaða hætti. Nemendur afmarka og skýra hugmyndir sínar um skilgreiningu. Nemendur í skapandi vinnu þurfa að gera sér grein fyrir hvers eðlis vandinn er. Hverju tengist hann? Er til betri leið en sú sem átti að fara í upphafi? Þarf að bæta smíðina? Eða þarf að hugsa forritunina á annan hátt?

3.2.1.3 Tilgáta

Í þriðja þrepi stendur nemandinn frammi fyrir ákveðnu viðfangsefni (vandamáli, þraut) sem þarfnast úrlausnar. Nemandinn tekur mið af þeim gögnum sem fyrir liggja, viðurkenning á vandamálinu og skilningur hafa svo áhrif á tilgátu að lausn. Tilgátur mótast af skýrleika hugmyndarinnar um hver vandinn kunni að vera. Skýrleiki hugmyndarinnar varpar ljósi á það hvaða staðreyndir

nemandi þarf að leiða saman til þess að sýna fram á hugsanlegt réttmæti hverrar tilgátu og veitir tækifæri til að vega og meta þær staðreyndir sem þegar blasa við. Dewey (2000a) talar um að prófa þurfi tilgátuna og skoða út frá gögnunum sem fyrir liggja áður en hægt er að ganga út frá henni sem haldbærri staðreynd. Kannski er tilgátan ekki eins góð og hún leit út fyrir að vera í byrjun. Þá þarf að endurskoða hana og setja fram nýja tilgátu, fá nýja hugmynd að lausn og halda áfram:

> Staðreyndirnar eða gögnin leggja vandamálið fyrir okkur og skilningur á vandamálinu leiðréttir, breytir og víkkar hina upphaflegu hugkvæmd. Á þennan hátt verður hún ákveðin ágiskun eða tilgáta … Skilningur á vandanum verður betri og nákvæmari og hugkvæmdin hættir að vera einber möguleiki og verður prófuð og, ef þess er kostur, mældar líkur. (Dewey, 2000a:151–152)

Í þjarkagerðinni deila nemendur hugmyndum sín á milli og hugmyndirnar eru skráðar og flokkaðar. Þær hugmyndir, sem líklegar eru til að skila árangri, eru teknar út, skoðaðar og ræddar frekar. Börnin nýta sér fyrri reynslu og leitast við að meta hvaða lausn sé vænlegust til árangurs. Í framhaldi af því setja þau fram tilgátur.

3.2.1.4 Rökleiðsla

Í fjórða þrepi er hafin rannsókn á því hvað tilgátan felur í sér, til hvers hún leiðir. Nemendur þurfa að beita rökum á hugmyndir sínar. Þeir beina þá sjónum sínum að röklegum afleiðingum með því að bera þær saman við þær staðreyndir sem blasa við. Ef ekki, yrðu hugmyndirnar áfram aðeins hugmyndir, ómótaðar og kæmu að litlum notum. Samkvæmt Dewey hefur rökleiðsla jafn mikið um líklega og skynsamlega niðurstöðu að segja og réttar og gildar mælingar á gögnum sem unnið er með.

> Rökleiðsla hefur sömu áhrif á hugmyndir um lausn og nánari og víðtækari athugun hefur á upphaflega vandann. Komið er í veg fyrir að fallist sé á hugkvæmd eins og hún kemur fyrst fram með því að kanna hana rækilegar. Ágiskanir sem virðast sennilegar við fyrstu sýn reynast oft ótækar eða jafnvel fráleitar þegar allar afleiðingar þeirra eru raktar. Jafnvel þegar það leiðir ekki til að tilgátu sé hafnað að afleiðingar hennar eru raktar kemur það því sköpunarlagi á hugmyndina sem betur á við vandamálið. (Dewey, 2000a:153)

Börn í þjarkagerð vinna áfram með hugsanlegar lausnir, fást við tilgátur og meta áhrif. Samvinna og samtal, skrásetning og mat, frumleiki og skapandi hugsun um nýjar leiðir til lausna eru lykilþættir í þessari vinnu. Fá nemendur það út úr lausninni sem þeir vilja eða eru börnin hugsanlega að fórna einhverju mikilvægu? Besta tillagan að lausn er valin með rökum.

3.2.1.5 Prófun tilgátu í verki

Í fimmta þrepi skal sannreyna tilgátuna og láta á það reyna hvort hún standist eða ekki. Skilar hún þeirri niðurstöðu sem leidd var af rökum? En, og þetta er stórt en, mistök eru lærdómsrík. Að yfirvega hvað fór úrskeiðis er ekki síður lærdómsríkt en að ígrunda hvað reyndist vera í samræmi við það sem áætlað var. Á þetta leggur Dewey (2000a) ríka áherslu, líkt og Papert:

> Lokastigið er einhvers konar prófun í verki til að staðfesta eða sannreyna tilgátuna með því að gera tilraun. Rökleiðsla sýnir að ef hugmyndin verður notuð þá fylgja tilteknar afleiðingar … Vitanlega leiðir prófun ekki alltaf til sönnunar. Stundum sýna afleiðingar að mistekist hefur að staðfesta eða sanna tilgátuna. Hugmyndin sem um er að ræða er hrakin eða afsönnuð af hinum endanlega áfrýjunardómstóli. En að hafa tamið sér ígrundaða hugsun hefur þann mikla kost að misheppnuð tilraun er ekki bara misheppnuð tilraun. Maður lærir af henni. Maður sem hugsar í raun og veru lærir alveg jafn mikið af því sem mistekst hjá honum eins og því sem tekst því misheppnuð tilraun bendir þeim sem hefur lagt hugsun sína í hana, og hefur ekki mistekist fyrir einskæra tilviljun, á hvaða frekari athuganir ætti að gera. (Dewey, 2000a:155–156)

Nemendur í legóþjarkagerð prófa og sannreyna vélræna högun, prófa forritin sín og búnaðinn og samspilið þar á milli, sjá hvað gerist. Mistök valda ekki vonbrigðum eða uppgjöf því börnin eru enn að vinna með hugmynd, þau eru enn í vinnuferlinu og halda áfram með hjálp reynslunnar, röksemdanna og sköpunargáfunnar.

Sköpun er mikilvægur þáttur í öllu þessu ferli. Nemendur leita lausna með því að ræða, kanna, meta, tengja og svo skapa. Í þessari gerð verkefnavinnu þar sem nemendum er gefið frelsi í lausnaleit sinni til þess að fara um ókunnar slóðir og velja sínar leiðir og hugsa lausnir á nýjan og skapandi hátt er þáttur kennarans afar mikilvægur. Leiða þarf ferli ígrundaðrar hugsunar þannig að vinnan taki röklega stefnu, verði marksækin og lausnamiðuð. Þess má geta að rannsóknir sýna að þjálfun nemenda og reynsla í vélrænni högun

eða þjálfun í sambærilegri vinnu stuðla að og virkja tæknilega afleiðsluhugsun hjá nemendum. Þjálfunin og reynslan gera þá meðal annars hæfari í yfirfærslu þekkingar í lausnamiðaðri verkefnavinnu og ýta undir lausnamiðað hugarfar (Malone, 2008).

3.3 Samskipti og samvinna

Góð samskipti eru grundvöllur að góðum árangri og alls samfélags. Námssamfélag er þar enginn undantekning og eitthvað sem hver kennari stefnir að í kennslustofunni sinni. Námssamfélag felur í sér að tilheyra hópi þar sem allir hafa skyldur og ábyrgð gagnvart öðrum í hópnum. Samkvæmt Rovai (2001) eru það fjórir þættir sem einkenna námssamfélagið; traust, bekkjarstemning, lærdómur og samskipti. Traust ýtir undir vilja og þor hjá nemendum til að tjá sig opinskátt og taka við uppbyggilegri gagnrýni frá öðrum. Með góðum bekkjaranda er vísað til þeirrar upplifunar að tilheyra og vera viðurkenndur af hópnum. Lærdómur felur í sér að námsþörfum allra innan hópsins sé mætt og að nemendur upplifi að sameiginlegt markmið hópsins sé að tileinka sér aukna þekkingu og skilning á námsefninu. Fjórði þátturinn snýst um samskipti sem eru undirstaða og límið í námssamfélagi. Gott námssamfélag einkennist af þeirri tilfinningu að tilheyra hópi, nálægð við aðra nemendur og trausti sem eykur upplýsingastreymi og ábyrgðartilfinningu gagnvart hópnum, þá samkennd sem skapar góðan anda í bekk eða nemendahópi. Þá eru komnar þær forsendur fyrir námssamfélagi að lærdómur eða nám geti átt sér stað.

Um námsanda eins og þann sem hér er lýst er fjallað í *Aðalnámskrá grunnskóla* (2011:45) og mikil áhersla er lögð á félagslega þætti skólastarfs í heftunum sex um grunnþætti menntunar. Í heftinu *Lýðræði og mannréttindi* er rætt um mikilvægi þess að nemendur temji sér:

> … viðleitni til að leita nýrra möguleika, rannsaka og rökstyðja og spyrja spurninga. Til þess að þetta geti orðið að veruleika þurfa nemendur að treysta hver öðrum, þeir þurfa að vera tilbúnir að hlusta, spyrja áleitinna spurninga, rökstyðja afstöðu sína og skipta um skoðun ef rökin hníga í þá átt. (Ólafur Páll Jónsson og Þóra Björg Sigurðardóttir, 2012:15)

Þetta er í takt við námskenningar félagslegrar hugsmíðahyggju en samkvæmt þeim er nám sívirkt ferli þar sem nemandinn byggir ekki aðeins upp nýja þekkingu á grundvelli eigin reynslu, þekkingar, færni og viðhorfa heldur í samskiptum og samvinnu við aðra, í námssamfélagi með öðrum (Järvinen, 1998). Í félagslegri hugsmíðahyggju er einmitt byggt á þeirri nálgun að nemandinn verði fyrir áhrifum, meðal annars frá því námsumhverfi sem hann á

hlut að og mótast af. Þekking hans byggist upp og þróast með félagslegum athöfnum í samspili við félaga í námssamfélagi, félaga sem einnig byggja sína þekkingarleit á sínum forsendum í samspili og samvinnu við aðra. Þekkingin er þar af leiðandi byggð á túlkun sem er háð þátttöku og aðstæðum hverju sinni (Creswell, 2007). Félagsleg hugsmíðahyggja á rætur að rekja í kenningar Jean Piaget og Lev S. Vygotsky þar sem rýnt er í þroskaferli einstaklinga og áhrif frá félagslegu umhverfi hafa mikið að segja.

Ef við skoðum nánar kenningu Vygotsky (1978) um þroskaferli einstaklinga talar hann um *svæði hins mögulega þroska* eða það sem á ensku hefur verið nefnt *The Zone of Proximal Development.* Svæði hins mögulega þroska er bilið á milli þess hvar barnið er statt í þroskanum og þess þroskastigs sem það gæti mögulega náð með aðstoð annarra. Það sem barn þarf aðstoð við í dag kann það að geta gert sjálft á morgun. Á svæði hins mögulega þroska standi barnið með stuðningi þrepi hærra en ella, þrepi yfir venjulegri hegðun sinni eða getu eins og það væri höfðinu hærra en það á annars vanda til (Vygotsky, 1978). Við getum tekið dæmi um nemanda sem leikur sér með kubba og byggir aldrei neitt yfir vissri hæð, fer mest tiltekinn fjölda kubba upp í loft og óttast að annars hrynji byggingin. Ef þetta barn byggir með öðrum nemanda sem er verulega fær í að byggja úr kubbum getur það öðlast aukna færni og farið skrefi lengra en það hefði annars gert. Allt í einu verða byggingarnar mun hærri en barnið hefði annars þorað eða ráðið við að byggja. Með því að fara skrefinu lengra en ella stígur barnið inn á svæði mögulegs þroska.

