

Tilraunahúsið

Úrræði fyrir náttúrufræðikennslu í grunnskólum

Ari Ólafsson

Raunvísindastofnun Háskólans

Vefútgáfa: 22. desember 2004

Ágrip — Hugmyndir að úrræðum fyrir náttúrufræðikennslu í grunnskólum eru kynntar. Umfjöllunin miðast fyrst og fremst við eðlisfræði, efnafræði og tæknigreinar en má yfirfæra til annarra greina eftir þörfum. Úrræðin felast í stuðningi við kennslu í þessum greinum með stofnun vísindasafns (e. Science Center), endurmenntunarkerfi fyrir kennara og stofnun stuðningskerfis (e. resource center) sem veiti ráðgjöf, þrói kennsluáferðir og kennsluefni og leigi út tækjasamstæður til kennslu með tilraunum.

1. Inngangur

Með þessari grein vil ég kynna hugmyndir að úrræðum í náttúrufræðikennslu, sem safnað hefur verið undir vinnuheitinu Tilraunahúsið. Forsendur þessarar hugmynda eru að tæknivætt samfélag okkar kallar á að grunnþekking á raunvísindum sé almenn og traust, bæði vegna atvinnulífs og til þess að fólk geti tekið málefnalega afstöðu til ágreiningsmála um tæknilega þróun.

Flestum ber saman um að kennsla í náttúrufræði í grunnskólum landsins hefur lengi verið í slæmum vítahring. Til kennslustarfa velst að stærstum hluta fólk með bakgrunn úr mála- og félagsfræðibrautum framhaldsskólanna, svo aðsókn að raungreinakjörsviði í kennaramenntuninni er eðlilega lítil úr þessum hópi. Kennurum er hinsvegar ætlað að ráða við allar námsgreinar grunnskólans á yngri skólastigunum utan þeirra fáu sem fengið hafa sérstöðu: heimilisfræði, handavinna og leikfimi. Óöryggi kennara við meðferð hugtaka og fyrirbæra úr raunvísindum smitar mjög fljótt til nemenda og þessar greinar hafa ranglega fengið á sig orð fyrir að vera erfiðar og jafnvel leiðinlegar. Nemendur sem vaxa upp við þessa mynd af raungreinum forðast snertifleti við raunvísindi í menntun og starfsvali þegar fram í sækir, þar á meðal þeir sem leggja fyrir sig kennslu. Þannig lokast vítahringurinn og nú er orðin brýn þörf á að brjóta úr þessum viðjum.

2. Námskrá og innihald náms

Með metnaðarfullum breytingum sem gerðar voru á námskrám fyrir 5 árum, var hlutur raunvísinda í grunnskólanámi aukinn töluvert [1]. En þessum breytingum á umgjörð hafa ekki enn fylgt breytingar á innihaldi að ráði. Það tekur kennarastéttina mörg ár að aðlaga sig að nýju hlutverki. Hlutverki sem menntun þeirra náði ekki til. Ef innihald námsins á að falla að umgjörðinni þarf að koma til stórfellt átak í endurmenntun/símenntun kennara. Breytingar á kennaranáminu sjálfu duga ekki til þar sem nýliðun gengur of hægt. Með þessu aukna vægi sem náttúrufræðin hefur fengið samkvæmt námskrá er orðið tímabært að ræða hvort hún eigi ekki að fá sömu sérstöðu og heimilisfræðin, handavinna og leikfimin. Sérstöðu sem fólgin er í sérhæfðum kennara, sérhæfðu vinnusvæði og tækjabúnaði og minni hópa-stærð nemenda. Eðlilegt kennsluform með tilraunum í náttúrufræði kallar á sérstöðu í öllum þessum atriðum. Margir skólar eru þegar komnir með sérhæft vinnusvæði fyrir náttúrufræðikennslu.

Samheitið náttúrufræði nær yfir margar undirgreinar. Þeim er iðuglega skipt upp í tvo flokka; "mjúk-an" og "harðan", sennilega eftir tengslum við stærðfræði. Til mjúka hlutans teljast líffræði og jarðfræði en til þess harða eðlisfræði, efnafræði og tæknigreinar að svo miklu leiti sem þær eru skilgreindar í námskránni. Kennararnir eiga almennt auðveldara með að fóta sig

af öryggi í mjúka hlutanum og fær hann því meira vægi á kostnað hins. Skólastjórnendur tala jafnvel um líffræðistofuna þegar átt er við kennslustofu sem er sérhæfð fyrir náttúrufræðikennslu. Í framhaldinu mun ég því beina umfjölluninni að kennslu í eðlisfræði, efnafræði og tækni greinum þar sem ástandið er alvarlegast.

