

Hvernig getur kennsla verið rannsókn?

Um færniþjálfun, mælingar og mat með Precision Teaching¹

Guðríður Adda Ragnarsdóttir

Atferlisgreiningu og kennsluráðgjöf

Í greininni verður leitast við að svara spurningunni hvernig kennsla geti verið rannsókn. Því verður haldið fram að svarið felist í tiltekinni aðferð sem á ensku nefnist Precision Teaching (PT). Rökin sem færð eru fyrir svarinu eru að með PT er hægt að mæta þörfum hvers nemanda og þjálfar markvisst þá leikni sem honum ber að hafa á valdi sínu samkvæmt námskrá. Auk þjálfunarinnar er PT jafnframt kerfisbundin mæliaðferð. Hegðun nemandans er greind í teljanlegar athafnir og vþær skráðar á svonefnt staðlað hröðunarkort. Hröðunarkortið er stýritæki. Nemandinn merkir jafnóðum á kortið hversu vel honum gengur þannig að hægt er að fylgjast nákvæmlega með framförumum og hlutast strax til um framvinduna ef með þarf. Af upplýsingunum á kortinu og með fyrirfram ákveðnum tölulegum forsendum má spá fyrir um framfarir nemandans og ákvarða einstaklingsbundin markmið. Á grundvelli slíkra gagna stýrir kennarinn kennslu sinni, sýnir ótvírætt fram á árangur hennar og tekur ákvarðanir um framhaldið. Fjallað verður sérstaklega um helstu vörður í PT sem eru 1) skynjunar- og verkleiðir, 2) vísitölur, 3) þarfagreining og 4) verkfærið hið staðlaða hröðunarkort. Í lokin verður vikið að því hvernig PT á rætur sínar í aðferðafræði og lykilstodum frumrannsókna í atferlisgreiningu. Vegna upprunans er færniþjálfun með PT einnig kerfisbundin leið til að greina og meta gögnin á hlutlægan, megindlegan (*e. quantitative*) og myndrænan hátt, og til að spá fyrir um hegðun út frá reglufestu hennar. Þar af leiðir sú niðurstaða að Precision Teaching feli í sér svarið við spurningunni: Hvernig getur kennsla verið rannsókn?

Eftirfarandi grein er tileinkuð minningu dr. Ogden Lindsley sem lést þann 10. október 2004. Lindsley var einn nemanda B. F. Skinners. Hann þróaði hugmyndir Skinners og rannsóknir um nám og kennslu (Lindsley, 1972) með því laga aðferðafræði atferlisgreiningar (*e. Experimental Analysis of Behavior*) (Skinner, 1957) að starfinu í skólastofunni (Lindsley, 1992b). Lausn Lindsleys, nefnd Precision Teaching

(Lindsley, 1964a) (einnig nefnt PT) er ein leið til þjálfunar, mælinga og mats á færni, og er dæmi um nýttjar atferlisgreiningar og gagnsemi hennar fyrir daglegt líf (sjá t.d. Eshleman, 2002, 18. mars).

Færniþjálfun og mælingar með Precision Teaching þróuðust upphaflega í sérkennslu þar sem einstaklingsmiðuð þjálfun kom eingöngu til greina (Lindsley, 1971a). Í samhengi þess

¹ Í erindum og fyrri greinum höfundar um Precision Teaching (PT) var sú leið valin að tala ekki aðeins um færniþjálfun, heldur um færniþjálfun með Precision Teaching. Væntanlega eru aðrar leiðir en PT mögulegar til færniþjálfunar, auk þess sem ekki er neitt um efnid að finna á íslensku sem skrifad er af öðrum og styðjast hefði mátt við um þýðinguna. Hins vegar er orðið færniþjálfun nokkuð takmörkuð lýsing á því sem gert er, og því hef ég nú bætt þar við orðunum mælingum og mati. Í þessari grein er Precision Teaching þ.a.l. þýtt sem færniþjálfun, mælingar og mat með Precision Teaching, eða með PT. Í framhaldinu má svo velta því fyrir sér hvaða leið verði best við íslenskun á heiti þessarar þjálfunar- og mælitækni. eru það orðin „hnitmiðuð kennsla“ eða jafnvel „hnitmiðun“? Kemur orðið „hnitun“ til greina, eða þarf þýðingin einnig að vísa til hröðunar (ath. ekki hraða), auk nákvæmninnar og mælitækisins sem þessar hugmyndir um þýðingu fela í sér?

sem hér er til umfjöllunar er nauðsynlegt að benda á að PT er einnig öflugt verkfæri til að meta árangur kennslu (White, 1986) í almennum getublönduðum bekk (Beck, 1981) og við kennslu bráðgerra barna (Duncan, 1972).

Á öldinni sem leið fleygði atferlisgreiningu fram með rannsóknum á námi og hegðun. Eins og á öðrum vísindasviðum er þekkingar í atferlisgreiningu leitað með kerfisbundnum hætti. Aðferðunum er ítarlega lýst svo aðrir geti endurtekið sömu rannsóknirnar annars staðar og á öðrum tíma. Ef hliðstæðar niðurstöður fást ítrekað, eykst trúverðugleiki þeirra og líkur á að þær sýni algildar reglur um hegðun.

Forsenda þessa er að viðfangsefnið sé vel skilgreint og ekki fari á milli mála hverjar hinar merkjanlegu mælieiningar þess eru. Til að mæla hegðun og breytingar á henni er hún hlutuð í teljanlegar einingar, hvort sem er á rannsóknastofu eða í skólanum. Einingarnar getum við kallað athafnir (Guðríður Adda Ragnarsdóttir, 1997). Athafnir sem felast í hegðun nemandans og hegðun kennarans eru þær frum- og fylgibreytur sem nauðsynlegt er að skilgreina ítarlega og magnbinda. Á grundvelli þess er hægt að lýsa í smáatriðum atburðarás tilraunar, eða kennslu og þjálfunar, og styðjast við haldbærar tölulegar upplýsingar. Breyturnar eru taldar og skráðar í rauntíma og samband þeirra er greint og metið. Þannig er upplýsinga aflað um reglufestu hegðunarinnar og breytingar á henni.

Slík magnbinding og aðferðalýsing gera öðrum kleift að endurtaka tilraunina eða þjálfunina, og fá væntanlega við það hliðstæðar upplýsingar og fyrri niðurstöður sýndu. Með því að endurtaka tilraunir, kennslu og þjálfun á nýjum viðfangsefnum, safnast smám saman gögn er leidda í (*e. induce*) (Bernard, 1865/1957) reglur sem síðan verður hægt að alhæfa út frá. Þekking um lögmál hegðunar verður til. Þetta þýðir að ólíkt kenningum um nám og kennslu er PT vel útfærð og raunprófuð tækni, sem byggir á haldbærum rökum er felast í sterkum, meginlegum gagnagrunni (*e. data based*) (Binder og Watkins, 1990) sem öllum er

aðgengilegur.

Í greininni verður leitast við að svara spurningunni: Hvernig getur kennsla verið rannsókn? Niðurstaða greinarinnar og svar er, að með færniþjálfuninni Precision Teaching er jafnframt verið að afla tölulegra gagna. Þau segja til um nákvæma stöðu og framfarir viðkomandi nemanda í þeim atriðum námsefnisins sem hann glímir við eftir ólíkum skynjunar- og verkleiðum. Út frá þessum tölulegu gögnum ásamt tilteknum forsendum eða vísitölum sem jafnframt verða kynntar hér, má spá fyrir um mælanlegan árangur nemandans í þeirri færni sem verið er að skoða. PT er sem sagt einnig gagnleg aðferð til að rannsaka hegðun einstaklinga (*e. single subject design, N = 1*) (Barlow og Hersen, 1984), þ.e. til að bera saman athafnir sama einstaklings (*e. within subject design*) hvort sem er innan veggja skólastofunnar eða utan.

Umfjöllunin og niðurstaðan tengist beint þeirri stefnu sem mörkuð var árið 1995 með lögum um grunnskóla. Stefnumörkunin, að skólinn skuli vera fyrir alla og að hver nemandi eigi þar að fá kennslu við hæfi, vekur ýmsar spurningar um framkvæmd kennslunnar og matsaðferðir. Í ljósi þess verður því haldið hér fram að í færniþjálfun, mælingum og mati með PT felist svarið við því hvernig kennarar geti náð svo háleitum markmiðum t.d. í stórum getublönduðum bekk. Og einnig, hvernig þeir geti vitað með vissu hvort markmiðin hafi náðst. Með öðrum orðum, með PT getur kennsla og þjálfun jafnframt verið rannsókn.

Færniþjálfun, mælingar og mat með Precision Teaching

Þrátt fyrir nafnið er tæplega hægt að segja að Precision Teaching sé kennsluáferð eins og það hugtak er almennt notað. PT er frekar eins konar aðferðarammi eða kerfisbundin leið til að

- þjálfa færni einstaklinga á öllum aldri, óháð námsgrein og getu svo færnin geymist og vari áfram í hegðunarminni (*e. repertoire*) þeirra eftir að þjálfun lýkur,

- greina námsefnið í frumeiningar sínar eða eindir (*e. components*) s.s. máhljóð, sem stærri og samsettir þættir þess (*e. composites*) t.d. orð grundvallast á,
- greina stöðugt einstaklingsbundnar þarfir nemandans út frá raunprófuðum færnimörkum (*e. empirically based fluency criteria*) sem hann á að hafa á valdi sínu samkvæmt námsskrá,
- skrá afköst nemandans mæld í tíðni (fjöldi skipta á tímæiningu) á þar til gert graf –staðlað hröðunarkort (*e. Standard Celeration Chart*),
- meta færni nemandans hlutlægt, megindelega og myndrænt, og bera við fyrri stöðu,
- taka ákvarðanir sem byggðar eru á þeim upplýsingum, og á grundvelli þeirra
- stýra framförum nemandans á markvissan hátt,
- spá fyrir um hversu mikið og hratt nemandanum fari fram í því atriði námsefnisins sem verið er að æfa (Lindsley, 1997).

Hægt er að nýta PT tæknina eina og sér til að þjálfa einstaklinga, mæla og meta færni þeirra og spá fyrir um hvað þeir koma til með að bæta sig mikið. PT gagnast að sama skapi þegar henni er beitt í kjölfar frumkennslu (innlagnar) með öðrum aðferðum. Þar að auki ber að undirstrika að þegar þjálfað er með PT í kjölfar kennsluáðferða sem einnig fela í sér mælingu á námshegðuninni (Potts o.fl., 1993) s.s. Direct Instruction (Engelman og Engelman, 1966), þá sýna gögnin endurtekið að það tvíeyki **bættir** færni (hærrí tölur) miðað við það sem áður var og **flýttir** henni (brattari lína á hröðunarkorti) til muna (Lindsley, 1997, bls. 538).