Með góðum samskiptum og vel útfærðri samvinnu við uppbyggingu og mótun þekkingar má ýta undir þroska, leikni og hæfni, ekki síst þegar forþekking nemenda og fyrri reynsla fá að njóta sín. Mikilvægt er að taka tillit til þeirrar forþekkingar sem nemandinn hefur í farteskinu við upphaf náms vegna þess að nýja þekkingu tileinkar hann sér og túlkar í ljósi þeirrar þekkingar og reynslu sem hann hefur fyrir. Þetta eru ekki ný sannindi enda talar Guðmundur Finnbogason (1903/1994) um að það sé eðli okkar að nýta reynslu og að í því felist sígildur sannleikur fyrir menntun:

> Mikill hluti þeirrar þekkingar sem vér allir notum í daglegu lífi til að haga breytni vorri eftir er fenginn á þennan hátt, við að athuga það sem við ber undir vissum kringumstæðum, hvort sem það verður án vors tilverknaðar eða ekki. Vér höfum tekið eftir því að dagur eltir nótt, eldur brennir, vatn slekkur þorsta, brauð seður hungur, að hlutur sem sjálfur er á hreyfingu kemur stundum öðrum hlut, sem hann rekst á, í hreyfingu o.s.frv. Þetta hefur reynslan sýnt oss. (Guðmundur Finnbogason, 1903/1994: 39)

Dewey (2000b) leggur mikla áherslu á að byggt sé ofan á reynslu nemandans og að án reynslu geti nám ekki átt sér stað. Hann segir að sérhver reynsla hafi áhrif á þau hlutlægu skilyrði sem eru vettvangur frekari reynslu. Reynsla getur auðvitað verið jákvæð og neikvæð en kjarni málsins sé sá að reynslan, sem við öðlumst, hafi menntunargildi á þann hátt að hún nýtist til sífelldrar og jákvæðrar uppbyggingar. Dewey skrifaði mikið um lýðræði í menntun og sá í samskiptum og samvinnu leið til að njóta þeirra kosta sem felast í þátttöku og lýðræðissamfélagi, hann taldi vinsamlega samvinnu fólks með ólíkar þarfir og markmið:

> … ómetanlega viðbót við lífið. Sá sem er ekki virkur í samfélaginu, nýtur ekki kosta hins lýðræðislega samfélags, tekur ekki þátt í þeim samskipta- og samveruháttum sem samfélagið kallar á, og hann fer á mis við þá reynslu sem hinn lýðræðislegi samveruháttur gefur kost á. Lýðræðislegt samfélag krefst þess að þátttakendur séu virkir. (Dewey, 1998:342)

Við sjáum þarna hvað Dewey taldi samskipti og samvinnu vera stóra og mikilvæga þætti í menntun. Hann leggur þunga áherslu á hvað hlutverk hvers einstaklings er mikilvægt og að samfélagið, námssamfélagið, styrkist eða veikist með virkni hans. Þetta er einmitt mikilvægur og stór þáttur í því námi sem á sér stað við hönnun, byggingu og forritun legóþjarka. Að nemendur séu virkir og opnir hvað varðar hugmyndir sínar, þekkingu og reynslu gagnvart samnemendum sínum. Þannig kalli þeir á þeirra viðbrögð og sýn á hlutina og í sameiningu með rökum láti þeir reyna á niðurstöðu sína. Það er ljóst að það reynir mikið á samvinnu og samskipti í margþættri verkefnavinnu líkt og í gerð legóþjarka. Það þarf þroska til að vera tilbúinn að hlusta, gagnrýna og spyrja, rökstyðja afstöðu sína og fylgja rökum. Slíkur þroski er ekki meðfæddur og byggist upp með reynslu í samfélagi sem einkennist af vinsamlegum samskiptum og samvinnu.

Þegar nemendur vinna saman að því að hanna, byggja og forrita legóþjarka reynir mikið á framangreinda þætti og kennari þarf að gæta þess vel að gera nemendur háða hver öðrum á jákvæðan hátt. Hægt er að fela nemanda í hverjum nemendahópi hlutverk og ábyrgð. Hlutverkið þarf helst að kalla á það að viðkomandi verði sérfræðingur í sínum verkþætti og gangist upp í að sinna honum vel. Þannig má gera nemendur háða hver öðrum á jákvæðan hátt.

Hlutverkin geta verið misjöfn, einn nemandi les teikningu og finnur til kubba, annar setur saman, þriðji skráir gögn og forritar. Nemendur verða að hjálpast að til þess að ná markmiðum hópsins og þau nást ekki nema allir í

hópnum tileinki sér viðfangsefnið og finni til samkenndar þannig að áhugi nemenda á árangri annarra í hópnum verði til þess að þeir hjálpi hver öðrum að læra, veiti sameiginlegan stuðning og gleðjist saman yfir góðum árangri. Þannig má skapa sem flest tækifæri og kjörlendi fyrir nemendur til að hjálpa hver öðrum að ná góðum árangri með hrósi, stuðningi og hvatningu. Ábyrgð nemandans og krafa til hans er engu að síður umtalsverð því að hver og einn í hópnum ber ábyrgð á framlagi til hópsins við að leysa verkefni og þar með árangri allra í hópnum, í námi sínu og annarra í hópnum. Þannig þjálfast nemendur í að útskýra lausn eða lausnaleiðir hver fyrir öðrum, hlusta á rök annarra, finna sameiginlega niðurstöðu og styrkja samskiptafærni sína með ýmsu móti.

Til að gera samvinnuna markvissari og samskipti skilvirkari getur reynst mikilvægt að láta nemendahópa þróa með sér og tileinka sér ákveðið orðfæri við verkefnavinnuna. Nemendur upplifa sig þá frekar en ella sem sérfræðinga og samstillt málnotkun ýtir undir samkennd og samstöðu hópsins. Til dæmis er ekki nóg að biðja einhvern um að rétta sér kubb, lágmark er að tala um liti þeirra og form. Þegar talað er um legóplötur er best að nefna lengd sinnum breidd. Tala mætti um bjálka þegar kubburinn er langur með nabba í einfaldri röð og gefa til kynna lengd, telja götin eða nabbana og svo lit. Tala má um kubb þegar nabbaröðin er tvöföld, og nefna bæði lengd og lit. Tengipinnar eru í tilteknum litum, nefna má lit þeirra, lengd og festimöguleika og þannig mætti lengi telja.

Uppgjör í lok verkefnis er mikilvægt og mætti koma oftar fyrir í hópvinnu yfirleitt, það er að láta hópinn sjálfan meta eigin frammistöðu. Hvernig gekk, náðu allir í hópnum markmiðum sínum, hvað gagnaðist vel og hvað ekki og hverju þarf að breyta? Hluti af slíku mati er sjálfsmat einstaklinga þar sem hver nemandi í hópnum spyr sjálfan sig og metur eigin þátttöku og framgöngu í hópnum. Þessi þáttur er mikilvægur svo að nemendur fái tækifæri til að þroskast enn frekar í samskiptum og samvinnu.

Um mikilvægi samvinnunnar má vísa til rannsókna Johnson og Johnson (1994) en þar var kannað hvað þurfi að vera til staðar við skipulagningu og framkvæmd samvinnunáms, til þess að einstaklingar vinni sem best saman í tiltölulega litlum hópum.

Eftir að hafa rýnt í og rætt þessa þrjá þætti, það er leik, sköpun og svo samskipti og samvinnu má sjá hvernig eitt kallar á annað. Í leiknum fáum við gleðina og léttleikann, nýtum okkur þetta sterka leikeðli sem er svo náttúrulegt í börnum og virkjum það til að hleypa ímyndunaraflinu lausu. Ímyndunaraflið er svo beislað í þágu sköpunar með hjálp ígrundunar og vitsmunalegra raka. Útkoman eða lausnin getur svo haft áhrif á hugsun, skoðun eða sýn

nemenda sem spegla sig svo aftur í orðum og viðbrögðum samnemenda sinna áður en komist er að endanlegri niðurstöðu. Þó að umfjöllun um þessi atriði hafi ekki verið löng gefur hún ákveðna hugmynd um flæði og samspil sem hlúa þarf vel að til að námsárangur og reynsla nemenda verði sem best.

4 Þjarki, legóþjarki

4.1 Vélmenni, róbóti og þjarki

Þegar orðið vélmenni kemur fyrir og við látum hugann reika endum við ósjaldan í einhverjum framandi aðstæðum lengst úti í geimi þar sem tækniverur eru að gera einhverja ómannlega hluti en samt oftar en ekki í mannlegu gervi. Orðið er þessum annmörkum háð, við sjáum fyrir okkur vél í mannsmynd, og sumir hafa viljað nota orðið róbóti í þess stað. Sjálfur kýs höfundur að nota orðið þjarki eins og lagt var til af íðorðanefnd árið 1997:

> Tékkneska orðið *robota,* sem merkir skylduvinna, er fyrirmyndin að alþjóðlega orðinu *robot.* Upphaflega var *robot* þýtt á íslensku sem vélmenni og sáu menn þá fyrir sér eftirlíkingu af manni, gerða úr málmi, rafleiðslum og fleiru, sem gat líkt eftir mannlegri hegðun og fylgt fyrirmælum án mikillar eða nokkurrar sjálfstæðrar hugsunar. Um slíkan gervimann er frekar notað erlenda heitið *android* og er vélmenni ágætt íslenskt heiti fyrir það hugtak. *Robot* merkir hins vegar vél sem þarf ekkert að líkjast manni í útliti, þó að það sé að vísu hugsanlegt, en getur líkt eftir mannlegri athöfn sem felst í runu sjálfvirkra aðgerða. Aðgerðirnar geta verið skilyrtar. Slíkar vélar eru í sívaxandi mæli notaðar í iðnaði, t.d. til þess að vinna tiltekna verkþætti við færibönd. Í 2. útgáfu *Tölvuorðasafns* (1986) var lagt til að *robot* væri þýtt með vélfæri. Það orð hefur ekki vakið mikla hrifningu. Einnig hefur stundum að undanförnu sést orðið vélþræll. En margir kjósa frekar að nota erlenda orðið sem tökuorð, rita það á íslensku sem róbóti og beygja eins og orðið ábóti. Orðanefnd þykir það slæmur kostur og býður nú upp á heitið þjarki, skylt orðinu vinnuþjarkur. (Stefán Brím, 1997; skáletranir eru höfundar)

Í nútímasamfélagi eru þjarkar allt í kringum okkur. Þjarki er samkvæmt skilgreiningu: „Vél, venjulega forritanleg, hönnuð til að vinna á sjálfvirkan hátt ýmis verk“ (*Tölvuorðasafn,* 2013). Hægt er að skipta meginþáttum allra þjarka í þrennt: 1. Skrokk, 2. Stýribúnað, sem aftur má skipta upp í ílag, forrit og frálag, og loks 3. Hegðun. Nánar um það síðar.

Þjarkar eru löngu orðnir mikilvægur hluti af okkar daglega lífi og líta sjaldnast út eins og við ímyndum okkur. Við eigum í samskiptum við þjarka mörgum sinnum á dag, yfirleitt án þess að leiða hugann að því. Dyr opnast og ljós kvikna sjálfkrafa þegar einhver nálgast, umferðarljós stýra umferðinni og reykskynjarinn er stöðugt á verði. Þetta eru allt dæmi um áþreifanlega þjarka en auk þeirra mætti benda á ýmiss konar hugbúnað sem hagar sér með líkum hætti í tölvum og á neti. Sá veruleiki sem við búum við í dag væri allt annar ef þjarka og ýmiss konar sjálfvirkni nyti ekki við.

Auk almennra nota eru þjarkar vel til þess fallnir að skýra fyrir nemendum möguleika fólgna í forritun og vélrænni högun. Til er þó nokkuð af þjörkum fyrir kennslu og hefur framboð af þeim farið ört vaxandi undanfarin ár. Þetta má sjá bæði á skólavörusýningum, eins og BETT í Bretlandi, sem margir íslenskir kennarar hafa sótt um árabil og ýmsum skólavörubúðum á netinu. Af því helsta má nefna *Bee-Bot* og *Pro-Bot* frá TTS-Group en þá er hægt að forrita með því einu að styðja á hnappa á sjálfum skrokknum. *Bee-Bot* er hægt að forrita með örvahnöppum til að framkvæma aðgerðarunu með allt að 40 skrefum en sá þjarki minnir á býflugu og fer um á hjólum. Hann hentar mjög vel fyrir eldri stig leikskóla og yngsta stig grunnskóla. *Pro-Bot* minnir á bíl, hentar fyrir yngsta stig og miðstig og getur tekið fleiri skipanir en líka brugðist við hljóði og snertingu, sett niður penna og teiknað ferla eða mynstur. *Finkan* eða *The Finch* frá BirdBrain Technologies er forritanlegur þjarki fyrir eldri nemendur. Foritunarumhverfið er fjölbreytt og gengur á *Linux, Windows* og *MacOs.* Einnig er hægt að forrita í *Scratch* fyrir *The Finch. Finkan* skynjar ljós, fjarlægð, hita og halla og getur brugðist við með ljósi, hljóði og hreyfingu, sem þó er alfarið bundin við akstur. Einnig er hægt að bæta á finkuna vefmyndavél og svo penna til að teikna mynstur.