3. Erlendir straumar

Við Íslendingar erum ekki einir um þennan vanda með slaka ásókn í raungreina- og tækninám. Evrópusambandið er að undirbúa aðgerðir til að fjölga nemendum í raungreina- og tækninámi á háskólastigi. Eitt af mörgum takmörkum sem sambandið hefur sett sér að ná í menntamálum fyrir árið 2010 er að fjölga nemendum í þessum greinum um 15% og draga um leið úr kynjamismun í þessum hópi. Hvatinn að þessu átaki eru áhyggjur af því að nýliðun í þessum greinum nægi ekki til að halda hátæknisamfélagi framtíðarinnar gangandi og að Evrópusambandið dragist aftur úr í samkeppni við aðra heimshluta. Íslendingar ættu að setja sér töluvert hærra mark þar sem okkar staða er slök.

Vinnuhópur á vegum sambandsins hefur mótað nokkur tilmæli til stuðnings yfirvöldum við endurbætur í þessum málum og menn beina sjónum sínum fyrst og fremst að grunnskólunum [2, 3]. Tilmælin eru birt hér óþýdd til að forðast bjögun á boðskapnum. (Skammstöfunin MST stendur fyrir "Mathematics, Science and Technology" þar sem "Science" er í merkingunni raunvísindi (e. Natural Science))

Recommendation 1

Mathematics, scientific and technology education should be an entitlement for every child and introduced at an early age. It should be mandatory at all levels of compulsory education.

Recommendation 2

More effective and attractive teaching methods should be introduced in mathematics, scientific and technical disciplines at primary and secondary level, in particular by linking learning to real life experiences, working life and society, and by combining classroom-based teaching with appropriate extra-curricular activities (participation in science fairs, festivals, competitions, excursions, science camps, visits to science museums,

encouraging the study of appropriate scientific journals, 'inquiry' learning, etc.).

Recommendation 3

The professional profile and practice of MST teachers should be further enhanced, not only by providing them with opportunities and incentives for updating their knowledge of content, but also by developing the didactics of MST and improving the teaching resources available. Improvements to the provision of effective initial and in-service training are needed, as well as providing incentives and special measures for sustaining the long term engagement of teachers. This will require investment of the necessary resources at all appropriate levels.

Recommendation 4

The needs of special groups (both high and low achievers and young people from different ethnic backgrounds) should be addressed, and the appropriate measures taken to respond to gender-specific attitudes to mathematics, scientific and technical subjects. Teaching methods, pedagogical tools and assessment procedures should be refined and adapted to take account of these specificities.

Recommendation 5

Strong and effective partnerships between schools, universities, research institutions, enterprises, parents and other actors should be strongly encouraged and supported at all levels, both in order to improve the quality and 'userfriendliness' of teaching and with a view to preparing young people more effectively for working life and active citizenship. In this collaborative process, the leading role of universities should be recognized and supported.

Tilmæli 1 til 3 benda á vanda í grunni íslensks skólakerfis, sem er brýnt að bæta. Tilmæli 4 og 5 eiga við skólakerfi sem komin eru með traustari grunn.

Í fyrstu tilmælunum er rætt um að aðgangur að námi í þessum fræðaflokki eigi að vera réttur hvers barns og í því felst sú afstaða að við erum að hafa af þeim rétt með því að sinna málaflokknum ekki vel.

Tilmæli tvö fjalla um leiðir til að tengja námið því

umhverfi sem nemandinn býr við og gera það líflegra. Þar koma fram ýmis hugtök sem enn eru framandi í íslensku samfélagi. Þar á meðal eru: raunvísindahátíðir, raunvísindakeppnir, raunvísindasumarbúðir og raunvísindasafn.

Þriðju tilmælin fjalla um endurmenntun kennara og styrkingu stoðkerfa og verkfæra sem þeir hafa aðgang að í sínu starfi.

Síðasta atriðið sem ég vil nefna um erlenda strauma í þessum málum er hugtakið "resource center". Þetta eru stofnanir sem mynda stoðkerfi fyrir einstakar faggreinar í skólunum. Þar er safnað saman sérfræðingum sem vinna að náms-efnisgerð, veita ráðgjöf um kennslu og tækjabúnað til kennslu og leita nýrra leiða í kennsluháttum sinnar greinar. Stofnanir af þessu tagi spretta nú upp í löndunum í kringum okkur [4, 5, 6]. Hérlandis kemst Námsgagnastofnun næst þessu hlutverki með útgáfu á námsefni fyrir allt grunnskólakerfið en fæst ekki við ráðgjafahlutverkið. Mikilvægi ráðgjafahlutverksins eykst stórlega með breytingum á áherslum í kennsluháttum í náttúrufræði frá bóknámi til náms með tilraunum og vettvangsskoðun.