Í því sambandi má nefna kennslulíkan Morningside Academy skólans (Guðrífur Adda Ragnarsdóttir, 2000, a og b) og tölur um árangur þess með tvenndinni Direct Instruction og PT. (Sjá einnig Desjardins og Slocum, 1993; Freeman og Haughton, 1993a; Johnson og Layng, 1992; Maloney, 1998).

Það sem einkennir þjálfun, mælingar og mat með PT er: 1. Skynjunar- og verkleiðir, 2. Vísitölur, 3. Þarfagreining, og 4. Hröðunarkort.

1. Skynjunar- og verkleiðir

Ef gengið er út frá því að hlutverk kennarans sé að auka tíðni tiltekinna athafna í fari nemenda sinna, þurfum við að vita fyrir fram hvað það er sem kennslan á að framkalla, þ.e. hvaða breytingar koma til með að verða á hegðun nemandans. Jafnframt því þarf einnig að skilgreina vel hvað það er í kennslunni sem veldur þeirri breytingu, þ.e. í hverju frumbreytan felst.

Ef til vill má segja sem svo að megin verkfærið sem kennarinn hafi sé eigin hegðun og samkvæmt því frumbreyta í kennslunni. Hegðun nemandans er síðan sú fylgibreyta sem skoða skal. Til að magnbinda þessar frumbreytur og fylgibreytur er hegðun kennara og nemanda greind og hnitmiðuð (*e. pinpoint*) í merkjanlegar og teljanlegar mælieiningar – svonefndar virkar eða óperant athafnir (Lindsley, 1972) sem mögulega verða endurtekna. Athafnirnar eru nefndar með sagnorðum í nútíð, germynd, s.s. sýnir, segir, ýtir á, merkir, skrifar og bætir við.

Í skólastofunni er fjöldi breyta sem hafa áhrif á hegðun nemandans án þess að vera undir kerfisbundinni stjórn og eru þess vegna mögulegar áhrifabreytur. Til að sýna fram á stýriáhrif þeirra við að breyta hegðun nemandans, þarf að skilgreina skilmerkilega hvaða frumbreytur það eru í PT þjálfuninni sem verið er að skoða hverju sinni.

Taka má dæmi um byrjendakennslu í lestri: Kennarinn segir tiltekið máhljóð, nemandinn hlustar og endurtekur hljóðið. Kennarinn skrifar tákni –bókstaf á töfluna, og segir hvert máhljóð hans er. Nemandinn sér bókstafinn, hlustar á hljóðið og endurtekur það. Kennarinn skrifar bókstafinn á töfluna, og nemandinn umskráir með því að segja hvert máhljóð bókstafsins er án þess að honum sé í þetta skiptið sagt það fyrst. Kennarinn segir tiltekið máhljóð og nemandinn umskráir með því að skrifa bókstafinn sem máhljóðið er táknað með. Síðan þarf nemandinn að geta skrifað bókstafinn án þess að vera kvaddur (*e. prompted*) sérstaklega til þess af kennaranum.

Ferlið lýsir áætlun kennarans um það sem

hann ætlar að kenna nemandanum. Nánar tiltekið, hvað það er sem þeir ætla að gera í kennslustundinni og nemandinn á að geta sagt og gert þegar henni lýkur.

Með styttri rithætti lítur það svona út:

1. Heyra hljóð / segja hljóð.
2. Sjá tákn, heyra hljóð / segja hljóð.
3. Sjá tákn / segja hljóð.
4. Heyra hljóð / skrifa tákn.
5. Hugsa hljóð / skrifa tákn.

Framvindan frá fyrsta lið til þess fimmta felur í sér að þekkingin og leiknin flyst frá kennaranum til nemandans með kennslunni. Nemandinn verður fær um að segja og gera eitthvað – lesa og skrifa, sem hann gat ekki áður. Áreiðanleiki kennslunnar eða rannsóknarinnar er þá ekki fallinn í samkomulagi fólks um það hvernig hegðunin lítur út (*e. topography*), heldur **hvort athöfnin birtist og hafi áhrif á nánasta umhverfi sitt**, þ.e. skilji eitthvað eftir sig (Gilbert, 1978). Verði engin ótvíræð og mælanleg breyting á hegðun nemandans í þá veru sem stefnt er að, hefur honum ekki verið kennt. Aðgerðir kennarans eru þá enn aðeins hluti af hegðunarmynstri hans sjálfs – röð sagðra eða skrifaðra orða (*e. operational*), líkt og þegar erindi er flutt og við svokallaða innlögn námsefnis, en ekki kennsla í þeirri starfrænu (*e. functional*) merkingu sem hér er átt við. Með orðum Barrett (2002:50):

„Descriptions of procedures are sets of working hypotheses to be tested for function. They do not connote function without systematically observed relevant effects on actions by the behavior. *They are components of teacher behavior until student behavior demonstrates their functions as operant components....*”

Þetta þýðir, að við vitum ekki hvort við höfum kennt nemandanum – hvort hann hefur lært eitthvað, fyrr enn hann sýnir það með orðum eða gjörðum á þann hátt sem til stóð.

Samkvæmt ofangreindu er hægt að meta áhrif kennslu með raunvísindalegum (*e. empirical*) aðferðum, þ.e. með vísan í þær breytingar sem verða á hegðun nemanda

vegna aðgerða kennara. Virki ætluð kennsla ekki sem skyldi, þarf að breyta um aðferð.

Þær skynjunar- og verkleiðir sem aðallega tíðkast í flestum skólum eru að kennari sýni og nemandi skrifi, eða að kennari segi og nemandi skrifi, eins og merkt er með X-um í 1. töflu hér að neðan. Í stað þess að tilgreina athafnir kennarans í töflunni, er samhengisins vegna byggt á innlags-/ útlags töflu Haughton (1980) sem lýsir skynjunar- og verkleiðum nemandans. Leiðirnar geta verið aðrar og fleiri. Nemandinn er þjálfaður í gegn um sem flestar og fjölbreyttastar leiðir, en fyrst og fremst þær sem mest reynir á að nota þegar beita skal leikninni sem verið er að þjálf. Einnig þarf nemandinn að fá þjálfun í þeim skynjunar- og verkleiðum sem hann stendur höllum fæti í.

1. tafla. Skynjunar- og verkleiðir.

Út Inn	Segja	Skrifa	Merkja	Tengja
Heyra		X		
Sjá		X		
Hugsa				

Ef dæmi er tekið af tungumálakennslu má ætla að mikilvægt sé að æfa vel skynjunar- og verkleiðina heyra / segja, auk annarra leiða, óháð því hvort nemandanum þyki betra að vinna eftir heyrnrænum eða sjónrænum fyrirmælum. Gangi nemandanum hins vegar illa að vinna eftir sjónrænum fyrirmælum, þarf hann að æfa sig sérstaklega vel með sjá og segja.

Nákvæmar skilgreiningar á skynjunar- og verkleiðum eru ekki síður mikilvægar fyrir rannsóknir á kennslu. Í PT þjálfun eru margar frumbreytur sem þarf að nefna og skilgreina út frá þeim áhrifum sem þær hafa á hegðun nemandans. Til dæmis þarf að skilgreina hvaða skynjunar- og verkleiðir eru virkar í hvert sinn svo hægt sé að bera saman niðurstöður úr rannsóknum og skilja mun sem í ljós kemur. Sem dæmi um það vísaði Eshleman²

í rannsókn á PT þjáflun þar sem nemendur áttu að nefna evrópskar höfuðborgir. Munur á árangri þeirra í upphaflegu rannsókninni og í þeirri endurteknu var óskýrður þar til hann var skoðaður nánar. Skoðunin sýndi að í fyrri rannsókninni var skynjunar- og verkleiðin sjá kennileiti (Eiffel turninn, Big Ben o.s.frv.) / skrifa nafn borgar, en í seinni rannsókninni var leiðin hins vegar heyra heiti lands / skrifa nafn borgar. Sá munur sem var á niðurstöðunum var óskýrður þar til ljóst var að greinireitið (*e. discriminative stimulus*) í kennslufyrirmælunum, þ.e. frumbreytan, var ekki hið sama í báðum rannsóknum.

2. Vísitölur

Í svonefndu hlítarnámi (*e. Mastery Learning*) (Bloom, 1973) er námsefnið m.a. hlutað í afmarkaðar einingar sem raðað er rökrétt eftir þyngd, með hið léttasta fyrst (Block og Anderson, 1975). Nemendurnir verða að hafa vald á efni sérhverrar einingar –læra hana til hlítar, áður en þeir byrja á þeirri næstu. Námsmarkmið eru skýr og greinandi próf er lagt fyrir nemandann þegar hann hefur lokið við eininguna. Nemendur fá þann tíma sem þeir þurfa til námsins og aðstöðu til að leiðrétta og læra betur það sem upp á vantar í ljósi einingarprófsins.

Samkvæmt Sigríði Valgeirsdóttur (1978:69) þurfa nemendur

„... *mislangan tíma til náms, að stefnt sé í námi að skýrum markmiðum og hagnýttar séu niðurstöður rannsókna á ýmsum þáttum námsferlisins þannig að meirihluti nemenda nái þeim árangri sem aðeins takmarkaður hluti nær með hefðbundnum aðferðum*”. (Leturbreyting S.V.).

Í þessu samhengi og í ljósi aðferða PT sem hér eru til umfjöllunar, skal sérstaklega minnt á að Block og Anderson (1975) ræða um þann skort sem er á samkomulagi um færnimörk (*e. performance standards / criteria*) í hlítarnámsferlinu. Að undanskildum lestri og vélritun virðast engar hlutlægar mælingar að finna í skólum um hvað það þýðir að nemandinn hafi lært eitthvað af námsefninu til hlítar. Kennarar sem beita hlítarnámsaðferðum í kennslu þurfa því að leggja huglægt mat á það

hverju sinni (Kubina, 2000, bls. 85).