Rafrásaspjaldasettið *The Hummingbird Robotics Kit* byggir á rafrásaspjaldi sem hægt er að tengja fjarlægðar-, ljósa-, hita- og hljóðskynjara auk veltiskynjara. Búnaðurinn getur brugðiststs við áreiti með ljósi, hljóði og hreyfingu. Rafrásaspjaldið er svo hægt að forrita með ýmsum forritum eða forritunarmálum, meðal annars með fríu forriti frá framleiðanda sem hentar byrjendum, *CREATE Lab Visual Programmer,* einnig má nota *Scratch* eða *Snap!,* sem er leitt af því og fyrir lengra komna forritunarmál á borð við *Python* og *Java.* Settinu fylgir enginn skrokkur. Þannig býður settið upp á nýja nálgun og brýtur hressilega upp staðlaðar hugmyndir manns um þjarka með því að skilja eftir spennandi hönnunarþátt fyrir nemendur að vinna með. *MaKey MaKey* er einfaldari útgáfa af þessu, býður upp á sköpun úr ýmsum efniviði og heillandi leið fyrir nemendur til að kynnast forritun og þjarkafræðum. Sjón er sögu ríkari og dæmi má skoða á slóðunum http://www.hummingbirdkit.com/ og http://makeymakey.com/. Loks mætti nefna nýja rafrásakubba eða

svonefnda bita, *littleBit*s, sem setja má saman á ótal vegu og tengja ýmiss konar efniviði. Þá má skoða nánar á slóðinni http://littlebits.cc/.

Til eru tvær kennsluþjarkalínur hjá LEGO, önnur er ætluð yngsta stigi og miðstigi grunnskóla og kallast *LEGO Education WeDo.* Hin nefnist *LEGO Mindstorms Education EV3* og er ætluð eldri nemendum. Munurinn liggur jafnt í forritunarumhverfi og kubbasamsetningu kennslusettanna sem eru umtalsvert fjölbreyttari og sérhæfðari í Mindstorms-settinu. WeDo-settið er einfaldara í sniðum og kemur með tveim skynjurum, hreyfi- og veltiskynjara. Búnaðurinn getur svo brugðist við áreiti með hreyfingu, hljóði og mynd. Forritunarumhverfið sem kemur frá LEGO er myndrænt og afar aðgengilegt en einnig er hægt að forrita með *Scratch* og fleiri forritunarkerfum. Fjölbreytt verkefni fylgja kennslusettunum með leiðbeiningum um samsetningu og áherslu á vélræna högun. Ekkert er síðan því til fyrirstöðu að byggja og breyta eftir hugmyndum hvers og eins. Mindstorms-settið kemur með fjarlægðar-, lita-, snerti- og veltiskynjara (hægt er að bæta við fleiri skynjurum) og getur EV3-þjarki brugðist við með ljósi, mynd, hljóði og hreyfingu. Ótvíræðir kostir í vinnu með þennan búnað er hversu aðgengilegur efniviður og traustur hann er. Kennsluefnið sem kemur frá LEGO Education með þessum settum er afar vandað og aðgengilegt. Mikinn og góðan stuðning er líka að finna í forritunum sjálfum.

Hér á Íslandi er komin töluverð reynsla á kennslu sem tengist tæknilegói og hönnun, byggingu og forritun legóþjarka. First Lego League-keppnin á mikinn þátt í því, Barnasmiðjan hefur flutt búnaðinn inn og kynnt með ýmsum hætti og við Kennaraháskóla Íslands og síðar Menntavísindasvið Háskóla Íslands hafa áhugasamir kennaranemar fengið að kynnast þessum tækjum. En því miður virðist sem starf kennara sem sinna þessari kennslu á vettvangi grunnskóla sé að mestu starf einyrkja við staka skóla og að kennarar almennt veigri sér við að nota tæknilegó í kennslu. Ástæður geta verið af ýmsum toga, kynningar á kubbum og forrituninni hafa ekki verið til á íslensku og nokkur vinna fylgir því að setja sig inn í efnið. Þrátt fyrir töluverða reynslu sem kennarar búa yfir víðs vegar um landið er óvíða vettvangur fyrir íslenska kennara til að miðla af þeirri reynslu, óska eftir stuðningi, leggja inn og fá hugmyndir. Þátttakendur í keppninni hittast þar, kennarar í upplýsingatækni hafa með sér töluvert samstarf í sínum félagasamtökum um ýmis efni og koma stundum saman til að miðla hver öðrum af reynslu sinni (má hér nefna vettvang eins og UT-torg Menntamiðju (http://uttorg.menntamidja.is/) og Félag um upplýsingatækni og menntun sem halda úti síðunni *3f.is* og standa fyrir jafningjafræðslu og ýmsum viðburðum tengdum upplýsingatækni og menntun) en betur má ef duga skal. Eins og hefur komið fram telur höfundur vanta vefsíðu á íslensku sem býður upp á grunnupplýsingar um vinnu með

tæknilegó. Kennsluvef sem er hugsaður sem stuðningur fyrir kennara og nemendur í formi innlagna, leiðbeininga og kynninga um þjarkafræði, forritun og fleira efni. Hluti af lokaverkefni höfundar til meistaragráðu í kennslufræðum felst í að leggja til slíkan vef í þeirri trú að hann megi auðvelda kennurum og nemendum fyrstu skrefin við hönnun og samsetningu á legóþjörkum og forritun á þeim og þannig gefa fleirum tækifæri að nýta sér þennan frábæra efnivið, legókubbinn og allt sem honum fylgir.

4.2 Legókubburinn

Saga legókubbsins hefst með Ole Kirk Christiansen sem framleiddi leikföng og heimilsáhöld úr tré á tréverkstæði sínu Billund maskinsnedkeri og tømreforretning í bænum Billund á Jótlandi í Danmörku. Hann hafði eignast verkstæðið árið 1916. Frá 1932 var áherslan sett á framleiðslu á tréleikföngum og árið 1934 var nafnið LEGO tekið upp. Hugmynd að nafngiftinni spratt af orðatiltækinu *LEg GOdt* sem þýðist *leiktu vel og fallega.* Saga legókubbsins byrjar hins vegar á Bretlandi í fyrirtæki sem hét Kiddicraft og Hilary Page stofnaði. Hann kom árið 1940 með á markað plastkubbinn *Kiddicraft Self-Locking Building Brick* sem bjó yfir eiginleikum hins klassíska legókubbs. Árið 1947 keypti Ole Kirk plastframleiðsluvél í þeim tilgangi að forma leikföng. Í kaupunum voru ýmiss prufuform til kynningar og þar á meðal var Kiddicraftkubburinn. LEGO endurhannaði kubbinn og eftir tveggja ára vöruþróun voru fyrstu plastleikföngin framleidd og seld. Þar á meðal voru kubbar sem báru nafnið *Automatic Binding Bricks,* síðar *LEGO Murstein* (1953). Þetta leikfang þróaðist til ársins 1958 í þann kubb eða grunngerð kubbana sem enn eru notaðir og eru í huga margra tákngerfingur LEGO (*Brickipedia,* 2013).

Byggingarkerfi LEGO er vandlega útreiknað og hannað þannig að hver kubbur gengur að jafnaði saman við hvaða annan legókubb sem er. Allt er staðlað og fellur í skorður. Kerfi og staðall eru ekki fyrstu orðin sem hljóma í huga þegar hann hvarflar að kaflanum um sköpun. Maður finnur til þvingunar þegar maður les orðin kerfi og staðall. Þetta setur takmörk, ramma. Kubbarnir ganga bara saman á þennan hátt eða hinn. En þetta útreiknaða kerfi og þessi ófrávíkjanlegi staðall gerir legóið að því sem það er. Þetta þýðir það að möguleikar á samsetningu eru því sem næst endalausir, flestir ef ekki allir kubbar ganga saman og því hægt að byggja hvað sem er. Kerfið er heillandi og óvenjulegt að því leyti að það opnar á bæði listræna og verkfræðilega sköpun á þeirri stundu sem byrjað er að setja saman og byggja úr kubbunum. (Ackermann o.fl., 2009).

Byggingarkerfið er afskaplega einfalt í grunninn, það reynist eðlileg aðgerð fyrir barn að grípa kubba og setja saman. Kerfið býður síðan upp á að ein-

staklingurinn þrói færni sína eða tilraunir og fari í gegnum leik inn á mörg svið, svið á borð við stærðfræði, eðlisfræði, verkfræði, tækni og forritun. Þarna liggur sóknarfæri fyrir skólann. Með því að standa vel að málum, búa í haginn og færa sér þetta öfluga kerfi í nyt má hjálpa kennurum að gera nemendum sínum kleift að tileinka sér ýmsa námsþætti og flókin hugtök á áþreifanlegan og áhugaverðan hátt innan þægindaramma kunnuglegra leikfanga.

Gerðar hafa verið margar rannsóknir á áhrifum kubba á börn. Rannsóknir benda meðal annars til þess að legókubbar og önnur kubbaleikföng hafi varanleg jákvæð áhrif á börn sem byrja að leika sér snemma með þá. Í rannsókn, sem birt var árið 2001 í *Journal of Research in Childhood Education,* var tríó vísindamanna sem fylgdist með litlum hóp af börnum frá leikskóla alla leið í gegnum menntaskóla. Niðurstöður sýndu að krakkarnir sem léku sér með kubba, það er byggðu og léku sér á skapandi og uppbyggjandi hátt mældust hærri á stöðluðum prófum stærðfræði óháð almennri greindarvísitölu (Jones, Stannard og Wolfgang, 2001). Í rannsókn sem var gerð árið 2006 kom í ljós að hópvinna með einhverfum börnum, þar sem legókubbar voru notaðir, reyndist áhrifameiri en aðrar þekktar aðferðir til að byggja upp félagsfærni hjá þeim (Legoff og Sherman, 2006).

5 Kennsla

Nám nemenda í legóþjarkagerð ætti, líkt og fram hefur komið fram í köflunum á undan, að einkennast af leik, sköpun, samvinnu og samskiptum. Vinnuferlið byggir á hugmyndum Dewey um ferli ígrundunar sem kallar fram og þjálfar gagnrýna hugsun og meðferð röksemda, áherslu á sköpun og frumleika. Til að gera þetta sýnilegra og skýrara fyrir lesendum er sett fram hér á eftir kennslu- eða námsfyrirkomulag í þessum anda, fyrirkomulag sem höfundur telur heppilegt með hliðsjón af eigin reynslu og annarra í Melaskóla. Jafnframt er byggt á þeirri nálgun sem LEGO Education leggur upp með. Kennsluskipulaginu er skipt í fjóra hluta eða þætti: kveikju, framkvæmd, mat og framhald.

5.1 Kveikja

Í upphafi hvers verkefnis er mikilvægt að vera með góða kveikju til að draga athygli nemenda að efninu og vekja áhuga. Kveikjur geta verið af mörgum toga, höfðað til reynslu nemenda, falist í stuttum kvikmyndum, verið klípusögur, leikir, hlutverkaleikir, byggst á innlifunaraðferðum eða falist í tilraunum (Ingvar Sigurgeirsson, 1999). Fjölmargar aðrar kveikjur væri hægt að nefna. Sem dæmi má nefna spurningar eins og þá hvert sé uppáhaldsvélmenni nemenda. Rosie í *The Jetsons,* Optimus Prime í *Transformers,* R2-D2 og C3PO í *Star Wars,* Wall-E frá Disney, Data í *Star Trek* eða Terminator? Annað dæmi væri að biðja nemendur að „forrita“ hver annan. Nemendur skiptast þá á að leika vélmenni eða þjarka sem skilur fimm skipanir og ekkert annað. Skipanir gætu til dæmis verið þessar: A. Snúa 90° til hægri. B. Snúa 90° til vinstri. C. Hægri fótur fram fyrir þann vinstri. D. Vinstri fótur fram fyrir þann hægri. E. Stopp. Í námsefninu sem fylgir settinu *Lego Education WeDo* eru myndbútar sem hægt er að nota í kveikjur. Þar birtast persónurnar Mia og Max og sýna hvernig þjarkarnir virka eða lenda í aðstæðum sem kalla á úrlausn nemenda.

