

B. F. Skinners bok *The Technology of Teaching* fra 1968, og Skinners ideer om programmert opplæring og opplæringsmaskiner. Hvordan har det gått med dem?

Børge Holden

Habiliteringstjenesten i Sykehuset Innlandet, og Habilitering Hadeland

Skoleopplæring ble et tema for Skinner da han besøkte sin datters klasse på en åpen skoledag i 1953. Han mente umiddelbart å se hvordan opplæringen kunne gjøres mer effektiv, særlig med en mer stegvis framgangsmåte, riktig hjelp som fjernes i takt med progresjon, og rask hyppig forsterkning. Dette er hovedelementene i det som ble programmert opplæring, og for en teknisk måte å utføre det på: opplæringsmaskiner, som delvis skulle erstatte læreren. Opplæringsmaskiner ble etter hvert masseprodusert, og kom i en viss bruk på 1960-tallet, særlig i USA, men forsvant fort, delvis på grunn av svake tekniske løsninger. Programmert opplæring levde imidlertid videre, og har hatt noe å si på mange områder, fra opplæring av personer med store lærevansker, til moderne nettbasert opplæring. Artikkelen går gjennom Skinners kritikk av tradisjonell opplæring, Skinners alternativ, og hvordan det gikk med opplæringsmaskiner og har gått med programmert opplæring.

Stikkord: Opplæring, programmert opplæring, opplæringsmaskiner

B. F. Skinner's book *The Technology of Teaching* from 1968, and Skinner's ideas about programmed instruction and teaching machines—how have they fared?

School teaching became a topic for Skinner when he observed his daughter's class on an open schoolday in 1953. Immediately he thought he saw how the teaching could be made more effective, especially with a more stepwise approach, adequate help which is vanished as progress occurs, and rapid frequent reinforcement. These are the main elements of programmed teaching, and of a technical way to conduct it: teaching machines, which in part could replace the teacher. Teaching machines became mass produced, and used to some extent in the 1960s, especially in USA, but quickly disappeared, in part due to limited technical solutions. Programmed teaching, however, lived on, and has had impact in many areas, from teaching persons with large learning difficulties, to current internet based teaching. The article presents Skinners criticism of traditional teaching, Skinner's alternative, and what happened with teaching machines, and has happened with programmed teaching.

Keywords: Teaching, programmed teaching, teaching machines

Skinnerns interesse for opplæring, særlig i skolen

Skinner (1904–1990) skrev om skoleopplæring i *Science and Human Behavior* i 1953, i kapitlet Opplæring (Education). Han åpnet med at «Spør du om salt på god fransk på en amerikansk skole, får du A. I Frankrike får du saltet» (s. 402, min oversettelse, som de kommende), med andre ord: «Opplæring er å etablere atferd som vil være nyttig for personen og andre på et senere tidspunkt» (s. 402), men opplæring la «mer vekt på selve læringen av atferd enn på å vedlikeholde den» (s. 402). Ferdigheter som bare skal vises på skolen, er verdiløse i seg selv, og man så for lite på «ikke opplæringsmessige konsekvenser» (s. 402) som får personen til å fortsette med atferden. Et generelt problem som han påpekte, sin vane tro, var for lite og for dårlig positiv forsterkning, og for mye bruk av straff, og han nevnte bieffekter av aversiv kontroll i opplæring: Elever tar igjen, skulker eller følger ikke med, og får «nevro-tiske» reaksjoner (s. 406). Endring trengtes. Han skrev imidlertid lite i kapitlet som han ikke tok opp i *The Technology of Teaching (TTOT)* (men se Diskusjon), og jeg går ikke mer inn på det.

Skinner mente at gjennom historien hadde «elever lært for å unngå konsekvensene av ikke å lære» (Skinner, 1983, s. 145), det vil si straff, og «Jeg visste hvor sant det var for mine døtre» (Skinner, 1983, s. 64). Han tenkte likevel ikke på å legge seg opp i deres skoleopplæring før han i 1953, på en åpen dag, besøkte sin ni år gamle datters (Deborah, 1944–) klasse i en matematikktime. Elevene skulle løse en oppgave som sto på tavlen. Læreren gikk rundt og pekte «på en feil her og der. Noen elever ble fort ferdige, og utålmodige av ikke å ha noe å gjøre. Andre strevde, med økende frustrasjon» (s. 64). Svarene ble samlet inn, rettet, og gitt tilbake neste dag.