Kennsla sem miðar að því að nemendur nái tilgreindu tölulegu viðmiði í tiltekinni færni af því sem þeir eiga að kunna samkvæmt námsskrá, verður þannig aðeins skilgreining á nákvæmni (*e. accuracy*). Það er að segja, hversu mörgum atriðum nemandinn svaraði rétt af öllum mögulegum atriðum. Slík töluleg gögn sýna hlutfall réttra svara, án tilvísunar í það hversu auðvelt það reyndist nemandanum að vinna verkið –hversu hratt hann vann (Binder, 1988). En hundraðshlutfallið vekur síðan fleiri spurningar um nánari viðmið, s.s. hvað þarf nemandinn að ná háu hlutfalli til að teljast hafa lært efnið til hlítar? Er það 70, 80 eða 90%?

Þar sem prósentur segja til um nákvæmni, þá erum við til að mynda litlu nær um lestrarfærni þótt við fáum að vita að 67% nemenda úr tilteknu þýði, s.s. árgangi, „lesi sér til gagns”. Til að hafa einhverja hugmynd um hvort þessir nemendur lásu einnig samfelld og snurdulaust af öryggi og mýkt, er nauðsynlegt að bæta tímamælingum við. Upplýsingar um hve lengi var lesið og hve mikið náðist að lesa á þeim tíma segir okkur hver lestrarhraðinn –tíðnin er, t.d. fjöldi lesinna atkvæða á mínútu. Nemandinn afkastar eins miklu og hann getur án þess að haldið sé aftur af honum með því að skammta það magn námsefnis sem lagt er fyrir hann hverju sinni (*e. free operant behavior*). (Sjá einnig Barrett, 1979 um mæliaðferðir, og Binder, 2003 um færnihemla (*e. fluency blockers*) og þök (*e. ceilings*)).

Með vísun til Haughton (1972) telja Wood o.fl. (1978), Binder og Watkins (1990), og Koorland o.fl. (1990), að mikilvægasta framlag PT rannsókna til kennslu séu **tíðnimarkmið** (*e. frequency aims*) sem nemandinn þarf að ná. Það eru raunprófuð (*e. empirically obtained criteria*) færnimörk eða vísitölur sem tilgreina hver færnin er. Í hinum raunprófuðu vísitölum felst, að æfi nemandinn tiltekin lykilatriði með vinnuaðferðum PT, **muni hann bæta sig vikulega, jafnvel tvöfalt eða meira, þar til þessum tölulegu markmiðum -færnimörkum er náð.**

² Eshleman, J. E. (2003, nóvember). Munnlegar upplýsingar.

Dæmi um nokkrar slíkar þekktar vísitölur eru eftirfarandi:

1. Heyra hljóð / skrifa staf = 80 til 110 stafir á mínútu.
2. Sjá staf / segja hljóð = 100 til 120 hljóð á mínútu.
3. Hugsa staf / skrifa staf (með lykkju að ofan, tengdir) = 120 til 150 stafir á mínútu.
4. Hugsa staf /skrifa staf (með lykkju undir línu, tengdir) = 120 til 150 stafir á mínútu.

(Sjá nánar Mercer, Mercer og Evans, 1982, um 1. lið, og Freeman og Haughton, 1993a, um 2., 3. og 4. lið).

Í fljúgandi færni felst hvoru tveggja, **nákvæmni og hraði**. Ólíkt byrjandanum, leikur sá fljúgandi færi listir sínar nánast ósjálfrátt og án þess að hika (Binder, 1996; Ericsson o.fl. 1993), hvort sem hann les upphátt, reiknar, talar erlend tungumál, sippar, þrjónar, smíðar hús, ekur bíl eða stjórna hljómsveit.

3. Þarfagreining

Í greinunum „Fljúgandi færir nemendur” I og II (Guðríður Adda Ragnarsdóttir, 2000 a og b), lýsir höfundur kennslulíkani Morningside skólans þar sem kennt er með aðferðunum Direct Instruction og PT. Í lýsingunni er m.a. fjallað um það hvernig námsefnið er hannað og námskráin er sérsniðin til að mæta þörfum hvers nemanda.

Flestir nemendur Morningside hafa greiningu um athyglisbrest með ofvirkni (ADHD) þegar þeir hefja námið þar, eru leshamlaðir og eiga í miklum erfiðleikum með að reikna, eða hafa flosnað úr fyrri skólum af ótilgreindum ástæðum (Johnson og Layng, 1992). Nemendurnir ráða ekki við það námsefni sem miðað er við að þeir hafi á takteinum samkvæmt námskrá. Það veldur þeim vaxandi erfiðleikum við að fylgja jafnöldrum sínum í náminu eftir því sem námsefnið verður flóknara og lengra líður á skólaveruna.

Í stað þess að auka frumkennslu (innlögn) við nemendurna, lengja æfingatímann, þyngja eða bæta við verkefnum á því stigi sem þekking og leikni nemandans á að vera samkvæmt

aldri og námsskrá, er námsefnið greint niður í frumeiningar eða eindir (*e. components, elements*) sínar og þeim raðað í rökrétta samfellu eftir þyngd með það einfaldasta fyrst (sjá t.d. Fabrizio og Moors, 2001). Til dæmis er byrjað að kenna nemendum að lesa með því að láta þá kveða að, þar sem leikni þeirra í að umskrá bókstafi í málhljóð og öfugt spáir fyrir um verðandi lestrarfærni (sjá einnig t.d. Lundberg, 1994). Hliðstætt dæmi af framvindu lestrarkennslu á íslensku þar sem farið er frá frumeiningu til samsetningar (Guðríður Adda Ragnarsdóttir, 2002a og 2002c) sést hér á 2. töflu:

Ráði nemandinn ekki við að lesa texta sem hann á að geta lesið miðað við aldur, er bakkað niður á næsta þyngdarstig og athugað hvort hann ræður við atriðin sem þar eru. Svona er haldið áfram koll af kalli, þar til komið er að því stigi þar sem nemandinn strandar ekki lengur. Þar er hafist handa við að kenna honum og þjálfra daglega með stuttum tímatengdum sprettum í þeim eindum námsefnisins sem hann hefur ekki á valdi sínu. Þegar nemandinn nær megindegum færnimörkum sem sett eru fyrir þá skynjunar- og verkleið og námsefniseind sem verið er að æfa, byrjar hann á næsta atriði. Það liggur ofar í þyngdarstiganum og kemur í beinu og rökréttu framhaldi þess atriðis sem hann hefur nú á hraðbergi samkvæmt tilteknum vísitölum. Æfingunum er svo haldið áfram með hliðstæðum hætti, stig af stigi upp

2. tafla. Frá eind til samsetningar.

- | | |
|-----|--|
| 10. | Ýmsar stærri heildir |
| 9. | Efnisgreinar |
| 8. | Langar setningar |
| 7. | Stuttar setningar |
| 6. | Þrjú orð (frumlag, sögn og andlag) |
| 5. | Orð, t.d. ís, ból, þora, dætur, strákur, plægja |
| 4. | Atkvæði t.d. se, lóp, faun, slá, trott, |
| 3. | Samstöfur t.d. sl, pr |
| 2. | Tvíhljóð (diphthongs), t.d. ei, au, æ / au-s, s-au |
| 1. | 1. Hljóð (fón), t.d. a, e, i, o, u, l, m, r, s |

eftir námsefninu.

Í öðrum námsgreinum er unnið með sama lagi. Geti nemandinn t.d. ekki leyst orðadæmi í stærðfræði er athugað hvort hann ræður við þau tækniatriði sem eru nauðsynleg forsenda þess að reikna dæmið. Getur hann hiklaust fundið samnefnara, stytt, tekið til láns eða geymt? Ef svarið er neitandi, þarf að fara aftur á fyrri kröfustig í námsefninu. Getur nemandinn deilt, margfaldað, dregið frá og lagt saman, reiprennandi? Ef ekki, er enn bakkað. Getur hann lesið rétt úr tölum, skrifað þær rétt og talið án þess að þurfa að hugsa sig sérstaklega um?

Greining af þessu tagi miðar út stöðu nemandans í námsefninu. Kennarinn getur komið til móts við hann þar og þjálfað í þeim frumeindum námsefnisins sem nemandinn ræður ekki við, en eru nauðsynlegur undanfari þess sem hann á að geta gert samkvæmt aldri og námskrá.

Johnson og Layng (1994) undirstrika að það sé hönnun námsefnisins – hvernig það er samið, greint og lagt fyrir nemendur, sem ræður ein og sér mestu um þann árangur sem náðst hefur í Morningside skólanum. Til að tryggja árangur hvers og eins nemanda er þó ekki nægilegt að hluta námsefnið í örsmáar eindir. Athafnir nemandans verða að vera í snertingu við hverja einustu eind (*e. component, element*) námsefnisins (Guðríður Adda Ragnarsdóttir, 2000a og b), þ.e. að hann geti beitt reiprennandi þeirri þekkingu eða leikni sem verið er að þjálfa. Þetta þýðir að í kennslu felist ekki eingöngu hin aðgerðabundna (*e. operational*) skilgreining að kennarinn hafi vald á efninu, sýni það eða segi frá því (komist yfir efnið), heldur að kennsla hvernar einustu eindar sem námsefnið er greint í, fullnægi hinni fallbundnu (*e. functional*) skilgreiningu orðsins kennsla (Barrett, 2002), eins og fjallað var um hér að framan.

4. Hröðunarkort.

Þegar eindir námsefnisins eru smáar og færni nemandans er mæld í hvert skipti sem hann lýkur tiltekinni æfingu, er hægt að meta stöðu

hans og framfarir þétt og markvisst. Með PT má kenna allt sem hægt er að gera oftar en einu sinni, frá margvíslegum frumatriðum eins og að telja, skrifa tölustafi eða kveða að röð bókstafa, upp í að kenna merkingu óhlutbundinna (*e. abstract*) hugtaka og önnur flókin fræði. Óháð því hvað verið er að kenna, eru tölulegar upplýsingar um afköstin skráðar á þar til gerð stöðluð hröðunarkort (Lindsley, 1964a) sem sýna getu nemandans og færnileitni (*e. trend*) í þeim atriðum sem verið er að æfa. Hröðunarkort eru skilgreindur hluti PT.

Af upplýsingunum sem skráðar eru á hröðunarkortið sér kennarinn hvort nemandinn hafi náð þeim afköstum sem færnimörkin segja til um, og getur í ljósi þeirra ákveðið hvað gera skuli næst. Þarf nemandinn að æfa atriðin áfram? Er nauðsynlegt að fara til baka á fyrri stig í námsefninu? Eða er tímabært að hann færi sig upp á næsta kröfuprep? Skráning afkasta á hröðunarkort gerir kennaranum kleift að fínstillta kennsluna og mæta þannig þörfum hvers og eins nemanda á hans eigin forsendum.