5.2 Framkvæmd

Í þessum þætti byggja nemendur og forrita legóþjarkann.

5.2.1 Gott að hafa í huga

Það eru nokkrir þættir sem mikilvægt er að hafa í huga áður en stokkið er af stað í legókubbana.

- Tveir nemendur í hóp er kjörstærð, öllu öðru er hægt að koma við.
- Þegar verið er að taka til kubba er gott að nota lokið sem fylgir settunum undir þá. Þannig er lágmörkuð hættan á að kubbarnir glatist. Einnig er gott að afmarka vinnusvæði við eitt nemendaborð. Ef nemendur vinna á gólfinu í kennslustofunni getur líka verið gott að líma maskínupappír á gólfið til að afmarka byggingasvæðið.
- Hlutverkaskipan er mikilvæg og að hver nemandi hafi sínu hlutverki að gegna. Það eru ýmis hlutverk sem þarf að sinna, eins og að lesa leiðbeiningar, finna kubba, byggja, hanna og breyta, forrita, skrásetja. Dæmi um hlutverkaskipan gæti verið að fá einn til að lesa teikningu og finna til kubba, annan sem setur saman, þriðja sem skráir gögn og forritar; fá hvern og einn til að vera sérfræðing á sínu sviði. Slík verkaskipting er mikilvæg og gefur einstaklingum tækifæri til að átta sig á sínu áhugasviði. Gott er að skipta um hlutverk hjá yngri nemendum þannig að allir fái að gegna hverju hlutverki og máta sig við það. Hlutverkin geta verið mis vinsæl en það gefur tækifæri til að undirstrika hvað hver hlekkur í hópnum er mikilvægur og að samvinna og samskipti séu lykill að árangri. Óvinsælasta starfið er oft skráningin og því verður að gera nemendum ljóst að hún er ekki síður mikilvæg en önnur störf í verkefninu, svo sem með því að spyrja:. Hvað eru skýrslur? Eru skýrslur mikilvæg gögn? Hvar eru haldnar dagbækur? Af hverju? Á sjó, spítölum, skólum, í rannsóknarvinnu?
- Höfundur hefur þegar nefnt mikilvægi tungumálsins þegar verið er að vinna saman, það er að segja um mikilvægi þess að koma sér upp orðfæri sem hópurinn tileinkar sér til að gera samvinnuna markvissari og samskipti skilvirkari. Þegar talað er um plötur á til dæmis að nefna lengd sinnum breidd. Tala má um bjálka ef kubburinn er einfaldur og nefna lengd, telja götin eða nabbana og svo lit. Tala mætti um kubb ef hann er tvöfaldur, nefna lengd og lit. Þetta þarf að leggja inn markvisst hjá nemendum.
- Þegar komið er að verkefnalokum er nauðsynlegt að gefa öllum góðan tíma til að ganga frá, flokka, raða og telja. Þetta er mikilvægt fyrir næsta námshóp sem tekur við settinu. Ef það vantar kubb verður að

gera það sem hægt er til að útvega annan, annars þarf að skrifa athugasemd á viðkomandi sett.

5.2.2 Hanna og byggja legóþjarka

Það þarf að huga að ýmsu þegar að búa á til þjarka. Meðal annars: Hvað viljum við að þjarkinn geti gert fyrir okkur? Hvaða eiginleika þarf þjarkinn að hafa? Útlit? Liðamót? Grip? Kraft? Vélrænt fyrirkomulag, vélræna högun? Þarna eru margir þættir sem bjóða uppá nánari athugun. Tökum sem dæmi að þjarkinn eigi að taka eitthvað upp, hafa arm, þá þarf að huga að liðamótum, snúningsmiðju, hver er hluturinn sem á að lyfta, hvaðan kemur aflið sem þarf til að þrýsta örmunum saman og lyfta, hvað með grip?

Mikilvægur hluti af samsetningu legóþjarka er vélræn högun en þjarkinn notast við ýmsa hreyfanlega hluti sem hannaðir eru til að vinna ákveðið verk sem kallar á orku og verða hluti af aflrænu kerfi eða vél. Vél er í fræðilegum skilningi tæki sem getur breytt stefnu og stærð þess krafts sem er beitt við vinnuna. Þegar talað eru um vél í daglegu tali er átt við búnað sem vinnur eða aðstoðar við vinnu og samanstendur af hreyfanlegum hlutum. Þó eru til vélar sem eru án nokkurra hreyfanlegra hluta. Á einföldu máli er vél tæki sem auðveldar okkur að vinna tiltekið verk (Hurd o.fl., 1998).

Dæmi um einfalda vél er vogarstöng sem samanstendur af hreyfanlegri vogarstöng og vogarás . Vogarstöng er eitt af grunnlögmálum vélfræðinnar. Hin fimm eru: Trissa, hjól og ás, skrúfa, skáflötur og svo fleygur. Trissa er vél þar sem bandi er brugðið um skoruhjól sem getur breytt stefnu og/eða stærð krafts. Hjól og ás eða öxull er vél sem er kringlóttur hlutur (hjól) sem snýst um annan minni (ás). Svo er það skrúfa en hún er í raun skáflötur vafinn um sívalning sem myndar þá skrúfgang. Grikkinn Arkimedes fann upp þessa vél fyrir um 2.300 árum og hún nefnist skrúfa eða snigilskrúfa. Skáflötur er hallandi flötur og einföld vél sem léttir mönnum vinnu og er notaður til þess að lyfta hlut. Því minni halli sem er á skáfletinum því minni krafta þurfum við að nota við verkið. Að lokum er það svo fleygur. Það má segja að hann sé hreyfanlegur skáflötur. Á fleyg eru tveir fletir sem mætast í hvössu horni og nefnist egg. Hnífur og öxi eru dæmi um fleyga. (Hurd o.fl., 1998).

Tannhjól eru legóþjarkanum mikilvæg og eru hluti af vélrænni högun. Tannhjól eru líkt og trissukerfin notuð til að breyta hraða og stefnu hreyfingar. Tvö eða fleiri tannhjól sem grípa hvert í annað nefnast gír. Ílagstannhjólið kallast drifhjól en frálagstannhjólið knúið tannhjól. Í einföldu tannhjólakerfi kallast tannhjólin milli drifhjóls og knúins tannhjóls lausatannhjól en þau breyta stefnu snúnings. Hraðabreyting í tannhjólakerfi fæst með því að setja saman tannhjól með mismargar tennur. Til eru margar gerðir með mörgum

samsetningarmöguleikum. Tannhjól og tannstöng kallast tannstangardrif en það breytir snúningi í beinlínuhreyfingu og svo má nefna snigil og snigiltannhjól sem breyta stefnu snúnings, eins og keilutannhjól (Chapman o.fl., 2004).

Kambar eru notaðir í margs konar gagnvirk gangvirki til að breyta snúningi í hreyfingu upp og niður eða fram og aftur. Kambar eru yfirleitt perulaga eða kringlóttir og eru þá með hjámiðju. Snúningsásin er knúinn af hreyfli eða sveif. Sveif má einnig nota til að skapa kraftahlutfall líkt og í trissukerfi (Chapman o.fl., 2004).

Uppbyggingu þjarka má skipta upp í þrjá helstu hluta: 1. Skrokk, 2. Stýribúnað, sem skiptist upp í ílag, forrit og frálag, og loks 3. Hegðun. Hér að ofan höfum við farið aðeins í það sem þarf til í byggingu skrokksins en hluti af honum eru stýritæki, það eru ílagstæki og frálagstæki. Ílag eða ílagstæki geta til dæmis verið hreyfi-, hljóð-, hita- eða snertiskynjarar eða rofar, til dæmis lyklar á lyklaborði. Frálag eða frálagstæki geta til dæmis verið hátalari, skjár, aflrænt kerfi á borð við hreyfil og loftþrýstikerfi, ljós og hljóð. Með því að nota tengibúnað getur örgjörvinn eða tölvan tengst ýmiss konar ílagi og svarað með margs konar frálagi. Þjarkaforritunin gengur útá að forrita ílag og frálag.

5.2.3 Forritun

Eins og komið hefur fram eru til margar lausnir eða umhverfi þar sem hægt er að fást við forritun. Talað er um forritunarmál sem vísar í þá hugsun að táknkerfi til forritunar séu eins og tungumál sem maðurinn notar til tjáskipta. Papert (1980) vildi nálgast forritunarkennslu líkt og tungumálakennslu. Hann talar um að hægt sé að laga forritunarkennslu að þörfum nemenda og gera hana aðgengilega eins og er gert í tungumálakennslu. Hann lagði áherslu á að nemandinn ætti að hafa stjórn á tölvunni og segja henni fyrir verkum. Hann taldi að uppgötvanir við tölvuna hefðu hvetjandi áhrif á nám barna og að tölvan gæti nýst sem námsumhverfi fyrir nemendur að nota á skapandi hátt (Papert, 1993). Resnick (2013) tekur undir þetta og bendir á að þegar nemendur eru búnir að ná tökum á nýja tungumálinu, það er að geta lesið og skrifað forritunarmálið, opnist dyr svo að nemendur ná að tjá sig og skapa á nýjum forsendum. Nemendur hætta að vera eingöngu neytendur heldur verða þeir virkir gerendur, uppbyggjendur og skaparar í sínum stafræna heimi.

Papert (1993) taldi einnig að kennsla í forritun væri góð leið til þess að örva vitsmunaþroska barnanna. Að geta raðað, flokkað og þekkt mynstur er hluti af þeim þroska en forritun byggist meðal annars á leiðilið sem er sá liður rökfærslu sem leiddur er af öðrum (*Íslensk orðabók*, 2007). Vitsmunaþroski barna verður að vera kominn á það stig að hægt sé að fara fram á það við nemendur að temja sér slíkan hugsanagang. Samkvæmt kenningum Piaget

(Charles, 1981) er það ekki fyrr en um 7 til 11 ára aldurinn að börn fara að þróa með sér hlutlæga rökhugsun. Hún lýsir sér með því að þau byrja að gera sér grein fyrir hugtökum sem varða fjölda eða tölu, hugtakatengsl verða hluti af ferli sem þó er bundið við hlutlægar aðgerðir. Nemendur geta leyst úr ólíkum viðfangsefnum í huganum en hugsunin miðast sem sagt alltaf við áþreifanlega hluti.

Hugbúnaðurinn *LEGO Education WeDo Software* er hannaður með þetta í huga og gerir notendum kleift að forrita hegðun legóþjarka í gegnum myndrænt *smella-draga-sleppa* (e. *drag-and-drop*) notendaviðmót. Það byggir á forritunarumhverfinu *LabVIEW* (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*) frá National Instruments. Þessi hugbúnaður hentar einkar vel fyrir unga nemendur og byrjendur í forritun þar sem hann einfaldar flókin hugtök sem liggja til grundvallar hefðbundinni forritun þannig að notandinn kemst beint í framkvæmd án þess að þurfa að læra merkingarfræði og setningatækni forritunartungumáls eða gagnatög, skipanir, tagskiptingu og aðra eðliseiginleika málsins sem oft reynast veruleg hindrun fyrir áhugasama sem langar að læra forritun (Kelleher og Pausch, 2005). Forritið beitir þannig *upplýsingahuld,* einni af grunnstoðum hlutbundinnar forritunar, til að færa forritunina nær forritaranum sjálfum með myndrænum táknum, sem eru í reynd smáforrit eða stefjur, það er samblanda falla, klasa og hluta sem framkvæma svo ákveðin verk (Atli Harðarson, 2001). Þetta gerir nemendanum kleift að öðlast innsæi í verkfæri forritunar og hvernig þeim er beitt án þess að týnast í formlegum og smávægilegri þáttum hennar. Þessir þættir eru mikilvægir en geta komið seinna meir. Þannig veitir þessi upplifun á hlutbundinni og beinni framkvæmd verulegan hvata til að halda áfram í gegnum tormeltari hluta forritunar þegar kemur að því að læra þá.