Læreren «brøt to fundamentale prinsipper: elevene ble ikke fortalt med en gang om deres arbeid var rett eller galt (en rettet oppgave 24 timer senere kunne ikke

være en forsterker), og alle gikk like fort fram uavhengig av lekseinnsett eller evner» (Skinner, 1983, s. 64). Hvordan kunne læreren da «forsterke 20–30 elevers atferd til riktig tid, og presentere stoff som hver elev var klar for?» (s. 64). Skinner anslo at å lære matematikk de fire første skoleårene, krevde ca. 25000 steg (s. 68–69), og mente at lærere ikke hadde sjanse til å følge det opp. De var utdaterte som formidlere av forsterkning, og å rette oppgaver lenge etter at de var gjort, var «under intelligente menneskers verdighet» (s. 69). De sa stadig «følg med», og en lærer brukte et klasserom uten vinduer for at elever ikke skulle se ut (s. 146). For å få elevers oppmerksomhet, hadde man begynt med visuelle virkemidler, særlig TV, uten at Skinner så at det hjalp (s. 146). Resultatet av skolens opplæring var at «Selv våre beste skoler kritiseres for manglende evne til å lære elever drillfag, som matematikk» (s. 68).

Skinner kjente igjen situasjonen i laboratoriet da de måtte registrere dyrs atferd for hånd, som fungerte dårlig. Han fant imidlertid opp «skinnerboksen» med den kumulative skriveren som registrerte dyrs responser automatisk, og med en mekanisme som forsterket dyrenes atferd umiddelbart. Den revolusjonerte studiet av operant læring, og Skinner ble raskt kjent for å lære dyr ting som ingen hadde sett før, som duer som spilte «bordtennis» og piano, og aper som gjorde enkle tjenester (Bjork, 1993). «Skinnerboksen» var ikke hans eneste oppfinning. I oppveksten laget han mange tekniske løsninger (Bjork, 1993; Skinner, 1976). I 1943 startet han et prosjekt for å lære duer å styre bomber, og var på god vei før prosjektet ble avsluttet fordi krigen snart ville være over (Bjork, 1993; Skinner, 1983). Etter at han fikk sin andre datter, i 1944, konstruerte han «air crib», en termostatregulert barneseng der barnet lå nakent, og kunne ha mer kontakt med omgivelsene (Skinner, 1945). Ifølge Rutherford (2017) var Skinner «dypt rotfestet i en amerikansk tradisjon med vitenskapspersonen som oppfinner og ingeniør» (s. 292). Å endre atferd etter hans prinsipper,

kalte han gjerne «atferdsingeniørarbeid» («behavioral engineering»).

Skinner ville finne løsninger for opplæring

At «Løsningen [for opplæring] var instrumentering» (Skinner, 1983, s. 68), bør dermed ikke overraske. Bare noen dager etter skolebesøket i 1953, laget han

en primitiv opplæringsmaskin. Regneoppgaver var trykt på kort. Eleven satte et kort i maskinen og komponerte et tosifret svar ved å bevege to håndtak. Rett svar ga et lys i et hull i kortet. I neste modell komponerte eleven svar ved å bevege glidende rekker med tallene fra 0 til 9, og et tall fra hver rekke ble vist gjennom et hull i kortet. Hvis svaret var rett, kom det lys i en korresponderende rekke med hull når eleven beveget et håndtak. (For å sikre at eleven ikke beveget de glidende rekkene for å se etter rett svar, ble de låst hvis håndtaket ble beveget.) (s. 65).

En tidlig forbedring var å trykke oppgaver på plisserte bånd, og at de dukket opp én og én i en bestemt rekkefølge. Også her kunne tallene vises gjennom hull ved å bevege rekke. Når alle hullene var fylt, ble en bryter vridd, og var svaret rett, kom det fram en ny ramme. Var svaret galt, ble bryteren låst, og eleven måtte begynne på nytt (s. 65).