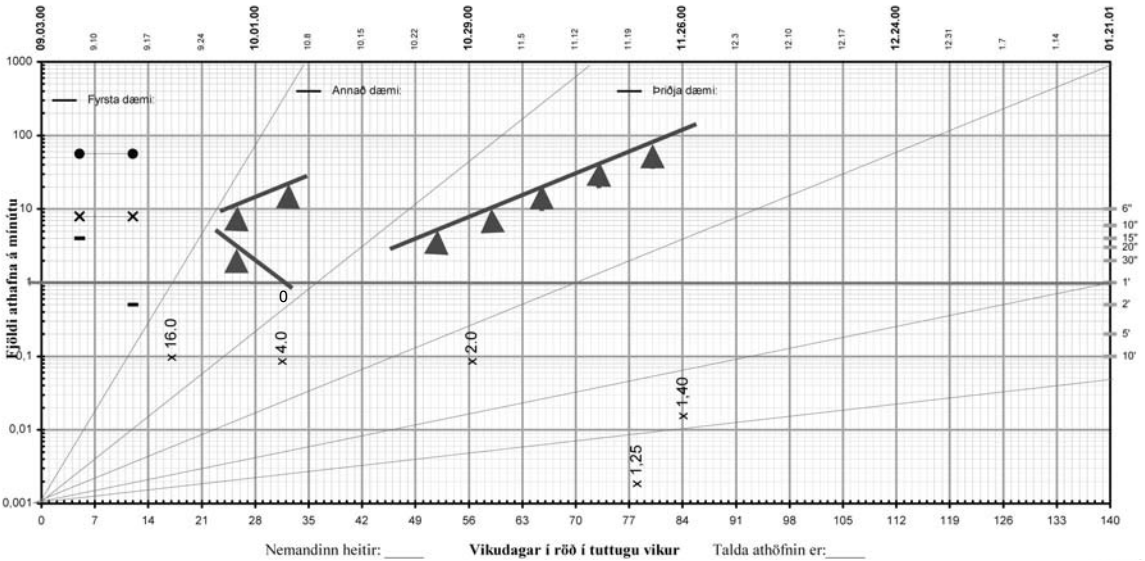
Nemandi sem er að læra tiltekin lykilaþriði s.s. fjórum sinnum töfluna eða beygingu ákveðins greinis í þýsku, endurtekur æfingarnar aftur og aftur þar til hann hefur lausnirnar á hraðbergi, svipað og þekkt er úr íþróttum og tónlistarnámi. Hann skráir afköstin jafnóðum á þá gerð hröðunarkorta sem kalla má æfingakort og velur síðan úr þeim bestu mælingu dagsins til að skrá á dagskortið sitt. Sú skráning sýnir tíðni, þ.e. hnit afkastanna úr æfingunni, og mánaðardags.

4.1 Tíðni

Hröðunarkort spannar tíðni athafna sem geta birst frá einu sinni á sólarhring upp í þúsund sinnum á einni mínútu.

Lárétti ásinn neðst á kortinu sýnir 140 daga í röð sem gerir 20 vikna tímabil. Til að skrá færni í tilteknu námsefni nægir nemandanum þ.a.l. tvö kort yfir veturinn. Þegar hann flytur sig frá einu námsatriði yfir í annað er það merkt á kortið. Þannig má í einni svipan sjá hversu vel gekk með hvert atriði, og þróunina

3. tafla. Eftirlíking hröðunarkorts



í gegn um námsefnið yfir kennslutímabilið t.d. í verkefnum þar sem nemandinn æfði sig með heyra / segja mállhljóð, og heyra / segja atkvæði, upp í heyra / segja orð.

Lárétti ásin efst á kortinu er dagsettur til nánari viðmiðunar. Breiðu lóðréttu línunar tákna sunnudaga. Gagnlegast væri ef samkomulag næðist um það í skólasamfélaginu hver fyrsti skráningardagurinn að hausti ætti að vera og svo aftur í upphafi nýs árs. Það skapaði samræmi milli hröðunarkorta allra nemenda og þau yrðu sambærileg, ólíkt því sem hin ýmsu línurit eru í dag sem gerð eru til að sýna framfarir í námi hjá einstaka nemanda og segja okkur ef til vill mun minna en við hyggjum.

Á lóðréttu ásnum hægra megin á kortinu eru merktar inn tímaeiningar í sekúndum, mínútum og klukkustundum. Lóðrétti ásin vinstra megin sýnir tíðni athafna á margfeldikvarða. Sá kvarði hefur ekki 0. Til að allar skráningar á hröðunarkortinu séu sambærilegar hjá sama nemanda og frá einu korti til annars, eru þær skráðar sem fjöldi réttra og rangra svara á sömu tímaeiningunni sem er ein mínúta. Hnitin, þ.e. fengin tíðni (fjöldi svara/mín.) tiltekinn dag er fundin, og fjöldi **réttra** svara á mínútu er merktur með punkti, en **röng** svör

með x. Ef æfingin reynist villulaus og $x = 0$, er talan 0 skrifuð fyrir neðan miðlínuna sem sýnir tíðnina 1 á einni mínútu.

Ofan láréttu miðlínunnar eru athafnir skráðar sem geta gerst oft á einni mínútu eða frá einu skipti upp í þúsund sinnum. Neðan miðlínunnar er skráð tíðni þeirra athafna sem gerast sjaldnar en einu sinni á mínútu, s.s. tvisvar eða þrisvar á klukkutíma eða jafnvel á sólarhring. Hvert kort má þannig nýta hvoru tveggja fyrir frammistöðu nemandans í skólalærdómnum sem skráð er ofan miðlínunnar, og um daglega framkomu hans og hegðun sem þá er skráð á kortið neðan miðlínu (Guðríður Adda Ragnarsdóttir, 2003b). Í þessari umfjöllun verður athyglinni aðeins beint að efri hluta kortsins sem sýnir árangur kennslunnar á framfarir nemandans í námsefninu.

Þar sem hröðunarkortið sýnir fjölda á mínútu, þarf að margfalda atriðafjöldann samkvæmt því ef æfingaspretturinn er skemmri en ein mínúta. Fyrsta dæmið sýnir tvær mælingar A og B, af „heyra mállhljóð / skrifa bókstaf“. A: Spretturinn varði í 15 sekúndur. Það sést á stutta lárétta strikinu beint fyrir neðan x-ið á samsvarandi láréttri tímalínu (sjá viðmið á lóðréttu kvarðanum hægra megin). Á

þeim tíma náði nemandinn að skrifa 16 stafi í allt, þar af voru 14 stafir réttir og 2 stafir rangir. Á einni mínútu gerir það $14 \times 4 = 56$ rétta stafi og $2 \times 4 = 8$ ranga stafi. Tíðnin 56 á móti 8 er þ.a.l. skráð á kortið. Farið er að með hliðstæðum hætti ef æfingin varir lengur en eina mínútu. B: Spretturinn varði í 2 mínútur eins og sést beint fyrir neðan x-ið á stutta lárétta strikinu neðan miðlínu (sjá tímaviðmið á lóðrétta kvarðanum hægra megin). Á þeim tíma skrifaði nemandinn 128 stafi alls. Af þeim reyndust 112 vera réttir, en 16 rangir. Á einni mínútu gerir það $112/2 = 56$ rétta stafi, og $16/2 = 8$ ranga stafi. Tíðnin 56 á móti 8 er skráð á kortið.

Það skal undirstrikað að skráning rétttra svara og rangra er ætíð aðskilin. Röng svör þróast (aukast og dvína) óháð réttum svörum. Þróun á tíðni, rétttra svara annars vegar og rangra hins vegar, veitir miklar og gagnlegar upplýsingar um nákvæmni og hraða í framvindu námsins í atriðunum sem verið er að þjálf. Á þeim upplýsingum byggir kennarinn ákvarðanir sínar um hvernig haldið skuli áfram. Á vefsíðu John Eshleman (18. mars, 2002) eru sýnd myndræn dæmi um ólíka námsferla (*e. learning pictures*) (Lindsley, 1990) sem myndast eftir því sem nemandanum miðar áfram.

2.2 Hröðun

Hröðun lýsir breytingu sem verður á tíðni hegðunar yfir tiltekið tímabil (Johnston og Pennypacker, 1993). Í PT felur hröðun í sér að fjöldi skipta sem umrædd athöfn birtist á tiltekinni tímaeiningu (mínútu) **á einni viku, eykst** eða **dvínar**. Skal nú tekið einfalt dæmi um hröðun til útskýringa. Nemandi æfir sig í vélritun. Hann slær alls 15 stafi á einni mínútu, þar af 12 rétta og 3 ranga. Formúlan fyrir hröðun er fjöldi skipta margfaldaður með tímaeiningunni í öðru veldi. Í þessu dæmi $12 \times 1^2 = 12$. Upphafstíðnin er 12 og í lok vikunnar hafa aðrir 12 réttir stafir bæst við, þ.e. nemandinn hefur þá tvöfaldað færni sína í innslætti. Ef villunum fækkaði með samsvarandi hætti ($3 / 1^2 = 3$) yrði innslátturinn villulaus í vikulok. Daglegar hraðæfingar og mælingar

sýna þróun frá 12 réttum stöfum og 3 röngum, í 24 rétta stafi og 0 ranga. (Sjá 2. dæmi um hröðun á „hugsa mállhjód / ýta á hnapp með bókstaf“ sem merkt er inn á hröðunarkortið).

En hvað gerir hröðunarkortið staðlað og hver er munurinn á því og öðrum línuritum?

Það sem gerir hröðunarkortið staðlað og greinir það frá öðrum er **brattinn** á hinni línulegu mælingu sem sýnir breytingar á tíðni; hröðun eða dvínun, yfir eina viku. Dagleg skráning á tíðni athafna sem mynda beina (punkta)línu (*e. trend*) með 34° halla yfir 7 daga tímabil á hröðunarkortinu gefur til kynna að nemandinn hafi tvöfaldað leikni sína á einni viku í því atriði sem hann er að æfa (Potts et al., 1993:182 – 183). Þetta þýðir t.d. (sjá 2. dæmi á hjálögðu korti) að nemandinn nær 24 námseindum réttum á einni mínútu úr námsefni sem hann á sama tíma náði 12 réttum svörum úr, einni viku fyrr.