Eins og þegar hefur komið fram skiptist stýribúnaður þjarkans upp í ílag, forrit og frálag. Mikilvægt er að vita áður en fyrirmæli eru forrituð fyrir þjarkann hvað honum er ætlað að gera. Við hvaða aðstæður á ílag að senda skilaboð til tölvu, hvernig á tölvan að bregðast við þessum upplýsingum og hvaða skilaboð um viðbrögð á hún að senda í frálag? Gott er að skipta verkefninu upp í hæfilegar einingar. Flæðirit er hentugt við slíka greiningu, við gerð flæðirits er hentugt að nota tákn sem er lýsandi fyrir eðli þess verks sem það stendur fyrir. Forritið *LEGO Education WeDo Software* notar slíka nálgun og hjálpar nemendum því að átta sig enn betur á aðgerðaröðinni eða forritunarsetningunni og gerir nemandann meðvitaðri um að ná því fram sem fyrirfram var ákveðið að þjarkinn ætti að framkvæma.

Ílagstæki í settinu *LEGO Education WeDo* eru veltiskynjari og hreyfiskynjari. Veltiskynjari gefur skilaboð um þá átt sem skynjaranum er beint í

fram og aftur, til hliðanna, upp og niður, kyrrstöðu og hreyfingu. Hreyfiskynjari skynjar endurkast ljóss og gefur skilaboð um hlut sem er í 15 sm fjarlægð eða nær. Einnig eru hljóðnemi tölvunnar og lyklaborðið, sem þjarkinn er tengdur við, hluti af ílagstækjum. Kalla má fram aðgerðir með hljóðmerkjum og forrita valda stafi á lyklaborðinu til að kalla fram mismunandi forrit.

Frálagstæki í settinu *LEGO Education WeDo* eru hreyfill sem fær kraft úr USB-tengi frá tölvu (5v) og svo skjár og hátalari tölvunnar sem þjarkinn er tengdur við. Ílags- og frálagstækin eru tengd við tölvuna í gegnum USB-tengikubb. Þegar byrjað er að tengja WeDo-þjarkann við tölvuna er gott að vera búinn að opna forritið áður. Þegar USB-kubburinn er tengdur við tölvuna birtist táknmynd af honum á tengiflipa WeDo-foritsins. Eins er farið að þegar ílags- og frálagstæki eru tengd við USB-kubbinn. Myndir af viðkomandi tæki birtist í tengiflipa WeDo-foritsins. Ef nota á *Scratch* við forritun þjarkans bætast við aðgerðarskipanir í *Scratch* sem eiga sérstaklega við WeDo-legósettið þegar USB-tengikubburinn er tengdur við tölvuna.

5.3 Mat – framhald

Þegar verkefninu er „lokið“ og nemendur eru búnir að láta reyna á byggingu, forritun og hönnun þjarkans er gott að virða fyrir sér útkomuna, gaumgæfa hina vélrænu högun, velta fyrir sér hvað nemandi hefur lært, hugleiða hvort einhverjar reglur séu algildar og megi nefna lögmál og svo jafnvel áforma eitthvað um framhaldið, spyrja hvað megi betur fara og hvað gaman væri að prófa. Í þessu ferli tengir nemandinn við fyrri þekkingu, bætir við hana og öðlast dýpri þekkingu á viðfangsefninu. Á meðan á verkefninu stendur er því afar mikilvægt að nemendur skrái hjá sér hvaða áhrif til dæmis ólík samsetning véla, gíra eða kambhjóla hefur á hreyfingu hlutarins eða þjarkans.

Í lokin er mikilvægt að hver hópur kynni sitt verkefni og niðurstöður. Gott er að búa til smá sýningarsvæði í stofunni þannig að hver hópur geti kynnt sitt verkefni og sagt frá því hvað á að gerast hjá þjarkanum, hvað hópurinn þurfti að lagfæra og hvers hann varð vísari og sýna svo þjarkann og sannreyna hann. Með því að draga verkefnavinnuna svona saman fá nemendur góða yfirsýn yfir ferlið. Um leið er opnað á að allur bekkjarhópurinn geti komið með ábendingar að lausnum og lýst skoðunum á útfærslum einstakra hópa. Jafnframt gefst kennaranum með slíkri kynningu tækifæri að meta þekkingu, leikni og hæfni einstakra nemenda.

Rýnivinnan sem í því felst að hópurinn fari yfir ferlið og kynni það með sýningu fyrir samnemendur sína og kennara kveikir gjarnan hugmyndir sem aftur kalla á frekari úrvinnslu. Framhaldið getur þannig falið í sér hvata til að

bæta og breyta, gefa sköpunarþættinum enn lausari tauminn og hleypa leiknum meira að. Allt byggist þetta á þeirri reynslu sem nemandinn fékk á fyrri stigum og með því að hlusta á verkefnareynslu samnemenda sinna. Framhaldið hjálpar og bætir við þá þekkingu, leikni og hæfni sem fyrir er og því til góðs og afar mikilvægt að gefa sér tíma í það.

6 Lokaorð

Í greinargerðinni hefur verið leitast við að draga fram þá þætti er einkenna verkefnavinnu með yngri nemendum sem eru að fást við að hanna, byggja og forrita þjarka úr legókubbum. Staldrað var við þrjá þætti, það er leik sem sjálfsprottna leið til náms og þroska, þátt sköpunar og ígrundaðrar hugsunar sem hluta af ferli sem er marksækið og lausnamiðað og síðan gildi samvinnu og samskipta til að byggja upp þekkingu. Þessir þættir hjálpa okkur að nálgast nemendur á eigin forsendum, kveikja áhuga þeirra á námsefninu og virkja þá í þekkingarleit sinni.

Það verður hverjum að list sem hann leikur, segir máltækið (Guðmundur Finnbogason, 1903/1994). Þetta telur höfundur að sé kjarninn í þeirri kennsluaðferð sem vinna með LEGO býður upp á. Þessi formfasti en opni efniviður gefur nemendum tækifæri til að að raungera og prófa hugdettur og hugmyndir sínar með því að búa til áþreifanlega hluti. Þannig fá þeir að reyna hvernig þeir geta haft áhrif á umhverfi sitt allt eftir hugmyndum eða þörfum sínum og annarra. Slík vinna byggir á þeirri þekkingu sem fyrir er, sem og þeirri þekkingu sem getur orðið til í lærdómsferlinu. Nemendur framkvæma, spreyta sig á viðfangsefninu, reka sig á, tengja við fyrri reynslu, verða sér út um nýja reynslu og þá þekkingu sem af henni leiðir. Þetta nám eflist enn frekar í samskiptum og samvinnu við aðra.

Legóþjarkagerð getur verið ákjósanleg leið til að vekja vilja til náms og þá ekki síst í greinum sem margir vilja meina að sé ekki allra, einkum raunvísindum og stærðfræði, tækni og verkfræði. Í gegnum vinnu sína fá nemendur tækifæri til að nálgast þessar greinar, átta sig á efnistökum og gera hugtök fræðanna merkingabær. Legókubburinn einn og sér er magnaður efniviður í kennslu. En það er eins og með öll kennslugögn að það þarf að virkja nemendur og beina þeim í réttan farveg til að fá fram það sem ætlast er til, jafnvel þó að margt annað nám fylgi með.

Greinagerð þessi er hugsuð sem náms- og kennslufræðilegt bakland við leiðsagnarvefinn *Leikur og nám með LEGO: Leiðsagnarvefur um legóþjarka og vélræna högun fyrir nemendur og kennara á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla* en hann má finna á vefslóðinni http://lego.melaskoli.is. Það er markmið höfundar að vefurinn styðji við nemendur og efli áhuga þeirra á helstu þáttum er snúa að vélrænni högun, hönnun, byggingu og forritun legóþjarka. Jafnframt að gera kennurum auðveldara fyrir að nýta sér þetta

tækifæri sem vinna við gerð legóþjarka býður uppá sem er meðal annars að fara inn á svið tækni- og raungreina, samþætta og vekja bókstafinn til lífs.

Vinna við slíka námsstoð, eins og þessum vef er ætlað að vera, er afar margþætt og ekki of sagt að allt taki sinn tíma. Það að læra inn á tækni og beita henni til miðlunar á þann hátt að vel færi hefur verið ögrandi, afar krefjandi, ótrúlega tímafrekt en um leið afar lærdómsríkt. En það var gaman að eiga við þann þátt lokaverkefnisins og hefur verið höfundi afar lærdómsríkt og gefandi. Í leit höfundar að uppruna legóþjarkans í Melaskóla var farið í gegnum mikið af gögnum, þar á meðal blaða- og tímaritsgreinar, og tekið viðtal við Jórunni Pálsdóttur, samstarfskonu Ragnheiðar Benediktsson. Svo var líka farið í gegnum allt legókubbasafn Melaskóla sem reyndist vera mun stærra og fjölbreyttara en höfund grunaði. Höfundur byggði mikið af legókennslugögnum en notaði síðan aðeins brot af því í þetta lokaverkefni og er því með töluverðan efnivið til að birta á vefsíðunni seinna meir.

Tækifærið sem þetta lokaverkefni færði höfundi gerði kleift að taka frá tíma til að gaumgæfa með öðru hvað það er sem gerir vinnu með LEGO svona áhugaverða fyrir nemendur. Í þessu fólst tækifæri fyrir höfund til að kubba sjálfur og fá legóneistann aftur. Að fá svo að kynna sér nýja línu frá LEGO, *LEGO Education WeDo,* var líka kærkomið og á eftir að nýtast afar vel.

Að lokum: Legókubbar geta verið gagnleg, skemmtileg og kærkomin viðbót í kennslu. Þeir geta gefið okkur einstakt tækifæri til að sinna raungreina-, sköpunar- og tækniþáttum á frumlegan og lærdómsríkan hátt, sameinað hug og hönd, hugsun og framkvæmd. Vélræn högun, tölvustýring, forritun og sjálfvirkni, tækni og vísindi, verkfræði, eðlisfræði og stærðfræði, byggt á leik, samskiptum, sköpun og verklegri vinnu. Getur það hljómað betur?

Heimildaskrá

Ackermann, E., Gauntlett, D. og Wekstrom, C. (2009). *Defining… systematic creativity.* LEGO Learning Institute, The LEGO foundation. Sótt 22.03.2014 af http://cache.lego.com/r/legofoundation/-/media/LEGO%20Foundation/Downloads/Foundation%20research/Systematic%20Creativity%20Report.pdf

Aðalnámskrá grunnskóla: Almennur hluti. (2011). *Greinasvið* (2013). Reykjavík: Mennta- og menningarmálaráðuneytið.

Anna Magnea Hreinsdóttir, Ingibjörg Ósk Sigurðardóttir og Jóhanna Einarsdóttir. (2010). Leikur – ritmál – tjáning: Starfendarannsókn um aukið samstarf leikskóla og grunnskóla. *Netla – Veftímarit um uppeldi og menntun*. Sótt af http://netla.khi.is/menntakvika2010/alm/003.pdf

Atli Harðarson. (2001). *Java: Kennslubók í forritun fyrir framhaldsskóla*. 2. útgáfa. Reykjavík: Iðnú.

Brickipedia. (2013). Ole Kirk Christiansen. Sótt 10.03.2014 af http://lego.wikia.com/wiki/Ole_Kirk_Christiansen

Burke, T. (1994). *Dewey´s new logic. A reply to Russel*. Chicago: The University of Chicago Press.

Burnard, P., Craft, A. og Cremin, T. (2006). Pedagogy and possibility thinking in the early years. *SciVerse, Science Direct. 1*(2). Sótt af http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871187106000290

Carlsson, A. og Samuelsson, P. (2008). The playing learning child: Towards a pedagogy of early childhood. *Scandinavian Journal of Educational Research, 52*(6).

Chapman, C., Horsler, M. og Finney, M. (2004). *Hönnun og tækni.* Björn Gunnlaugsson þýddi. Reykjavík: Námsgagnastofnun.

Charles, C. M. (1981). Litla Piaget kverið. Jóhann S. Hannesson þýddi. Reykjavík: Námsgagnastofnun.

Craft, A. (2001). *Little c creativity*. Í A. Craft, B. Jeffrey, og M. Leibling (ritstjórar), *Creativity in education* (bls. 45–61). London: Continuum.