Skinner laget også en klokke som ringte når ny ramme dukket opp. Maskinene ble kalt «skyvemaskiner» (slider machines) (Bjork, 1993, s. 172), og han laget også programmer for staving.

Da han hadde laget sine første maskiner, oppsummerte han deres grunntrekk: Elevene velger ikke, men komponerer svarene. Maskinen sier om svaret var rett eller galt, men gir ikke svaret. Eleven må løse en oppgave før den tar fatt på neste. Eleven kan ikke gå framover eller bakover for å få hjelp fra andre oppgaver. Eleven forsterkes for å gjøre riktig (Skinner, 1983, s. 65). Skinner mente å se tre forhold som elever lærer fort under: Umiddelbar forsterkning, frihet til å jobbe i sitt tempo, og minimering av feil

ved å gi eleven hjelp (i form av priming og prompting, som jeg kommer til) og å fjerne hjelp. Forsterkning skulle ikke bare være umiddelbar: *Hyppig* forsterkning «opprettholdt atferd med styrke» (s. 144).

I 1954 demonstrerte Skinner en selvlaget maskin for matematikk på en konferanse på Universitetet i Pittsburgh (Skinner, 1983, s. 68–69). I 1957 viste han en maskin for geografi som han og en tekniker hadde laget, for American Psychological Association (s. 118–119).

Forsterkning kunne også ha gunstige effekter også utenom selve opplæringen: I 1955 leste Skinner om et forsøk der forsterkning av elevers jobbing økte ro i klasserommet. Han mente at det var en tidlig form for tegnøkonomi, og likte det (Skinner, 1983, s. 118).

Tidlige reaksjoner

I 1954 publiserte Skinner sin første artikkel om opplæring: *The science of learning and the art of teaching* (kapittel 2 i *TToT*). Der mente han, uten lærer erfaring og med bakgrunn fra forskning på læring mest hos dyr, å etablere en ny pedagogisk retning, og å gjøre pedagogisk revolusjon. En lærer i England skrev til ham at «Maskiner som du forespeiler for å lære både staving og regning, er nødt til å komme en dag. Lærere vil da slippe unødvendige byrder, og være langt friere til å bli *kjent* med elevene» (Skinner, 1983, s. 117). Han fikk imidlertid motbør da han la fram sine ideer på en konferanse. Én mente at opplæringsmaskiner manglet en lærers «smak» eller «teft» («gusto», s. 69). Under demonstrasjonen i Pittsburgh hørte Skinner en professor i pedagogikk si til en annen at «Han tuller» (s. 69). I 1956 fikk Skinner likevel et stipend for å utvikle ideene videre (s. 118). Han fikk ofte råd om å kalle maskinene læringsmaskiner (learning machines), men han mente at de ikke *lerte*. De var *betingelser* for læring (s. 204). (At jeg skriver *opplæringsmaskin*, er fordi opplæring er et vanlig norsk ord for teaching, jfr. opplæringslova.)

Opplæringsmaskiner var ikke noe nytt

Benjamin (1988) definerer 'opplæringsmaskiner' som et automatisk selvkontrollerende redskap som presenterer en informasjonshet (*ny* informasjon, ifølge Skinner), som har en måte som eleven responderer på informasjonen på, og som gir tilbakemelding på om responsen er riktig (s. 704). Historien går tilbake til 1809, og første patent ble tatt i 1866 (Benjamin, 1988). Det mest seriøse forsøket før Skinner, sto Sidney Pressey for på 1920-tallet. Hans maskiner forutsatte at eleven hadde gjennomgått stoffet på forhånd. Maskinene ga eleven oppgaver ut fra stoffet, og eleven valgte svar som i en flervalgstest. Rett svar ga ny oppgave, galt svar krevde nytt forsøk, og «prøving og feiling» ga riktig svar før eller siden. Pressey mente at maskinene ikke bare *målte* kunnskap, men at elevene også lærte noe ved å vurdere alternativene, og at maskinene gjorde det lettere å individualisere elevens progresjon. Han mente også at de var basert på moderne læringsteori, som lovene om nyhet (recency) og om frekvens, og Presseys maskiner regnes som de første *opplæringsmaskinene*. Han gjorde endringer til utpå 1930-tallet, blant annet at spørsmål som eleven svarte riktig på, ikke kom på nytt (Benjamin, 1988), men fikk liten respons på sine ideer. Utpå 1940-tallet ga han opp, og maskinene ble glemt. På 1930-tallet utviklet IBM «markograph», men den var i stor grad en testmaskin (Watters, 2021), og ideen om opplæringsmaskiner dukket ikke opp igjen før på 1950-tallet, hos Skinner.