Til að geta sýnt svo mikinn tíðnimun á einni viku, t.d. frá 11 til 22, 38 til 76 eða 102 til 204 og jafnvel stærri, er vel einangruð og áhrifarík frumbreyta grundvallaratriði. Í þessu samhengi er frumbreytan tiltekin leið í kennslunni. (Sjá umfjöllun um skynjunar- og verkleiðir hér að framan).

Á hröðunarkortinu sem hér fylgir eru fimm staðlaðar hröðunarlínur dregnar yfir kortið. Þær sýna til glöggvunar hver brattinn er þegar nemandinn bætir sig mikið í hverri viku. Neðsta hröðunarlínan sýnir að færni hans eykst 1,25 sinnum (25%) á viku. Næsta lína sýnir brattann þegar nemandinn bætir sig 1,4 sinnum (40%) á viku. Síðan sést hver brattinn á hröðunarlínunni er þegar færnin tvöfaldað vikulega, t.d. frá 10 upp í 20 réttar lausnir á mínútu. Að lokum sjáum við brattann á leitnilínunni þegar færnin fjórfaldað á einni viku, t.d. frá 10 upp í 40 réttar lausnir á mínútu, og þegar færnin sextánfaldað, eins og þegar nemandinn bætir sig yfir vikuna með því að ná frá 10 upp í að ná 160 réttum lausnum á mínútu.

4.3 Forspá

Í skólum þar sem kennt er með tvennuni

Direct Instruction / PT eins og í Morningside Academy, er í flestum atriðum námsefnisins miðað við að hver nemandi tvöfaldi færni sína hið minnsta í viku hverri, þar til tilteknum raunprófuðum færnimörkum er náð (Guðríður Adda Ragnarsdóttir, 2001).

Johnson og Layng (1992) vísa í rannsóknir Haughton (1971, 1972, 1980) sem sýndu að hraðabjálfun í þeim frumeindum námsefnis sem reynast nauðsynleg forsenda (*e. tool skills*) þess að leysa samsett verkefni, s.s. ýmis talnatök (*e. math facts*) áður en nemandinn spreytir sig á reikningsdæmum, bætti frammistöðu nemenda sem voru á eftir jafnöldrum sínum svo þeir náðu sömu færni og félagarnir (sjá þó Oddsson, 2000, um að það sé æfingin sjálf sem skipti máli, ekki hraðinn).

Þó nemendur gætu framkvæmt tiltekin tæknileg lykilatriði rétt og nákvæmlega t.d. að skrifa tölustafi eða hljóða sig í gegn um samstöfur, reyndist það ekki vera nægjanlegur undirbúningur til þess að þeir réðu við flóknari verkefni, þótt þau byggðust á sömu eindum og æfðar voru. Til þess þurftu þeir að geta unnið hratt og afkastað miklu á þeim tíma sem þeir höfðu til að æfa lykilatriðin (sjá einnig eldri rannsóknir á skynhreyfileikni, s.s. Gagné og Foster, 1949).

Það er einnig staðfest í síðari rannsóknum (t.d. Binder, 1979; McDowell og Keenan, 2001, 2002) þar sem margvísleg leikni var kennd, að fljúgandi færni -þ.e. há tíðni athafna í einstaka frumatriðum viðfangsefnisins, er nauðsynleg forsenda þess að nemendur nái áreynslulaust tókum á flóknu, samsettu viðfangsefni (*e. composites, compounds*). (Sjá einnig Barrett, 1979, 2002. Sjá þó Oddsson, 2000, og White, 1985 um aðrar niðurstöður og umræðu um mikilvægi æfingarinnar).

Samkvæmt Johnson og Layng (1992, 1996), verja nemendur Morningside auk þess hlutfallslega meiri tíma í að æfa tæknileg lykilatriði fyrri þrepa (*e. low level skills*) heldur en heildirnar sem síðar myndast (*e. higher level skills*). Gögnin sýna að þegar frumeiningar námsefnisins eru æfðar þar til að viðkomandi færnimörkum er náð, lærast

heildirnar hratt og auðveldlega -jafnvel af „sjálfu sér“.

„The higher the frequencies of component behaviors, the greater the acceleration of their composite or more complex behaviors ... Our charts show us again and again that the higher the prerequisite skill rates, the faster a complex skill will be learned.” (Johnson og Layng, 1992:1480).
Og „Increased frequency of composite performances is an indirect product of establishing fluency on the component performances”

(Johnson og Layng, 1996:283).

Í 4. töflu hér fyrir neðan, sem er hluti markvissrar áætlunar kennarans, eru dæmi um hröðunarstuðla og vísitölur sem miðað er við í Morningside skólanum (Johnson, 1999, júlí; 2003, desember). Þar eru einnig dæmi um atriði í námsefninu og skynjunar- og verkleiðir sem nemendur þurfa mögulega að þjálfast í. Einnig sést hvað þeir eiga að geta bætt sig mikið í hverri viku miðað við markvissar, daglegar hraðæfingar, og hver vísitalan er í hverju dæmi (sjá Eshleman 2000, 3. janúar, um muninn á PT æfingum og hefðbundnum hraðæfingum (*e. drill*)). Að óbreyttum daglegum PT æfingum, getur kennarinn með gögnum af þessu tagi spáð fyrir um hver leikni hvers nemanda verður eftir tiltekin tímabil, s.s. eina viku, tvær eða tuttugu.

Dæmi: Á blaði er fjöldi stakra bókstafa og nemandinn æfir sig í að kveða að hverjum staf fyrir sig með því að segja viðeigandi máhljóð upphátt. Í fyrstu æfingunni voru afköst hans 5 rétt máhljóð á einni mínútu. Miðað við daglegar PT æfingar og að þeirri forsendu gefinni að hann tvöfaldi þessa færni sína í hverri viku með „sjá og segja” skynjunar- og verkleiðinni, getur kennarinn spáð því að það taki nemandann eina viku að ná 10 réttum máhljóðum á mínútu, og um fjórar vikur (afköst = 10, 20, 40, 80 hljóð á mínútu) að ná færnimörkunum 70 – 90 máhljóð á mínútu. Það tæki hins vegar annan nemanda sem hefði 12 máhljóð rétt í fyrstu æfingu um þrjár vikur að ná færnimörkunum, auk þess sem sá næði hærri tíðni á þeim tíma, eða 96 máhljóðum. (Sjá 3. dæmi um forspá á „sjá bókstafi / segja

4. tafla. Úr kennsluáætlun

	ATRÍÐI	LEIÐIR	HRÖÐUN	VÍSITÖLUR
1	Tölustafir	Sjá /segja	2,0x	180-200 tölustafir/mínútu
2	Bókstafir	Sjá /segja stök máhljóð	2,0x	70-90 hljóð/mínútu
3	Texti	Sjá /skrifa samfelldan texta	1,25x	160–180 stafir/mínútu

máhljóð” sem merkt er inn á hröðunarkortið).

Pótt hröðunarstuðullinn sé x2 hjá öllum nemendum í bekknum, þ.e. að allir tvöfaldi færni sína á viku, þá verða tíðnitölurnar mismunandi fyrir hvern nemanda. Segja má að slíkar upplýsingar um framfarir nemandans séu eins og áhrif tiltekinnar vaxtaþróentu á bankabók. Inneignin vex í hlutfalli af þeirri innistæðu sem þar liggur fyrir.

Af þessu leiðir að eigi kennsla að vera einstaklingsmiðuð í raun, er merkingarlaust að setja námsmarkmiðin fyrirfram eftir því sem kennarinn vonar, áætlar eða vill að nemandinn geti. Námsmarkmið fyrir hvern nemanda í þeim atriðum sem námskrá setur og með þeim skynjunar- og verkeiðum sem hann þarf þjálfunar við, verða ekki ákveðin fyrirfram. Þau verða aðeins sett eftir að nemandinn hefur gert eitthvað; unnið eina æfingu svo nákvæmar, raunprófaðar tölulegar upplýsingar (tíðni) liggi fyrir um færni hans og afköst.

Verður nú vikið að aðferðafræði frumrannsóknna í atferlisgreiningu sem er fræðilegur og vísindalegur bakgrunnur Precision Teaching, og forsenda þess svars sem gefið er við spurningunni sem lagt var upp með, hvernig kennsla geti verið rannsókn.

Atferlisgreining

Á 4. áratug 20. aldar greindi B. F. Skinner (1935) sig frá öðrum sem höfðu eins og hann verið að rannsaka viðbrögð (*e. reflexes*) í anda Pavlovs (1927). Skinner langaði að vita hvernig hegðun lærðist og var það upphafið að nýrri og sjálfstæðri vísindagreini; atferlisgreiningu.

Atferlisgreining á sér sterka meginlega rannsóknahefð (Ragnar S. Ragnarsson, 2001) sem byggist á íleiðslu (*e. induction*). Hún segir okkur að þegar verið er að skoða hvað

gerist (*e. explorative*) í atferli einstaka lífveru, vekur eðli viðfangsefnisins spurningar sem krefjast annarrar tegundar verkfæra en þeirrar aðferðafræði og ályktunartölfræði sem almennt er kennd og notuð er við kannanir (*e. surveys*) og samanburð á hópum (Henton and Iversen, 1978; Sidman, 1960).

Í atferlisgreiningu eru spurningar og svör byggð inn í framvinduna sjálfa með aðferðum sem stilla hana af jafnóðum (*e. experimental control*). Ólíkt samanburði hópa fela aðferðir atferlisgreiningar í sér að breytingar sem verða á hegðun lífandi vera vegna samspils þeirra við umhverfi sitt eru nákvæmlega (*e. fine-grained*) greindar og mældar um leið og þær eiga sér stað, óháð því hvað við köllum fræðin eða samhengið í hverju tilviki.

Þessi aðferðafræði gerir okkur kleift að spyrja prófanlegra spurninga um **löggengi** hegðunar, og svara þeim með þéttri, kerfisbundinni greiningu og stjórnun á einstaka athöfnum lífverunnar, hvoru tveggja í rannsóknnum sem og með útfærslu þeirrar tækni sem beitt er á vettvangi, s.s. við atferlismótun og færniþjálfun (Chiesa, 1994; Iversen and Lattal, 1991; Lattal and Perone, 1998).

Þeim þáttum sem verið er að rannsaka, þ.e. frum- og fylgibreytum, er stýrt af kostgæfni og eru þær í stöðugri skoðun og símati. Þetta þýðir að spurningum um breytingar á hegðun verður ekki svarað með því að finna meðalgildi frá hópum sem teknir eru með slembivali úr stóru þýði einstaklinga. Þeim verður heldur ekki svarað með ályktunum sem byggðar eru á tölfræðigreiningu á því hvort munur á meðalgildum hópanna sé til kominn vegna kerfisbundinnar íhlutunar, eða tilviljunar einnar saman. Í atferlisgreiningu er m.ö.o. ekki gengið út frá 0 tilgátunni sem forsendu til prófunar.