Craft, A. og Jeffrey,B. (2001). *The universalization of creativity*. Í A. Craft, B. Jeffrey, og M. Leibling (ritstjórar), *Creativity in education* (bls. 1–13). London: Continuum.

Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Kalifornía: Sage Publication.

Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow. The Psychology of optimal experience. Steps toward enhancing the quality of life*. New York: HarperCollins Publishers.

Cuffaro, H. K. (1995). *Experimenting with the world: John Dewey and the early childhood classroom*. New York: Teachers College Press.

Dewey, J. (1940). *Education today: The need for philosopy of education*. New York: G. P. Putman´s Sons.

Dewey, J. (1998). *The child and the curriculum*. Í T. M. Alexander og L. A. Hickman (ritstjórar), *The Essential Dewey* (bindi 1). Bloomington: Indiana University Press.

Dewey, J. (2000a). *Hugsun og menntun* (Gunnar Ragnarssonar þýddi). Reykjavík: Rannsóknarstofnun Kennaraháskóla Íslands.

Dewey, J. (2000b). *Reynsla og menntun* (Gunnar Ragnarssonar þýddi). Reykjavík: Rannsóknarstofnun Kennaraháskóla Íslands.

Elísabet Indra Ragnarsdóttir, Ingibjörg Jóhannsdóttir og Torfi Hjartarson. (2012). *Sköpun: Grunnþáttur menntunar á öllum skólastigum*. (Ritröð um grunnþætti menntunar). Reykjavík og Kópavogur: Mennta- og menningarmálaráðuneytið og Námsgagnastofnun.

First Lego League. (Engin dagsetning). *Hvað er FLL?* Sótt 20.04.2014 af http://firstlego.is/?page_id=642

Fraser, E. og Munce, R. (2012). *Where are the STEM students? What are their career interests? Where are the STEM jobs?*. Washington: My College Options og STEMconnector.

Gonzalez, H. og Kuenzi, J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education: A primer*. Sótt 12.08.2014 af http://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf

Guðmundur Finnbogason. (1903/1994). *Lýðme[n]ntun: Hugleiðingar og tillögur*. 1. útgáfa. Akureyri : Kolbeinn Árnason og Ásgeir Pétursson./ 2. útgáfa. Reykjavík: Rannsóknarstofnun Kennaraháskóla Íslands í samstarfi við Félagsvísindastofnun Háskóla Íslands og Sagnfræðistofnun Háskóla Íslands.

Honey, M., Pearson, G. og Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K–12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press.

Hughes, F. (2010). *Children: Play, and development*. Los Angeles: SAGE.

Hurd, D., Johnson, S., Matthias, G., McLaughlin, C., Snyder, E. og Wright, J. (1998). *Kraftur og hreyfing: Almenn náttúruvísindi*. Hafdís Finnbogadóttir ritstýrði íslenskri útgáfu, Hálfdán Ómar Hálfdánarson þýddi og staðfærði. Reykjavík: Námsgagnastofnun.

Ingi Kristinsson. (1989). *Þróunarstarf í Melaskóla*. Í Kristín Jónsdóttir (ritstjóri), *Tölvur í skólastarfi, 1*(1), 7–15. Reykjavík: Menntamálaráðuneytið.

Ingvar Sigurgeirsson. (1999). *Litróf kennsluaðferðanna: Handbók fyrir kennara og kennaraefni*. Reykjavík: Æskan.

Íslensk orðabók. (2007). *Leiðiliður*. Ritstjóri Mörður Árnason. 4. útgáfa. Reykjavík: Forlagið.

Íslenska alfræðiorðabókin P–Ö. (1990). *Sköpunargáfa*. Ritstjórar Dóra Hafsteinsdóttir og Sigríður Harðardóttir. Reykjavík: Örn og Örlygur.

Järvinen, E. (1998). The Lego/Logo learning environment in technology education: An experiment in a finnish context. *Journal of Technology Education, 9*(2). Sótt af http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/jte-v9n2/jrvinen.htmlJohnson, D. og Johnson, R. (1994). *Learning together and alone: Cooperative, competitive and individualistic learning*. Boston: Allyn and Bacon.

Johnson, J., Christie, J. og Wardle, F. (2005). *Play, development, and early education*. New York: Pearson.

Jones, I., Stannard, L. og Wolfgang, C. (2001). *Block play performance among preschoolers as a predictor of later school achievement in mathematics*. Sótt 22.08.2014 af http://www.freepatentsonline.com/article/Journal-Research-in-Childhood-Education/80711096.html

Jórunn Pálsdóttir. (2002). *Skilningur: Dewey og Papert*. Ritgerð til diplóma í tölvu- og upplýsingatækni. Kennaraháskóli Íslands, Reykjavík.

Jórunn Pálsdóttir kennari við Melaskóla og fyrrum starfsfélagi Ragnheiðar Benediktsson, munnleg heimild, 5. febrúar 2014.

Kelleher, C. og Pausch, R. (2005). Lowering the barriers to programming: A taxonomy of programming environments and languages for novice programmers. *ACM Computing Surveys, 37*(2), 83–137. Sótt af http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1089734

Kristján Ketill Stefánsson. (2012). *Eykur áhuga á raungreinum*. Sótt 02.05.2014 af http://www.hi.is/eykur_ahuga_a_raungreinum

Legoff, D. og Sherman, M. (2006). *Long-term outcome of social skills intervention based on interactive LEGO play*. Sótt 27.08.2014 af http://aut.sagepub.com/content/10/4/317.full.pdf+html

Lillemyr, O. F. 2001. *Lek på alvor: Førskolebarn og lek – en spennende utfordring*. Oslo: Universitetsforlaget.

Lumsden, J. L. (1999). *Evolving creative minds: Stories and mechanisms*. Í R. Sternberg (ritstjóri), *Handbook of creativity* (bls. 153–168). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Malone, K. (2008). *Correlations among knowledge structures, force concept inventory, and problem-solving behaviors*. The American Physical Society. Sótt af http://journals.aps.org/prstper/abstract/10.1103/PhysRevSTPER.4.020107

Molnar, A. (1997). Computers in Education: A Brief History. *T.H.E. Journal, 24*(11), 63–68. Sótt af http://thejournal.com/articles/1997/06/01/computers-in-education-a-brief-history.aspx

Ocko, S. og Resnick, M. (1991). *LEGO/Logo: Learning through and about design*. Í I. Harel og S. Papert (ritstjórar), *Constructionism: Research reports and essays, 1985–1990* (bls. 141–150). Norwood, New Jersey: Ablex publishing corporation.

Oddný Sv. Björgvins. (13. september 1992). Tölvan gjörbyltir skólanámi. *Morgunblaðið*, bls. 12b.

Ólafur Páll Jónsson og Þóra Björg Sigurðardóttir. (2012). *Lýðræði og mannréttindi: Grunnþáttur menntunar á öllum skólastigum*. (Ritröð um grunnþætti menntunar). Reykjavík og Kópavogur: Mennta- og menningarmálaráðuneytið og Námsgagnastofnun.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: BasicBooks.

Papert, S. (1993). *The children´s machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York: BasicBooks.

Papert, S. (1999). *Introduction: What is Logo? And who needs it*? Sótt 08.04.2014 af http://www.microworlds.com/support/logo-philosophy-papert.html

Ragnheiður Benediktsson. (2002). Alltaf eru þessir strákar að leika sér! *Flatarmál, 9*(1), 7–9.

Ragnheiður Benediktsson. (1987). *Lógónám fyrir byrjendur*. Reykjavík: Námsgagnastofnun.

Resnick, M. (2013). *Learn to code, code to learn: How programming prepares kids for more than math*. Sótt 23. febrúar 2014 af https://www.edsurge.com/n/2013-05-08-learn-to-code-code-to-learn

Rovai, A. (2001). Building classroom community at a distance: A case study. *Education Technology and Research Development, 49*(4), 33–48. Sótt af http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02504946

Siu, K. og Wong, Y. (2011). A model of creative design process for fostering creativity of students in design education. *International Journal of Technology and Design Education, 22*(4), 437–450.

Stefán Brím. (1997). Þjarki. *Frá orðanefnd 22*(2), 7–8. Sótt af http://www.ismal.hi.is/to/pistlar/pistill.02.97.html

Svanborg Rannveig Jónsdóttir. (2011). *The location of innovation education in Icelandic compulsory schools*. Birt doktorsritgerð: Háskóli Íslands. Sótt af http://skemman.is/stream/get/1946/10748/26655/1/8_desember_Svanborg_Thesis.pdf

Toy Retailers Association. (2014).Toy of the century. Sótt 20.08.2014 af http://www.toyretailersassociation.co.uk/toy-century

Tölvuorðasafn. (2013). *Táta.* Sótt af http://tos.sky.is/search/?srch_string=T%C3%A1ta

Tölvuorðasafn. (2013). *Þjarki.* Sótt af http://tos.sky.is/search/?srch_string=%C3%9Ejarki

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Þuríður Jóna Jóhannsdóttir. (2001). *Veiðum menntun í Netið: Um námskenningar og nýja miðla og áhrif þeirra á nám og kennslu.* Meistaraprófsritgerð: Kennaraháskóli Íslands. Sótt af http://mennta.hi.is/vefir/ust/tjona/medw.htm

Fylgigögn

YFIRSÍÐUR Í LEIÐSAGNARVEF

Leikur og nám með LEGO

Leiðsagnarvefur um legóþjarka og vélræna högun
fyrir kennara og nemendur á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla

FORSÍÐA VÉL OG KRAFTUR TANNHJÓL OG GÍRAR ÞJARKI FORRITUN LEGÓBLOGG NÁM OG KENNSLA

Forsíða

BYGGJUM UPP ÞEKKINGU MEÐ LEGO

Verkefnavinna með LEGO er gefandi og frábær leið til að hagnýta og auka þekkingu, byggja upp færni og stuðla að hæfni. Verkefnavinna með LEGO vekur áhuga og eflir þekkingu okkar í vísindum, forritun og tækni, verkfræði, eðlisfræði og stærðfræði.

„Það verður hverjum að list sem hann leikur," segir máltækið. Í því eru þau meginsannindi fólgin að hæfileikar mannsins þroskast ekki nema við notkun.
Leikur, samskipti, sköpun og verkleg vinna í námi hjálpa okkur að nálgast námsefni, kalla fram áhuga og virkja okkur í þekkingarleit. Legókubbar bjóða upp á gagnlega og skemmtilega viðbót í kennslu. Þeir veita okkur kærkomið og einstakt tækifæri til að sinna sköpunar- og tækniþáttum á frumlegan og lærdómsríkan hátt með því að sameina hug og hönd, hugsun og framkvæmd. Vélræn högun og myndræn forritun, tölvustýring og sjálfvirkni, tækni og vísindi, verkfræði, eðlisfræði og stærðfræði, leikur og samskipti, sköpun og verkleg vinna. Þetta hljómar vel. Góða skemmtun!

Nýjustu fréttir
Rube Goldberg
Reiknað með Lego
Lególyklageymsla!
Mest lesið
Leit
Innskráning

TANNHJÓL & GÍRAR

VÉL OG KRAFTUR

FORRITUN

Leikur og nám með LEGO

Leiðsagnarvefur um legóþjarka og vélræna högun
fyrir kennara og nemendur á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla

FORSÍÐA VÉL OG KRAFTUR TANNHJÓL OG GÍRAR ÞJARKI FORRITUN LEGÓBLOGG NÁM OG KENNSLA

Forsíða | **Vél og kraftur**

VÉL OG KRAFTUR

Vogarstöng

Trissa

Skáflötur

Hjól og ás/öxull

Skrúfa

Þjarki byggir á sjálfvirkni og hann má búa til úr einingum frá LEGO. Vélræn högun leikur stórt og mikilvægt hlutverk í samsetningu legóþjarka en þjarkinn notast ásamt fleiru við hreyfanlega hluti sem hannaðir eru til að vinna ákveðið verk, kalla á orku og eru hluti af aflrænu kerfi eða vél.

Vél er tæki sem auðveldar okkur að vinna tiltekið verk. Vél er í fræðilegum skilningi fyrirbæri sem breytir um stærð eða stefnu þess krafts sem notaður er við vinnu. Þegar talað er um vél í daglegu tali er átt við búnað sem vinnur eða aðstoðar við vinnu og settur er saman úr hreyfanlegum hlutum. Staðreyndin er samt sú að sumar vélar eru án nokkurra hreyfanlegra hluta.