Skinner kjente ikke til Pressey før 1954. Pressey leste Skinners nevnte artikkel, og skrev til Skinner om hva han hadde drevet med. Like etter møttes de. Pressey var skuffet over den labre responsen han hadde fått, men mente at Skinner hadde en «lysero framtid» (Skinner, 1983, s. 70). Skinner (1968) mente at motstanden mot Pressey skyldtes kulturell treghet, men også at han «arbeidet ut fra ... psykologisk teori som ikke hadde fått tak på læringsprosessen» (s. 32), og var mest interessert i hukommelse og glemming, mindre i hva som ga atferdsendring. Eleven lærte

ikke noe nytt, og måtte ikke *komponere* et svar, og «Bare å gjenkjenne et riktig svar var overflattisk viten» (Skinner, 1983, s. 141). Selv om en av maskinene ga en godbit for rette svar, var de ikke utformet på grunnlag av operant læring. Skinner (1968) mente likevel at Pressey var «den første til å understreke betydningen av umiddelbar feedback i opplæring, og å foreslå et system der hver elev kunne følge sitt eget tempo» (s. 32), men Skinner ville gi eleven en mer «aktiv rolle» (s. 32). Pressey var ikke mer imponert over Skinners tilnærming, særlig ikke til å lære å lese. Han fryktet at lærebøker ble overflødige, og at å anvende prinsipper fra læring hos duer, kunne redusere lesing til «å se utallige 'rammer' i et rigid sakte ordnet kikkeshullshow som krevde at personen responderte og ble forsterket» (Pressey, 1963, s. 5, ref. av Benjamin, 1988, s. 708). (Mer om forskjeller mellom Skinners og Presseys maskiner senere).

James G. Holland (1960) mente at Skinner ville lykkes bedre enn Pressey. Studiet av operant læring hadde gjort store framsteg, og tillatt «ekstremt presis kontroll over atferd ... gamle avleggse forklarende begreper som kunnskap, betydning, sinn eller symbolske prosesser har aldri gitt muligheter for påvirkning eller kontroll, men både verbal og annen atferd kan kontrolleres lett og presist» (s. 275). Holland la ikke skjul på at han bygget på dyreforskning, og fortalte om en gjest som så et eksperiment med duer. Gjesten spurte om duene var like smarte før Skinner begynte å bruke dem i forskning. Det var de ikke, svarte Holland, i stor tro på operant betingning.

Prinsippene som opplæringsmaskiner bygget på: Programmert opplæring

I ca. 1954 kom Deborah, Skinners nevnte datter, hjem fra skolen og var ulykkelig fordi hun måtte lære et 15 linjers dikt (Skinner 1983, s. 96). Skinner skrev hele diktet på en tavle, og fikk henne til å lese det sakte og nøye. Så sendte han henne ut, og visket ut noen bokstaver. Hun kom inn igjen, og leste diktet

riktig. Dette ble gjentatt fem–seks ganger. Da kunne hun det utenat, og en måned senere var hun den eneste i klassen som husket det. Skinner tenkte også på andre måter å trappe ned hjelp på, som å gjøre tekst mindre og utydeligere (s. 96–97).