Innan hins aðferðafræðilega ramma er atferlisgreining vísindaleg vinnuáferð til að

- afla nýrrar þekkingar um hegðun og breytingar á henni, með því að skoða og greina samspil hegðunar við umhverfi sitt, í frumrannsóknnum á rannsóknastofu (*e. experimental*),
- beita þeirri þekkingu sem fæst í frumrannsóknnum á markvissan hátt sem tækni við margvísleg viðfangsefni daglegs lífs (*e. applied*).

Frumrannsóknir í atferlisgreiningu segja okkur, að eins og annað í náttúrunni lýtur hegðun tiltekinni reglufestu (*e. order*) (Sjá t.d. Ferster og Skinner, 1957). Reglufestan er svo aftur forsenda þess að hægt er að **spá fyrir** um hegðunina við tiltekna, skilgreindar aðstæður (Skinner, 1957). Hvað hin hagnýta tækni er kölluð fer eftir viðfangsefni og samhengi - lögmálin eru alltaf þau sömu.

Hegðun verður þá og því aðeins talin og greind með kerfisbundnum hætti, að hægt sé að mæla hana með staðlatri mælistiku sem breytist hvorki með tímanum né við þær breytingar sem á hegðuninni sjálfri verða. Því næmari sem mælistikan er, því áreiðanlegri mynd getur hún gefið af því sem mælt er. Tíðni (*e. frequency*) er slík mælistika; altæk (*e. universal*), næm og algild (*e. absolute*) (Johnston og Pennypacker, 1993). Líkt og hraði bifreiðar er mældur í kílómetrum á klukkustund og lesinn af þar til gerðum hraðamæli, er mælt hversu oft tiltekin athöfn birtist á afmörkuðu tímabili; fjöldi skipta á valinni tímaeiningu, s.s. einni mínútu. Í PT nefnist mælitækið staðlað hröðunarkort, og er eins konar afbrigði af hlaðritanum (*e. cumulative recorder*) sem Skinner útfærði á rannsóknastofu sinni (Ferster og Skinner, 1957). Með því einu að líta á hlaðritið sá Skinner hve oft og þétt athöfnin átti sér stað, þ.e. **rauntíðni** hegðunarinnar. Brattinn á hlaðritinu sagði til um það.

Forsenda þess að tíðni geti verið grundvallarmælistika hegðunar (Barrett, 2002; Skinner, 1950) er að **viðfangsefnið sem mæla skal sé merkjanlegt og í teljanlegum einingum**. Á rannsóknastofunni er umhverfið

einfaldað svo auðveldara sé að greina og stýra áhrifabreytunum af nákvæmni. Í þjálfunarbúri Skinners er slá sem tilraunadýrið ýtir á. Sláin er tengd í gegnum raflíða sem markar tiltekna athöfn og miðlar henni til tölvuforríts sem sýnir okkur hliðstætt graf og penninn gerði á hlaðrita Skinners. Í hvert skipti sem ýtt er á slána hreyfist penninn upp þannig að tíðni og taktur athafnanna skapa það hegðunarmynstur sem myndast á hlaðritinu. Hvert útslag pennans markar hina merkjanlegu og teljanlegu einingu hegðunarinnar –athöfn.

Athöfn sem birtist aftur og aftur í hegðunarstreyminu þegar hún hefur tiltekna afleiðingar eins og mat eða aðrar greiðslur en sést annars ekki, nefndi Skinner **virka athöfn** eða **óperant** (Skinner, 1938). Skilgreiningin á óperant hugtakinu felur í sér auknar líkur þess að merkjanleg og teljanleg athöfn verði endurtekin eftir að hafa framkallað tiltekna afleiðingar eða greiðslur (Guðríður Adda Ragnarsdóttir, 1991:7; Skinner, 1938, 1981). Athöfnin getur verið hver sem er, s.s. að ýta á slá, rétta upp hönd, eða segja mállhljóð, svo dæmi séu tekin. Hvort tiltekin athöfn birtist aftur, jafnvel oft í kjölfar þeirra afleiðinga sem hún framkallar er óvitað nema að það sé prófað. Hvenær tiltekin athöfn er virk (*e. operant / functional*) er m.ö.o. spurning um raunprófun (*e. an empirical question*).

Í samhenginu skal einnig undirstrikaður sá reginmunur sem er annars vegar á hinum „klassísku” tengslum (Pavlov, 1927) þar sem eitt tiltekið áreiti framkallar tiltekið viðbragð (*e. reflexes*), og hins vegar sveigjanleiki hinna virku –óperant sambanda Skinners, þar sem gagnkvæmnin er breytileg³. Sveigjanleikinn felur í sér að

- a) tiltekin athöfn s.s. að nemandi rétti upp hönd, getur framkallað ýmsar ólíkar afleiðingar eins og að kennarinn komi, að kennarinn fari til annars nemanda sem kallar, að kennarinn segi nemandanum að bíða, að kennarinn taki ekki eftir merkinu og haldi bara áfram, eða að kennarinn bjóði nemandanum að hafa orðið, svo dæmi séu tekin.

b) ýmsar ólíkar athafnir s.s. að halda augnsambandi, rétta upp hönd, segja máhljóð, halda jafnvægi á slá, eða standa upp fyrir öðrum, geta framkallað eina tiltekna gerð afleiðinga, t.d. hrós með orðunum „þetta var gott hjá þér, sýndu mér þetta aftur“.

Í Precision Teaching eins og í annarri tækni sem byggist á þekkingu atferlisgreiningar, er það einmitt margbreytileiki sambandanna sem er grundvallarforsenda þess að hægt er að nytja þekkinguna um lögmál hegðunar við jafn margbreytilegar og ólíkar aðstæður og raun ber vitni (Guðríður Adda Ragnarsdóttir, 1991:7), s.s. eins og í skólastofunni þar sem margþætt og flókið samspil er í gangi.

Ekki er dregið í efa að fleira getur haft áhrif á það sem lífveran gerir en markviss íhlutun með færniþjálfun Precision Teaching, eða annarri þekktri tækni sem upprunnin er í atferlisgreiningu. Það er hins vegar á grundvelli hinnar innbyggðu aðferðafræði að atferlisgreiningin hefur það umfram aðrar aðferðir sem einnig geta haft áhrif á breytni manna, **að hægt er að meta með raunprófunum hvernig og hvers vegna breytingar þær sem á hegðuninni verða eru tilkomnar**. Hvort það er vegna markvissrar íhlutunar, kennslu og þjálfunar eða ekki (Guðríður Adda Ragnarsdóttir, 1991:7).

Með atferlisgreiningu er hægt að hlutast til um (*e. intervene*) athafnaslóðina, greina áhrif íhlutunarinnar og sýna fram á með haldbærum rökum hvað það er sem stýri breytingunum, þ.e. að rannsaka árangur kennslu og þjálfunar á námsferlið.

Samantekið má segja, að með útfærslu Skinners kom í fyrsta sinn í sögu sálfræðinnar fram á sjónarsviðið **stöðluð mælieining** og **mælistika** fyrir hegðun. (Sjá nánar Guðríður Adda Ragnarsdóttir, 1991:6).

Á sömu nótum bendir Barrett (2002:73) á, að fyrir tíma Skinners hafi kennslu- og menntunarfræðin ekki haft mælistikuna tíðni og mælitækið hlaðrita, né heldur hafi hún haft nokkra algilda mælieiningu hliðstæða hinni virku athöfn –óperantinum, til að mæla afurðir sínar beint og svo nákvæmlega (*e. fine-*

grained) að hægt væri að sjá árangur kennslu á námsferli um leið og námið ætti sér stað (sjá einnig Greer, 1983).

Þetta er vert að skoða meðal annars í ljósi þess að Kuhn (1970:59) heldur því fram að þróun og siðskipti (*e. paradigm shift*) í vísindum eigi sér stað þegar alkunn sannindi (*e. familiar findings*) reynast ákvörðuð af áður óþekktum breytum, svo aðlaga þurfi tækjabúnað og endurskoða fyrri rannsóknaraðferðir. Að sama skapi má ætla að val mælistiku (tíðni) og þróun skráningartækja svo sem hlaðriti Skinners (1957) og hið staðlaða hröðunarkort Lindsleys (Lindsley 1964a) leiði til námkvæmari greiningar viðfangsefnisins en áður var möguleg og varpi þar af leiðandi nýju ljósi á gerð þess og reglufestu sem rannsakandanum var áður hulin.

Þótt rafrænum skráningum á hegðun verði sjaldnast vel viðkomið í kennslustofunni til vísindalegra eða hagnýtra verka nema þegar nemendur vinna á tölvur, þjóna fíngerðar og næmar mælingar kennaranum engu að síður til að geta hlúð sem best að hagsmunum hvers nemanda. Í kennslu gefa slíkar mælingar forskot umfram það sem annars fæst, þar sem tíðni og hröðun (*e. acceleration*) í framförum nemendanna sýna rannsakendum jafnt sem kennurum þær breytingar sem verða á hegðuninni, slóð hennar eða ferli, jafnóðum og þær birtast.

Precision Teaching tekur einmitt á þeirri knýjandi spurningu hvernig hægt er að stýra hegðun, greina hana, mæla, meta og spá nákvæmlega fyrir um breytingar á henni, inni í skólastofunni (Lindsley, 1964a). Það er vegna uppruna PT í frumrannsóknnum atferlisgreiningar sem hér hefur stuttlega verið rakin, að færniþjálfun og mælingar með Precision Teaching reynist klæðskerasniðin til að svara spurningunni hvernig kennsla geti verið rannsókn.

Samantekt og lokaorð

Færniþjálfun, mælingar og mat með Precision Teaching (PT) er tækni sem Ogden Lindsley þróaði til að bæta og hraða árangri þjálfunar

³ Um breytilega gagnkvæmni sambanda má t.d. sjá í Kerlinger (1973), 5.kafla.

og kennslu sem hann byggði á þekkingu og aðferðafræði frumrannsóknanna í atferlisgreiningu. PT byggir á arfleifð Skinners og er hvort tveggja í senn aðferð til rannsókna, kennslu og þjálfunar. Þrátt fyrir nafnið og þjálfunarþáttinn þá er PT frekar hnitmiðuð aðferð til að mæla, meta og spá fyrir um færni á hlutlægan hátt, en kennsluáðferð í hefðbundinni merkingu þess orðs.