1 2 3 4 5 6 » Endir

VÉL OG KRAFTUR

Vogarstöng

Trissa

Skáflötur

Hjól og ás/öxull

Skrúfa

Leikur og nám með LEGO

Leiðsagnarvefur um legóþjarka og vélræna högun
fyrir kennara og nemendur á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla

FORSÍÐA VÉL OG KRAFTUR TANNHJÓL OG GÍRAR ÞJARKI FORRITUN LEGÓBLOGG NÁM OG KENNSLA

Forsíða | **Tannhjól og gírar**

TANNHJÓL OG GÍRAR

Tannhjól

Lausatannhjól

Hraðabreyting

Stefnubreyting

Sveif

Kambar

1 2 3 4 5 6 7 » Endir

TANNHJÓL OG GÍRAR

Tannhjól

Lausatannhjól

Hraðabreyting

Stefnubreyting

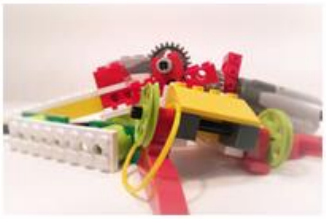
Sveif

Kambar

Leikur og nám með LEGO

Leiðsagnarvefur um legóþjarka og vélræna högun
fyrir kennara og nemendur á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla

FORSÍÐA VÉL OG KRAFTUR TANNHJÓL OG GÍRAR ÞJARKI FORRITUN LEGÓBLOGG NÁM OG KENNSLA



Forsíða | **Þjarki**

ÞJARKI

Hvað er þjarki?

Skoðum WeDo þjarka!

Þjarkar eru orðnir hluti af okkar daglega lífi og líta sjaldnast út eins og við ímyndum okkur. Við eigum í samskiptum við þjarka mörgum sinnum á dag, yfirleitt án þess að leiða hugann að því. Dyr opnast og ljós kvikna sjálfkrafa, umferðarljós stýra straumi fólks og farartækja og reykskynjarinn er stöðugt á verði. Þetta eru allt dæmi um þjarka. Veruleikinn sem við búum við væri allt annar ef þjarka nyti ekki við. Þjarkar eru líka kallaðir róbótar og stundum vélmenni.

1 2 3 » Endir

ÁHUGAVERÐ VEFSÍÐA

Leikur og nám með LEGO

Leiðsagnarvefur um legóþjarka og vélræna högun
fyrir kennara og nemendur á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla

FORSÍÐA VÉL OG KRAFTUR TANNHJÓL OG GÍRAR ÞJARKI FORRITUN LEGÓBLOGG NÁM OG KENNSLA

Forsiða | **Forritun**

FORRITUN

Forritunin er mikilvægur hluti af stýribúnaði þjarkans. Hlutverk okkar er að forrita þjarkann þannig að hann taki á móti skilaboðunum frá ílagstækjum, greini þau og bregðist við með því að senda boð til frálagstækja. Hegðun þjarkans byggist því mikið á forrituninni, sem birtist í því hvernig skrokkur og stýrisbúnaður bregðast við áreiti og framkvæma svo verkefnið sitt.

Hugbúnaðurinn LEGO® Education WeDo™ Software gerir kleift að forrita hegðun legóþjarka í gegnum myndrænt smella-draga-sleppa notendaviðmót. Strax er hægt að prófa og sjá, breyta og bæta. Þannig er hægt að fá upplifun í beinni framkvæmd, hlutgera forritunina og gera hana aðgengilegri fyrir nemendur.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 » Endir

FORRITUN

Opna & tengja

Stuðningur & kennsla
Vinnuborð & hætta
Stjórnborð
Forritun í WeDo
Skynjarakubbar
Skjákubbur
Hljóðkubbur
Lyklaborðskubbur
Reiknikubbur
Scratch

Leikur og nám með LEGO

Leiðsagnarvefur um legóþjarka og vélræna högun
fyrir kennara og nemendur á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla

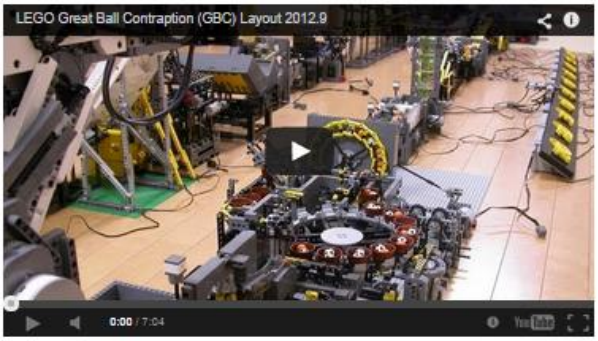
FORSÍÐA VÉL OG KRAFTUR TANNHJÓL OG GÍRAR ÞJARKI FORRITUN LEGÓBLOGG NÁM OG KENNSLA

Forsíða | **Legóblogg**

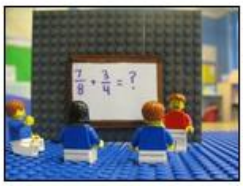
RUBE GOLDBERG

Þegar verið er að undirbúa nám og kennslu með hjálp legóþjarka getur verið skemmtileg nálgun að hita upp með auðveldu verkefni sem á að flækja í anda Rube Goldberg. Hann var var verkfræðingur að mennt en varð frægur fyrir teiknimyndapersónur sínar og þá einna helst um prófessorinn úrræðagóða sem gerði oftar en ekki ofurflókna vél sem leysti af hendi afar einfalt verkefni. Goldberg-vélar eru tilvaldar í skapandi þrautalausnarverkefni þar sem skemmtanagildið er í fyrirrúmi bæði fyrir þá sem eru að vinna verkefnið og þá sem fá að sjá útkomuna.

Hægt er að finna nánari upplýsingar um Rube Goldberg á Wiki og hér á sfjalar.net



REIKNAÐ MEÐ LEGO



Hægt er að nota legókubba í stærðfræðikennslu á ýmsan hátt. Gaman væri að fá sendar frá ykkur hugmyndir sem hægt væri að setja hér inn fyrir aðra að sjá.

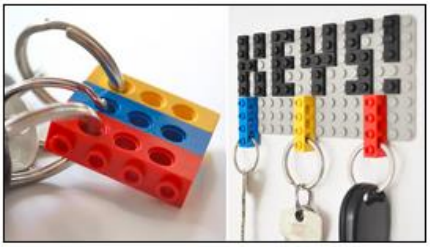
http://ldecola.net/projects/legos/#circles

http://www.scholastic.com/teachers/top-teaching/2013/12/using-lego-build-math-concepts

LEGÓLYKLAGEYMSLA!

Hægt er að nota legókubba til að leysa ýmis „óöruvísi verkefni".

Lyklageymsla er eitthvað sem kæmi sér vel.



Hér er svo Duplo-útgáfan: http://readapta2.blogspot.com.es/2011/12/guarda-llaves-lego.html

MELASKÓLI.IS

Melaskóli - Forsíða

Göngum í skólann 2014

9/11/2014 2:09:36 PM

Nú er hið árlega verkefni Göngum í skólann hafið. Verkefnið var sett miðvikudaginn 10. september og lýkur formlega ...

Hópfundir haustið

Það er endalaust hægt að finna uppá „öðruvísi" legóverkefnum. Hér eru tvær vefsíður til að hita ykkur upp.

http://mashable.com/2014/02/25/lego-uses/

http://www.smosh.com/smosh-pit/photos/25-practical-items-made-legos

Leikur og nám með LEGO

Leiðsagnarvefur um legóþjarka og vélræna högun
fyrir kennara og nemendur á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla

FORSÍÐA VÉL OG KRAFTUR TANNHJÓL OG GÍRAR ÞJARKI FORRITUN LEGÓBLOGG NÁM OG KENNSLA

Forsíða | **Nám og kennsla**

INNGANGUR

Meginmarkmið vefsins er að efla áhuga nemenda á náttúruvísindum, tækni, verkfræði og stærðfræði og stuðla að jákvæðu viðhorfi til námsins. Leitast er við að hjálpa nemendum að ödlast skilning á tæknilegum hugtökum með fjölbreyttum og samþættum viðfangsefnum. Einnig er markmiðið að gera það aðgengilegra og auðveldara fyrir kennara að byrja og halda úti kennslu í gerð legóþjarka.

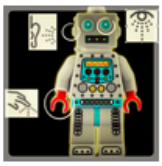
Hlutverk vefsins er að styðja við og varpa ljósi á vélræna högun, hönnun, byggingu og forritun legóþjarka sem kennarar geta nýtt sér við kennslu hjá nemendum á yngsta stigi og miðstigi grunnskóla. Einnig að gera nemendum kleift að nálgast á aðgengilegan hátt fróðleik, skjákennslu og ábendingar um fjölbreytt verkefni sem þeir geta nýtt sér í námi.

Í köflunum *Vél og kraftur* og *Tannhjól og gírar* var stuðst við hugtök og texta annars vegar úr bókinni *Kraftur og vísindi: almenn náttúruvísindi* og hins vegar úr bókinni *Hönnun og tækni*. Umsjónarmaður vefsins er Sveinn Bjarki Tómasson kennari í hönnun og smíði. Þess má geta að námsefni frá LEGO fæst hjá Krumma.

KENNSLA

Nám nemenda í legóþjarkagerð á að einkennast af leik, sköpun, samvinnu og samskiptum. Vinnuferlið byggir á hugmyndum Dewey um ferli ígrundunar sem kallar fram og þjálfar gagnrýna hugsun og meðferð röksemda, áherslu á sköpun og frumleika. Til að gera þetta sýnilegra er hér að neðan kennslufyrirkomulag sem er í þessum anda og byggir á nálgun sem LEGO Education leggur upp með. Kennsluskipulaginu er skipt í fjóra hluta eða þætti: Kveikju, framkvæmd, mat og framhald.

KVEIKJA



Í upphafi hvers verkefnis er mikilvægt að vera með góða kveikju til að draga athygli nemenda að efninu og vekja áhuga. Kveikjur geta verið af mörgum toga, höfðað til reynslu nemenda, falist í stuttum kvikmyndum, verið klípusögur, leikir, hlutverkaleikir, byggst á innlifunaraðferðum eða falist í tilraunum. Fjölmargar aðrar kveikjur væri hægt að nefna. Sem dæmi má nefna spurningar eins og þá hvert sé uppáhaldsvélmenni nemenda. Rosie í The Jetsons, Optimus Prime í Transformers, R2-D2 og C3PO í Star Wars, Wall-E frá Disney, Data í Star Trek eða Terminator? Annað dæmi væri að biðja nemendur að „forrita" hver annan. Nemendur skiptast þá á að leika vélmenni sem skilur fimm skipanir og ekkert annað. Skipanir gætu til dæmis verið þessar: A. Snúa 90° til hægri. B. Snúa 90° til vinstri. C. Hægri fótur fram fyrir þann vinstri. D. Vinstri fótur fram fyrir þann hægri. E. Stopp. Í námsefninu sem fylgir settinu Lego Education WeDo eru myndbútar sem hægt er að nota í kveikjur. Þar birtast persónurnar Mia og Max og sýna hvernig þjarkarnir virka eða lenda í aðstæðum sem kalla á úrlausn nemenda. Svo er einnig að finna myndina Hvað er þjarki? á vefsíðunni sem má nota sem kveikju.

FRAMKVÆMD

Í þessum þætti byggja nemendur og forrita legóþjarkann.

GOTT AÐ HAFA Í HUGA

Það eru nokkrir þættir sem mikilvægt er að hafa í huga áður en stokkið er af stað í legókubbana.