4. Tilraunahúsið

Úr framansögðu les ég að það sem íslenskt skólakerfi vantar brýnast til að sinna kennslu í eðlisfræði, efnafræði og tæknigreinum vel er:

- Kröftugt átak í endurmenntun kennara svo þeir hafi fagþekkingu til að sinna þessum greinum af öryggi.
- Stoðkerfi fyrir kennara í þessum greinum.
- Vísindasafn.

Vegna smæðar okkar samfélags er eðlilegast að fella þessi 3 atriði undir einn hatt sem ég hef gefið vinnuheitinu *Tilraunahúsið*. Atriðin þrjú eru skyld og með þessu móti fæst samnýting starfskrafta, tækjabúnaðar og húsnæðis. Þriggja stofna verkefnaundirstaða gerir Tilraunahúsið styrkara.

Núverandi hugmyndir um hlutverk hússins eru:

- Að reka sýningarsali með tilraunauppstillingum í eðlisfræði, efnafræði og tæknigreinum. Áhersla verði lögð á að sýningargestir verði þátttakendur í tilraununum en ekki aðeins áhorfendur. Salirnir verði opnir bæði skólabekkjum og almenningi.
- Endurmenntun kennara til að tryggja að þeir geti kennt eðlis- og efnafræðihluta nýrrar námsskrár af

öryggi. Húsið búi yfir tækjabúnaði til verklegrar kennslu sem geti orðið fyrirmynd skólanna.

- Rekstur stoðkerfis fyrir þessar námsgreinar með þróun og útgáfu námsefnis, ráðgjöf við tækjakaup og verklega kennslu, sem og útleigu á tilraunauppstillingum.
- Að hýsa raunvísinda- og tækniklúbba barna og unglinga og aðstoða við verkefni þeirra. Hýsa stök rannsóknaverkefni svo sem viðfangsefni þátttakenda í keppninni Ungir Vísindamenn.

Safnhlutverkið nær langt út fyrir skólakerfið og hefur snertifleti við óformlega almannafræðslu, afþreyingariðnað og ferðamannaíðnað. Fyrir eru til tveir vísar að vísindasöfnum í þessum stíl. Það eru *Rafheimar* [7], safn sem Orkuveita Reykjavíkur og Fræðslumiðstöð Reykjavíkur reka í Elliðaárdalnum, og *Vísindaveröldin* [8], safn sem Fjölskyldu- og húsdýragarðurinn rekur í Laugardalnum í Reykjavík. Með framlagi Háskóla Íslands á Menningarnótt sumrin 2003 og 2004 var safnhugmynd Tilraunahússins prufukeyrð í smækkaðri mynd með sýningum í Topshop húsinu fyrra árið og í Öskju og í skeifunni framan við Aðalbyggingu HÍ seinna árið.

Fyrirmyndir að safnhluta Tilraunahússins eru sóttar í safngerðir sem á ensku kallast "Science Centers". Sögu þessara safna má rekja til *Urania* sem var starfrækt í Berlín frá 1888 til 1928. En upphafsmaður nútímaforms þessara safna er talinn Frank Oppenheimer sem stofnaði *Exploratorium* í San Francisco 1969 [9]. Söfnin byggja á þeirri hugsun að gestirnir nálgast vísindin með því að framkvæma sjálfir tilraunir með þeim uppstillingum sem eru fyrir hendi. Síðustu tvo áratugina hefur söfnum af þessu tagi fjölgað mjög í heiminum og víða eru þau helsta stolt borgarbúa. Nýlegt og nærtækt dæmi um vel heppnaða útfærslu er safnið *Experimentarium* í Kaupmannahöfn [10]. Söfnin hafa myndað með sér heimshlutasamtök til að auðvelda samvinnu og þróun. Evrópusamtökin kallast *Ecsite* [11] og Ameríkusamtökin *Association of Science-Technology Centers* [12].

Húsnæði safna af þessu tagi erlendis er ýmist nýbyggingar eða eldri verksmiðjubyggingar. Minnstu söfnin, sem eru gjarna sérhæfð fyrir þrengra svið, eru á innan við 1000 m² gólfleti, og þau stærstu ráða yfir margra tugþúsunda fermetra gólfleti.

Endurmenntun grunnskólakennara hefur verið innan ramma Kennaraháskóla Íslands, Háskóla Íslands, Háskólans á Akureyri og



Mynd 1. Svipmyndir frá sýningu Háskóla Íslands í Öskju á Menningarnótt 2004

endurmenntunarstofnana þeirra. Formið er mest nokkurra daga námsmskeið um afmörkuð efni. Sú endurmenntun sem hér er talað um fyrir kennara sem sinna eðlisfræði- og efnafræðikennslu er víðtækari en svo að þessar stofnanir hafi mannafla, húsnæði eða tækjabúnað til að valda verkinu. En þessum æðri skólastofnunum er málið skylt og vonandi geta þær komið að málinu og haft sín áhrif sem áberandi máttarstólpar Tilraunahússins.