Í greininni var lagt upp með spurninguna hvornig kennsla geti verið rannsókn?

Því er haldið fram að svarið felist í PT og í því sambandi var helstu vörðum tækninnar lýst. Vörðurnar eru fjórar: Skynjunar- og verkleiðir, vísitölur, þarfagreining og staðlað hröðunarkort.

Með umfjölluninni voru leidd að því rök að kennarar sem öðlast haldbæra þekkingu á, og fljúgandi færni í að beita PT í starfi, ráði þar með yfir öflugri tækni til að klæðskerasníða kennsluna eftir þörfum hvers nemanda, og sýna fram á með ótvíræðum hætti hver árangur hennar er.

Einnig var sagt frá aðferðafræði frumrannsóknanna í atferlisgreiningu sem er sérsniðin til að svara spurningum um athafnir einstaklinga og samspil þeirra við umhverfið. Sérstaklega var undirstrikað hvornig PT vörðurnar tengjast lykilstoðum atferlisgreiningar. Stoðirnar eru þrjár: **Mælitæki** sem skráir og sýnir sambönd **mælieininganna** - hinna virku athafna sem mældar eru með **mælistikunni** tíðni –fjölda skipta á tímaeiningu. Þessar lykilstoðir eru forsenda þess að hægt er að greina, prófa og spá fyrir um athafnir einstaklinga með þeim kerfisbundna hætti sem almennt kallast vísindalegur.

Fjallað var um mikilvægi þess að greina námsefnið í frumeindir sínar og raða þeim síðan eftir þyngd með þá einföldustu fyrst. Í því sambandi var undirstrikað að nemandinn æfði sig í og næði valdi á einstökum grundvallareindum efnisins (*e. tool skills*), áður en hann tæki til við næstu eindir eða samsett verkefni sem ofar lögju í kröfustiganum. Einnig var útskýrt hvornig þessi sértæka framsetning námsefnisins, og skynjunar- og

verkleiðir ásamt öðrum athöfnum kennarans, væru þær **frumbreytur** sem skilgreina þarf til að hægt sé að skoða áhrif þeirra á hegðun nemandans, sem er hin skilgreinda **fylgibreyta**. Með hnitmiðaðri greiningu og magnbindingu breytanna er mögulegt að stýra þeim á markvissan hátt. Í frumrannsóknnum skodum við hvornig sambönd frum- og fylgibreyta liggja. Úr slíkri greiningu fæst þekking á eðli sambandanna sem við getum kallað tækni þegar hún er nýtt á vettvangi.

Þegar PT tæknin er notuð í skólastofunni getur kennarinn beitt einni og sömu aðferðinni samtímis við kennslu og vísindaleg vinnubrögð af þessu tagi til að skoða áhrif kennslunnar og námseindanna á hegðun hvers nemenda, jafnvel í stórum getublönduðum bekk. Með PT auka kennarar líkur á því að nemendurnir bæti færni sína a.m.k. tvöfalt í hverri viku í þeim námsefniseindum sem verið er að þjálfa þá í, og „muni“ áfram það sem þeir lærðu.

Jafnframt því sem nemendur eru þjálfaðir í nýjum atriðum námsefnisins, skrá þeir jafnóðum hjá sér á mælitækið hið staðlaða hröðunarkort, nákvæmar, tölulegar upplýsingar um það hvornig þeim gengur. Hröðunarkortið er ekki gagnageymsla, heldur er það **stýritæki**. Það er sú hlutlæga, meginlega og myndræna mælistika sem hver kennari getur haft til að rannsaka stöðugt árangur kennslu sinnar. Á grundvelli þess tekur hann ákvarðanir um hvað hann gerir í kennslunni og hvernig. Á að halda áfram eins, eða þarf einhverju að breyta? Það eru **ákvarðanir sem byggjast á raungögnum frá hverjum nemanda**, en ekki á hugmyndum, kenningum eða tilfallandi tískufyrirbærum.

Af upplýsingum um athafnir nemandans sem skráðar eru á hröðunarkortið, geta nemandinn og kennarinn fylgst nákvæmlega með framvindu námsins. Á hverjum degi, í hverri kennslustund, jafnvel frá einni mínútu til annarrar sjá þeir hvort nemandinn bætir sig, honum fer aftur eða hann stendur í stað. Á grundvelli þessara gagna tekur kennarinn ákvarðanir um hvað gagnlegast er að gera næst:

1. Fer nemandanum fram –hefur hann náð markmiði dagsins þótt hann hafi enn ekki náð lokamarki miðað við gefnar vísitölur? Ef já, er sú ákvörðun tekin að nemandinn æfi sömu atriðin áfram. **Á grundvelli raunstöðu nemandans er nýtt markmið sett fyrir næsta dag.**
2. Er færni nemandans ítrekað langt undir markmiði dagsins? Ef já, er líklegt að hann missi áhugan og efnið sé of þungt, og sýnt að hann hefur ekki vald á þeim grundvallareindum sem eru forsenda þeirra samsettu verkefna sem hann glímur við. Þá er sú ákvörðun tekin að færa hann til í námsefninu og bakka á þann stað þar sem hann ræður við verkefni og kenna honum þaðan.
3. Er færni nemandans langt ofan við markmið dagsins? Ef já, þá er efnið líklegast of létt og verið er að sóa tíma nemandans og auka líkur á því að hann missi áhugan. Þennan nemanda þarf einnig að færa strax til, bara í hina áttina á þann stað þar sem hann hættir að ráða við efnisatriðin. Þar hefst nemandinn handa og fer að æfa sig á framandi verkefnum.
4. Hefur nemandinn náð lokamarkmiði í þeim atriðum námsefnisins sem hann er að æfa miðað við gefnar vísitölur um fljúgandi færni? Ef já, þá er hann tilbúinn að takast á við þau atriði í námsefninu sem koma næst í kröfustiganum.

Matið á stöðunni hverju sinni felst í samburði á tölum og því hversu brött leitnilínan er á hröðunarkortinu. Með öðrum orðum, **ákvörðun kennarans um hvað gera skuli næst í þjálfun tiltekins nemandar byggist á raungögnum um áhrifasamband frum- og fylgibreyta.**

Á grundvelli þeirra upplýsinga sem skráðar eru á hröðunarkortið og út frá tilteknum raunprófuðum færnisvísimum, getur kennarinn einnig spáð til langframa um árangur nemandans í því atriði námsefnisins sem um ræðir. Gögnin sýna okkur hvers eðlis sambandið er og segir kennaranum hvaða áhrif þjálfunin,

skynjunar- og verkeiðirnar, og hönnun og tiltekna eindir námsefnisins hafa á framfarir nemandans. Áhrifasambandið á milli kennslu kennarans og færni og framfara nemandans er augljóst og afdráttarlaust. Ákvarðanir eru teknar í ljósi gagnanna, og eru kennsluáferðin og námsferlið fínstillt samkvæmt þeim. Stýring af því tagi er fyrirbyggjandi og sérlega mikilvæg þeim nemendum sem af einhverjum ástæðum nýtist illa hefðbundin bekkjarkennsla, eða hafa lakan aðbúnað heima við. Með aukinni fjölbreytni í kennaramenntun gætu kennarar sem náð hafa fljúgandi færni í PT keppt um að fá þá nemendur til sín sem mikið eiga eftir ólært í námi og hegðun.

Notkun PT í kennslu gerir kennurum síðast en ekki síst kleift að **ná** markmiðum grunnskólalaga um skóla fyrir alla og einstaklingsmiðað nám. Þeir geta þá einnig **sýnt fram á** árangur kennslu sinnar með ótvíræðum hætti, og **hvernig** þeir fara að því að kenna svo vel, þannig að aðrir geti gert eins. Í stuttu máli, kennsla verður rannsókn.

Heimildir

- Barlow, D. H. og Hersen, M. (1984). *Single case experimental designs. Strategies for studying behavior change* (2. útgáfa). Boston: Allyn og Bacon.
- Barrett, B. H. (1979). Communitization og the measured message of normal behavior. Í R. L. York og E. Edgar (ritstjórar), *Teaching the severely handicapped 4*, (bls. 301 – 318). Columbus, OH: Special Press.
- Barrett, B. H. (2002). *The technology of teaching revisited: A reader's companion to B. F. Skinner's book*. Cambridge, MA: Cambridge Center of Behavioral Studies.
- Beck, R. (1981). *Curriculum management through a data base – validation report for ESEA title IV*. Great Falls, MT: Great Falls public schools.

- Bernard, C. (1865/1957). *An Introduction to the Study of Experimental Medicine*. New York: Dover.
- Binder, C. (1979, júní). Response rate measurement in a mediated transfer paradigm: Teaching severely retarded students to read. Erindi flutt á ráðstefnu The Association for Behavior Analysis, Dearborn, Michigan.
- Binder, C. (1988). Precision Teaching: Measuring og attaining exemplary academic achievement. *Youth Policy, 10* (7), 12 – 15.
- Binder, C. (1996). Behavioral fluency: Evolution of a new paradigm. *The Behavior Analyst, 19*, 163 – 197.
- Binder, C. (2003, nóvember). Removing Ceilings on Performance: *Early Discoveries og Important Implications*. Erindi flutt á 16. Annual International Precision Teaching Conference í Columbus, Ohio.
- Binder, C. og Watkins, C. L. (1990). Precision teaching and Direct instruction: Measurably superior instructional technology in schools. *Performance Improvement Quarterly, 3* (4), 74 – 96.
- Block, J. H. og Anderson, L. W. (1975). *Mastery learning in classroom instruction*. New York: MacMillan.
- Bloom, B. S. (1973). Recent developments in mastery learning. *Educational Psychologist, 10*, 204 – 221.
- Chiesa, M. (1994). *Radical behaviorism: The philosophy og the science*. Boston: Authors Cooperative.
- Desjardins, A. og Slocum, T. (1993). Intergrating Precision Teaching with Direct Instruction. *Journal of Precision Teaching, 10* (2), 20 – 24.
- Duncan, A. D. (1972). The gifted count og chart. Í J. B. Jordan og L. S. Robbins (ritstjórar), *Let's try doing something else kind of thing: The application of behavioral principles in exceptional child education* (bls. 51 – 55). Arlington, VA: Council for Exceptional Children.
- Engelmann, S. og Engelmann, T. (1966). *Give your child a superior mind*. New York: Simon og Schuster.
- Eshleman, J. W. (2002:18. mars). Standard Celeration Chart topics. Vefsíða: <http://members.aol.com/standardcharter/index.html>. Sótt 1. nóvember 2004.
- Eshleman, J. W. (2000:3. janúar). Teaching to Fluency vs. Drill and Practice. Vefsíða: <http://member.aol.com/johneshleman/comment06.html>. Sótt 1. nóvember 2004.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T. og Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review, 100* (3), 363 – 406.
- Fabrizio, M. A. og Moors, A. L. (2001). Building fluent foundation skills for children with autism. Fabrizio / Moors Consulting: Geisladiskur.
- Ferster, C. B. og Skinner, B. F. (1957). *Schedules of Reinforcement*. New York: Appelton.
- Freeman, G. og Houghton, E. (1993a). Building reading fluency across the curriculum. *Journal of Precision Teaching, 10*, 29 – 30.