- Tveir nemendur í hóp er kjörstærð, öllu öðru er hægt að koma við.
- Þegar verið er að taka til kubba er gott að nota lokið sem fylgir settunum undir þá. Þannig er lágmörkuð hættan á að kubbarnir glatist. Einnig er gott að afmarka vinnusvæði við eitt nemendaborð. Ef nemendur vinna á gólfinu í kennslustofunni getur líka verið gott að líma maskínupappír á gólfið til að afmarka byggingasvæðið.
- Hlutverkaskipan er mikilvæg og að hver nemandi hafi sínu hlutverki að gegna. Það eru ýmis hlutverk sem þarf að sinna, eins og að lesa leiðbeiningar, finna til kubba, byggja, hanna og breyta, forrita og skrásetja. Dæmi um hlutverkaskipan gæti verið að fá einn til að lesa teikningu og finna til kubba, annan sem setur saman, þriðja sem skráir gögn og forritar, fá hvern og einn til að vera sérfræðing á sínu sviði. Slík verkaskipting er mikilvæg og gefur einstaklingum tækifæri til að átta sig á sínu áhugasviði. Gott er að skipta um hlutverk hjá yngri nemendum þannig að allir fái að gegna hverju hlutverki og máta sig í því. Hlutverkin geta verið mis vinsæl en það gefur tækifæri til að undirstrika hvað hver hlekkur í hópnum er mikilvægur og að samvinna og samskipti eru lykill að árangri. Óvinsælasta starfið er oft skráningin og gott er að gera nemendum ljóst að hún er ekki síður mikilvæg en önnur störf í verkefninu. Hvað eru skýrslur? Eru það mikilvæg gögn? Hvar eru haldnar dagbækur? Af hverju? Á sjó, á spítölum, í skólum, í rannsóknarvinnu.
- Til að gera samvinnuna markvissari og samskipti skilvirkari getur reynst mikilvægt að láta nemendahópa þróa með sér orðfæri að tileinka sér við vinnuna. Nemendur upplifa sig þá frekar en ella sem sérfræðinga og samstillt málnotkun ýtir undir samkennd og samstöðu hópsins. Þegar er talað um plötur, á til dæmis að nefna lengd sinnum breidd. Tala má um bjálka ef kubburinn er einfaldur eða einbreiður (með einfalda röð nabba) og nefna lengd, telja götin eða nabbana og svo lit. Tala mætti um kubb ef hann er tvöfaldur eða tvíbreiður og nefna lengd og lit. Þetta þarf að leggja markvisst inn hjá nemendum.
- Þegar komið er að verkefnalokum er nauðsynlegt að gefa öllum góðan tíma til að ganga frá, flokka, raða og telja. Þetta er mikilvægt fyrir næsta námshóp sem tekur við settinu. Ef einhvern kubbinn vantar verður að gera það sem hægt er til að útvega annan, annars má skrifa skilaboð á viðkomandi sett (til þess mætti nota minnismiða með límrönd).

HANNA OG BYGGJA LEGÓÞJARKA

Huga þarf að ýmsu þegar að búa á til þjarka: Hvað viljum við að þjarkinn geti gert fyrir okkur? Hvaða eiginleika þarf þjarkinn að hafa? Útlit? Liðamót? Grip? Kraft? Vélrænt fyrirkomulag, vélræna högun? Þarna eru margir þættir sem bjóða upp á nánari athugun. Tökum sem dæmi að þjarkinn eigi að taka eitthvað upp, vera með arm, þá þarf að huga að liðamótum, snúningsmiðju, hver er hluturinn sem á að lyfta, hvaðan kemur aflið sem þarf til að þrýsta örmunum saman og lyfta, hvað með grip?

Mikilvægur hluti af samsetningu legóþjarka er vélræn högun en þjarkinn notast við ýmsa hreyfanlega hluti sem hannaðir eru til að vinna verk sem kalla á orku og verða hluti af aflrænu kerfi eða vél. Til stuðnings við þennan þátt eru annars vegar vefhlutinn *Vél og kraftur* og hins vegar *Tannhjól og gírar*. Uppbyggingu þjarka má svo skipta upp í þrjá hluta eins og lýst er í myndinni *Hvað er þjarki?*

FORRITUN

Talað er um forritunarmál sem dregur fram að þau eru táknkerfi líkt og tungumálin sem maðurinn notar til tjáskipta. Hægt er að laga forritunarkennslu að þörfum nemenda og gera hana aðgengilega á svipaðan hátt og í tungumálakennslu. Leggja skal áherslu á og setja það sem markmiðið að nemandinn öðlist stjórn á tölvunni og það sé hann sem segir henni fyrir verkum. Þegar nemendur eru búnir að ná tökum á nýja tungumálinu, geta lesið og skrifað, opnast dyr og nemendur ná að tjá sig og skapa á nýjum forsendum. Í stað þess að vera eingöngu neytendur verða nemendur virkir gerendur, uppbyggjendur, skaparar í sínum stafræna heimi.

Forritun byggist meðal annars á leiðilið sem er sá liður rökfærslu sem leiddur er af öðrum. Til að forrita þarf að nemandi að raða, flokka, þekkja mynstur. Vitsmunaþroski barna verður að vera kominn á vissan stað þannig að hægt sé að fara fram á það við nemendur að temja sér slíkan hugsanagang. Í þróunarsálfræði er því stundum haldið fram að það sé ekki fyrr en um 7 til 11 ára aldurinn að börn fara að þróa með sér hlutlæga rökhugsun. Hún lýsir sér með því að börn fara að gera sér grein fyrir hugtökum sem varða fjölda eða tölu, hugtakatengsl verða hluti af ferli sem þó er bundið við hlutlægar aðgerðir. Nemendur geta glímt við ýmis viðfangsefni í huganum en hugsunin miðast alltaf við áþreifanlega hluti.

Hugbúnaðurinn LEGO Education WeDo Software er hannaður með þetta í huga og gerir notendum kleift að forrita hegðun legóþjarka í gegnum myndrænt smella-draga-sleppa (e. drag-and-drop) notendaviðmót. Byggt er á forritunarumhverfinu LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) frá National Instruments. Þessi hugbúnaður hentar einkar vel fyrir unga nemendur og byrjendur í forritun þar sem hann einfaldar flókin hugtök sem liggja til grundvallar hefðbundinni forritun þannig að notandinn kemst beint í framkvæmd án þess að þurfa að læra merkingarfræði og setningatækni forritunartungumáls eða gagnatög, skipanir, tagskiptingu og aðra eðliseiginleika málsins sem oft reynast veruleg hindrun fyrir áhugasama nemendur sem langar að læra forritun. Forritið beitir þannig upplýsingahuld, einni af grunnstoðum hlutbundinnar forritunar, til að færa forritunina nær forritaranum sjálfum með myndrænum táknum, sem eru í reynd smáforrit eða stefjur, það er samblanda falla, klasa og hluta sem framkvæma svo ákveðin verk. Þetta gerir nemendanum kleift að öðlast innsæi í verkfæri forritunar og hvernig þeim er beitt án þess að týnast í formlegum og smávægilegri þáttum hennar. Þessir þættir eru mikilvægir en geta komið seinna meir. Þannig veitir þessi upplifun á hlutbundinni og beinni framkvæmd verulegan hvata til að halda áfram í gegnum tormeltari hluta forritunar þegar kemur að því að læra þá. Stuðning við *LEGO® Education WeDo™ Software* er að finna á vefhlutanum *Forritun* en þar er einnig að finna stutta kynningu á *Scratch*.

MAT

Þegar verkefninu er „lokið" og nemendur búnir að láta reyna á byggingu, forritun og hönnun þjarkans er gott að virða fyrir sér útkomuna, gaumgæfa hina vélrænu högun, velta fyrir sér hvað nemandi hafi lært, hugleiða hvort einhverjar reglur séu algildar, hvort nefna megi lögmál í því sambandi og þar fram eftir götum. Í þessu ferli tengir nemandinn við fyrri þekkingu, bætir við hana og öðlast dýpri þekkingu á viðfangsefninu. Á meðan á verkefninu stendur er því afar mikilvægt að nemendur skrái hjá sér hvaða áhrif til dæmis ólík samsetning véla, gíra eða kambhjóla hefur á hreyfingu hlutarins eða þjarkans.

Í lokin er mikilvægt að hver hópur kynni sitt verkefni og niðurstöður. Gott er að búa til smá sýningarsvæði í stofunni þannig að hver hópur geti kynnt sitt verkefni og sagt frá því hvað á að gerast hjá þjarkanum, hvað hópurinn þurfti að lagfæra og hvers hann varð vísari og svo sýna þjarkinn og sannreyna hann. Með því að draga verkefnavinnuna svona saman fá nemendur góða yfirsýn yfir ferlið. Um leið er opnað á að allur bekkjarhópurinn geti komið með ábendingar að lausnum og lýst skoðunum á útfærslum einstakra hópa. Jafnfram gefst kennaranum með slíkri kynningu tækifæri að til meta þekkingu, leikni og hæfni einstakra nemenda.

FRAMHALD

Þegar fengist er við mat á verkefninu er mikilvægt að áforma eitthvað um framhaldið, spyrja hvað megi betur fara og hvað gaman væri að prófa. Þegar þráðurinn er svo tekinn upp næst má rifja upp það sem gert var síðast og byggja á því. Rýnivinnan sem í því felst að hópurinn fari yfir ferlið og kynni það með sýningu fyrir samnemendum og kennara, kveikir oft á hugmyndum sem aftur kalla oft á framhald. Framhaldið felur gjarnan í sér að bæta og breyta, gefa sköpunarþættinum enn lausari tauminn og hleypa leiknum meira að. Allt byggt á þeirri reynslu sem nemandinn fékk á fyrri stigum og því að hlusta á verkefnareynslu samnemenda. Framhaldið styður og bætir við þá þekkingu, leikni og hæfni sem fyrir er og því mikilvægt að gefa sér góðan tíma í það.

DÆMI UM UNDIRSÍÐUR Í LEIÐSAGNARVEF

Forsíða | Tannhjól og gírar | **Hraðabreyting**

HRAÐABREYTING

Hraðabreyting í tannhjólakerfi fæst með því að setja saman tannhjól með mismargar tennur. Ef drifhjólið hefur til dæmis 20 tennur og knúna tannhjólið 40 hægir tannhjólakerfið á snúningnum. Fyrir hverja hverja tvo snúninga drifhjólsins snýst knúna tannhjólið einu sinni. Hlutfallið er því tveir á móti einum, 2:1. Samhliða hraðabreytingu verður breyting á krafti. Minni hraði – meiri kraftur. Meiri hraði – minni kraftur.

Setjið saman tannhjól með mismargar tennur og prófið svo að víxla þeim.

Ef verkefnið er ekki frjálst er stuðning að finna í setti 9630, verkefni 9 og svo í setti 9689, verkefni A6, D3 og D4.

< Fyrri Næsta >

TANNHJÓL OG GÍRAR

Tannhjól

Lausatannhjól

Hraðabreyting

Stefnubreyting

Sveif

Kambar

Forsiða | Tannhjól og gírar | **Sveif**

SVEIF

Snúningsásinn er oft knúinn af hreyfli eða sveif. Sveif má einnig nota til að skapa kraftahlutfall líkt og í gíra- og trissukerfi.

Byggið einfalda vél sem er knúin af sveif.

Ef verkefnið er ekki frjálst er stuðning að finna í setti 9630, verkefni F, E, 9 og 10 og svo í setti 9689 verkefni A og D.

< Fyrri

TANNHJÓL OG GÍRAR

Tannhjól

Lausatannhjól

Hraðabreyting

Stefnubreyting

Sveif

Kambar

Forsíða | **Þjarki**

HVAÐ ER ÞJARKI?

Þjarki er settur saman af þremur þáttum. 1. Skrokk 2. Stýribúnaði og 3. Hegðun. Stýribúnaðinum má skipta í ílag, forrit og frálag. Ílag eða ílagstæki geta verið búnaður eins og lyklaborð, snertiskjár, rofar eða nemar. Frálag eða frálagstæki geta verið búnaður á borð við skjá, aflrænt kerfi eins og hreyfill eða loftþrýstikerfi, ljós og hljóð. Með tengibúnaði getur tölvan eða örgjörvinn sem keyrir forrit í þjarkanum, tengst ýmiss konar ílagi, það er tekið við boðum eða áreiti og svarað með ýmiss konar frálagi, einhverjum boðum eða virkni.

Upphaf « 1 2 3 » Endir

ÁHUGAVERÐ VEFSÍÐA

Forsíða | Forritun | **Hreyfiskynjari**

HREYFISKYNJARI

< Fyrri Næsta >

FORRITUN

- Opna & tengja

- Stuðningur & kennsla
- Vinnuborð & hætta
- Stjórnborð
- Forritun í WeDo
- Skynjarakubbar
- Skjákubbur
- Hljóðkubbur
- Lyklaborðskubbur
- Reiknikubbur
- Scratch