Reynsla höfundar af endurmenntunarnámskeiðum fyrir grunnskólakennara er að þeir finna margir til mikils vanmáttar gagnvart eðlisfræði í sínu starfi og mót-tækilegri hópi nemenda hefur hann ekki kennt. Með breytingum á áherslum í kennsluháttum frá bóknámi til kennslu með tilraunum þurfa kennararnir viðbótarþjálfun. Leita þarf leiða til að losa starfandi kennara undan hluta sinnar venjulegu vinnuskyldu til að þeir geti sótt nokkurra mánaða endurmenntunarnámskeið samhliða kennslustarfi. Börnin eiga kröfu á kennslu í samræmi við námskrá.

Endurmenntun kennara nýtist hinsvegar ekki að fullu nema þeir fái stuðning til að umbylta sínu kennsluformi. Með áherslubreytingum í átt til kennslu með tilraunum þarf ráðgjöf, tækjabúnað, hugmynda-banka og nýtt kennsluefni. Miðstöð til að sinna þessu ráðgjafarhlutverki og nýsköpun fellur vel að öðrum starfsþáttum Tilraunahússins og starfsmanna þess.

Miðstöðin getur líka hýst og aðstoðað við þróunarverkefni kennaranna sjálfra í þessum greinum.

5. Næstu skref

Ráðgert er að stofna undirbúningsfélag með einn starfsmann sem kortleggur viðskiptalegan grundvöll Tilraunahússins og útbýr kynningarefni fyrir stofnanir og almenna fjárfesta reynist grundvöllurinn traustur. Undirbúningsfélaginu er ætlaður eins til tveggja ára starfstími og verður þá lagt niður samhliða öðru tveggja; stofnun Tilraunahússins eða skipbroti þessara hugmynda.

Þakkir

Sigurður Guðmundsson hjá Rannsóknþjónustu HÍ hefur lagt mikið til þessa máls á fyrstu stigum og gerir vonandi áfram. Allar ábendingar og gjörðir sem geta orðið þessu málefni til framdráttar eru vel þegnar.

Heimildir

- [1] *Aðalnámskrá grunnskóla, náttúrufræði, 1999.* Menntamálaráðuneytið, Reykjavík 1999.
- [2] http://www.europa.eu.int/comm/education/policies/2010/doc/maths_sciences_en.pdf
- [3] http://www.europa.eu.int/comm/education/policies/2010/doc/mathsynthesis_en.pdf

- [4] *Tiltaksplan: "Realfag, naturligvis", Strategi for styrkning av realfagene 2002–2007*, s 31. Utdannings- og forskningsdepartementet, Oslo 2002, publikatiónskode F-4142.
- [5] *Education and training in Europe. A report on education and training in Sweden and the shared European goals*, p 33–36. Ministry of education and science, Stockholm 2003, U03.018.
- [6] Dansk naturvidenskabs formidling.
<http://www.formidling.dk>
- [7] <http://www.rafheimar.is/>
- [8] <http://www.husdyragardur.is/htmlphp/visindaverold.htm>
- [9] <http://www.exploratorium.edu/>
- [10] <http://www.experimentarium.dk/>
- [11] <http://www.ecsite.ballou.be/new/index.asp>
- [12] <http://www.astc.org>

Summary:

Ideas to improve the situation with science education in Iceland's primary schools are presented. The discussion focuses on physics, chemistry and technology due to the poor state of affairs with these subjects. A three stage scenario is proposed to facilitate science communication to primary school pupils, primary school teachers and the general public. The scenario is composed of:

- a Science Center
- a reeducation center for primary school science teachers
- a Resource Center for science education.

These three ingredients are all related and together they are expected to make up a vital and lasting unit.

The European Union has presented several goals on educational matters to be reached before the year 2010. One of them is to increase the number of graduates in mathematics, science and technology by 15% and at the same time reduce the gender imbalance in this group. Iceland should set its goals higher due to our low status today. An expert group working for EU has formulated recommendations for local authorities on how to reach these goals. The proposed measures for Iceland are inspired by these recommendations.

Um höfundinn: Ari Ólafsson er dósent í tilrauna- eðlisfræði við Eðlisfræðiskor Háskóla Íslands með rannsóknnaðstöðu á Raunvísindastofnun Háskólans. Hann lauk PhD-gráðu frá Kaupannahafnarháskóla 1990 með sérhæfingu í eðlisfræði leisa og litrófsgreiningu.

Raunvísindastofnun Háskólans
Dunhaga 3, IS-107 Reykjavík
ario@hi.is

Móttekin: 16. nóvember 2004