- Gagné, R. M. og Forster, H. (1949). Transfer of training from practice on components in a motor skill. *Journal of Experimental Psychology*, 39, 47 – 68.
- Gilbert, Th. F. (1978). Human competence. *Engineering a worthy performance*. New York: McGraw-Hill.
- Greer, R. D. (1983). Contingencies of the science and technology of teaching og pre-behavioristic research practices in education. *Educational Researcher*, 12, 3 – 9.
- Guðríður Adda Ragnarsdóttir (1991, 13. apríl). Brautryðjandi í atferlisvísindum. Um atferlisvísindin og tilurð þeirra. *Lesbók Morgunblaðsins*, bls. 6 – 7.
- Guðríður Adda Ragnarsdóttir (1997, febrúar). Pagar risinn rumskar. Um gagnsemi atferlisvísindanna við gæðastjórnun. *Dropinn, blað Gæðastjórnunarfélags Íslands*, 4 (1), 10 – 11.
- Guðríður Adda Ragnarsdóttir (2000a, 8. janúar). Fljúgandi færir nemendur I. *Morgunblaðið; menntun*, bls. 30 – 31.
- Guðríður Adda Ragnarsdóttir (2000b, 15. janúar). Fljúgandi færir nemendur II. *Morgunblaðið; menntun*, bls. 35 – 35.
- Guðríður Adda Ragnarsdóttir (2001, október). Hvernig getum við kennt betur? Erindi flutt á 5. málþingi Rannsóknarstofnunar Kennaraháskóla Íslands: Rannsóknir, nýbreytni og þróun: 7. málstofa um áherslur í skólastarfi, 3.
- Guðríður Adda Ragnarsdóttir (2002a, mars). Direct Instruction and Precision Teaching of phonemic awareness. Examples from Iceland. Erindi flutt á þingi The Experimental Analysis of Behavior Group, í University College í London.
- Guðríður Adda Ragnarsdóttir (2002c, október). Að þjálfá hljóðnáemi. Frumkennsla og færniþjálfun. Erindi flutt á 6. málþingi Rannsóknarstofnunar Kennaraháskóla Ísland: Rannsóknir, nýbreytni og þróun, 5. málstofa um mál.
- Guðríður Adda Ragnarsdóttir (2003b, maí). The relevance of Direct Instruction og Precision Teaching in classroom management. Erindi flutt á árlegri ráðstefnu Norsk Atferdsanalytisk Forening. Storefjell Høyfjellshotell, Noregi.
- Haughton, E. C. (1971). Great gains from small starts. *Teaching Exceptional Children*, 3, 141 – 146.
- Haughton, E. C. (1972). Aims: Growing and sharing. Í J. B. Jordan og L. S. Robbins (ritstjórar), *Let's try doing something else kind of thing: The application of behavioral principles in exceptional child education* (bls. 20 – 39). Arlington, VA: Council for Exceptional Children.
- Haughton, E. C. (1980). Practicing practices: Learning by activity. *Journal of Precision Teaching*, 1, 3 – 20.
- Henton, W. H. og Iversen, I. H. (1978). *Classical conditioning and operant conditioning. A response pattern analysis*. New York: Springer.
- Iversen, I. H. og Lattal, K. A. (1991). (ritstjórar), Experimental analysis of behavior, I. og II. Í J. P. Huston (ritstjóri ritraðar), *Techniques in the behavioral og neural sciences*, 6. New York: Elsevier.
- Johnson, K. R. (1999, júlí; 2003, desember). Vísitölur / færnistuðlar. Viðmið í Morningside Academy. Fjölfölduð gögn og tölvupóstur á ensku.

- Johnson, K. R. og Layng, T. V. J. (1992). Breaking the structuralist barrier: Literacy og numeracy with fluency. *American Psychologist*, 47, 1475 – 1490.
- Johnson, K. R. og Layng, T. V. J. (1994). The Morningside model of generative instruction. Í R. Gardner o.fl. (ritstjórar), *Behavior analysis in education: Focus on measurably superior instruction* (bls.173 – 197). Belmont CA: Brooks-Cole.
- Johnson, K. R. og Layng, T. V. J. (1996). On terms and procedures: Fluency. *The Behavior Analyst*, 19 (2), 281 – 288.
- Johnston, J. M. og Pennypacker, H. S. (1993). *Strategies og Tactics of Behavioral Research*. New Jersey: Lawrence.
- Kerlinger, F. N. (1973). *Foundations of behavioral research*. 2. útgáfa. New York: Holt, Rinehart og Winston.
- Koorland, M. A., Keel, M. C. og Ueberhorst, P. (1990). Setting aims for precision learning. *Teaching Exceptional Children*, 22 (3), 64 – 66.
- Kubina, R. (2000). Fluency in Education. *Behavior og Social Issues*, 10, 83 – 99.
- Kuhn, Th. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lattal, K. A. og Perone, M. (1998). (ritstjórar), *Handbook of research methods in human operant behavior*. New York: Plenum.
- Lindsley, O. R. (1964a). Direct measurement og prosthesis of retarded behavior. *Journal of Education*, 147, 62 – 81.
- Lindsley, O. R. (1971a). Precision Teaching in perspective: An interview with Ogden R. Lindsley. *Teaching Exceptional Children*, 3 (3), 114 – 119.
- Lindsley, O. R. (1972). From Skinner to Precision Teaching: The child knows best. Í J. B. Jordan og L. S. Robbins (ritstjórar), *Let's try doing something else kind of thing: The application of behavioral principles in exceptional child education* (bls.1 – 11). Arlington, VA: Council for Exceptional Children.
- Lindsley, O. R. (1990). Precision Teaching: By teachers for children. *Teaching Exceptional Children*, 22, 1 – 5.
- Lindsley, O. R. (1992b). Why aren't effective teaching tools widely adopted? *Journal of Applied Behavior Analysis*, 25, 21 – 26.
- Lindsley, O. R. (1997). Precise instructional design: Guidelines from Precision Teaching. Í C. R. Dills og A. J. Romiszowski (ritstjórar), *Instructional development paradigms* (bls. 537 – 554). Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications.
- Lundberg, I. (1994). Reading difficulties can be predicted and prevented: A Scandinavian perspective on phonological awareness and reading. Í C. Hulme og M. Snowling (ritstjórar), *Reading development and dyslexia*. Bls. 180 – 199. London: Whurr.
- Lög um grunnskóla, númer 66 (1995). Reykjavík: Menntamálaráðuneytið.
- Maloney, M. (1998). *Teach your children well*. Cambridge, MA: Cambridge Center for Behavioral Studies.
- McDowell, C. og Keenan, M. (2001). Cumulative disfluency: Still evident in our classrooms despite what we know. *Journal of Precision Teaching and Celeration*, 17 (2), 1 – 6.

- McDowell, C. og Keenan, M. (2002). Comparison of two teaching structures examining the effects of component fluency on the performance of related skills. *Journal of Precision Teaching and Celeration*, 18 (2), 16 – 29.
- Mercer, C. D., Mercer, A. R. og Evans, S. (1982). The use of frequency in establishing instructional aims. *Journal of Precision Teaching*, 3 (3), 57 – 63.
- Oddsson, Finnur (2000). Computerized Training Methods: Effects On Retention and Rate of Responding. Óbirt doktorsritgerð. West Virginia University. Sjá: <http://kitkat.wvu.edu:7777/etd/etdDocumentData.jsp>
- Pavlov, I. P. (1927/1960). Conditioned reflexes. *An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. New York: Dover.
- Potts, L., Eshleman, J. W. og Cooper, J. O. (1993). Ogden R. Lindsley and the historical development of Precision Teaching. *The Behavior Analyst*, 16 (2), 177 – 189.
- Ragnar S. Ragnarsson (2001, 5. maí). Atferlisfræði. Sterk og vaxandi vísindagrein. *Morgunblaðið*, bls. 44.
- Sidman, M. (1960). Tactics of Scientific Research. *Evaluating Experimental Data in Psychology*. New York: Basic Books.
- Sigríður Valgeirsdóttir, (1978). Hlítarnám. *Í Lífsstarf og kenning*. Smárit Kennaraháskóla Íslands og Iðunnar, (bls. 68 – 96). Reykjavík: Iðunn.
- Skinner, B. F. (1935). Two types of conditioned reflex and a pseudo-type. *Journal of General Psychology*, 12, 66 – 77.
- Skinner, B. F. (1938/1991). The Behavior of Organisms. *An experimental analysis*. Cambridge MA: B.F. Skinner Foundation.
- Skinner, B. F. (1950). Are theories of learning necessary? *Psychological Review*, 57, 193 – 216.
- Skinner, B. F. (1957). The experimental analysis of behavior. *American Scientist*, 45, 343 – 371.
- Skinner, B. F. (1981). Selection by Consequences. *Science*, 213 (4507), 501 – 504.
- White, O. R. (1985). Aim*Star Wars (Setting aims that compete): Episode I. *Journal of Precision Teaching*, 5, 55 – 63.
- White, O. R. (1986). Precision Teaching – Precision Learning. *Exceptional Children, Special Issue: In search of excellence: Instruction that works in special education classrooms*, 52 (6), 522 – 534.
- Wood, S., Burke, L., Kunzelmann, H. og Koenig, C. (1978). Functional criteria in basic math skill proficiency. *Journal of Special Education Technology*, 2, 29 – 36.

Sjá einnig vefsíður:

Um Direct Instruction:

<http://www.adihome.org/>

<http://www.sra4kids.com/>

Dæmi um skóla þar sem kennt er með Direct Instruction og Precision Teaching:

<http://www.tli.com>

<http://www.morningsideinfo.com>