Diktlæringen skjedde uten opplæringsmaskin, men etter prinsipper som slike maskiner bygget på, det vil si programmert opplæring, som Holland (1960) definerte slik:

1. Umiddelbar forsterkning av rette svar, fordi forskning i laboratorier viste at bare noen sekunders utsetting kan svekke effekten mye.
2. Atferd læres bare når den er utført og forsterket. Eleven må derfor ikke sitte passivt og se og høre, men jobbe aktivt. Forsterkning er viktig også fordi materiell som forbindes med mange feil, er straffende.
3. Gradvis progresjon for å etablere komplekse repertoarer. Å bygge dem bit for bit gir færrest feil og raskest resultat.
4. Gradvis progresjon i form av gradvis tilbaketrekning, eller fading, av stimulusstøtte, for eksempel lære utenat ved å fjerne tekst gradvis [jfr. Deborahs diktlæring].
5. Kontroll over «elevens observerende og ekkoiske [i praksis taleimiterende] atferd» (s. 281). Elever ble tradisjonelt behandlet som passive mottakere av informasjon, som krever «at eleven har noe atferd å møte stoffet med. Den må lytte eller lese nøye, og på den måten bedrive ekkoisk atferd, oftest privat» (s. 282). Svak læring ble ofte forklart med uoppmerksomhet eller lav konsentrasjon. Eleven måtte dermed ikke gå videre før den hadde fått med seg det som skulle læres, og gitt rett svar, og dermed være aktiv.
6. Trening i diskriminasjon; å skille, for eksempel mellom komplekse abstrakte egenskaper.

Om forholdet mellom programmert opplæring og opplæringsmaskiner, skrev Holland (1960) at «Selv om maskiner ikke er essensielle eller definerende for denne teknologien, har de en viktig rolle ved å sørge for

noe av den detaljerte kontrollen teknologien krever» (s. 275). Opplæringsmateriell basert på programmert opplæring alene, kunne gjøre det «sterkt fristende å få videre» (s. 277) uten å ha gitt et ordentlig svar. Dermed kunne det trenes maskiner som krevde rette svar for å gå videre. Skinner ble kjent med Holland i 1957, og i 1961 skrev de innførboken *The Analysis of Human Behavior*, ut fra prinsipper for programmert opplæring. Det var flere opphavspersoner til programmert opplæring enn Skinner og Holland (Skinner, 1983), og Watters (2021) viser at en viktig person, Susan Meyer Markle, en student av Skinner, fikk lite honnør for det.

I nyere tid har Sulzer–Azaroff (2005, s. 130) oppsummert programmert opplæring slik:

1. Opplæringsstimuli lages for å huskes, ikke bare for å gjenkjennes.
2. Eleven tar små steg, i sitt tempo.
3. Konstant gjensidig utveksling mellom program og elev, og at eleven forstår stoffet (gir rett svar) før den går videre.
4. Bare stoff som eleven er klar for, presenteres.
5. Programmer skal hjelpe eleven til å lage rett svar ved å bruke mange forskjellige teknikker for forming og for å fade prompts (som jeg kommer tilbake til).
6. Rett svar forsterkes med umiddelbar tilbakemelding.

Sidman (2010) skriver at et viktig grunnlag for programmert opplæring var «Oppdagelsen av at læring ikke trenger å bety at den som skal lære, gjør feil» (s. 176), det vil si feilfri læring, som oppnås ved å lære de forutgående stegene godt. Et viktig prinsipp er derfor at når det ofte gjøres feil på et steg, endres ikke steget, men «stoffet som kommer forut, kanskje lenge før» (s. 177). Et annet er å «Alltid kreve at den som skal lære, responderer med ytre atferd på relevant informasjon» (s. 177).

Fellesbetegnelsen for programmert opplæring og opplæringsmaskiner er opplæringsteknologi, jfr. boktittelen *TToT*.

Tidlig bruk av opplæringsmaskiner

Da opplæringsmaskiner begynte å bli utprøvd, opplevde mange at de ikke anstrenget seg mens de jobbet på dem, men at de var slitne etterpå (Skinner, 1958/1968, s. 54), som vel kjennetegner engasjement. I 1960, i Virginia, gjorde andre enn Skinner et forsøk der elever på åttende trinn lærte matematikk på niende trinn over gjennomsnittlig godt på ett semester, med enkle opplæringsmaskiner, eller «på halv tid med halv innsats» (Skinner, 1983, s. 186). De jobbet også svært flittig. De som sto for forsøket, mente at mye av det kunne skyldes Hawthorne-effekten; at forandring fryder, men var begeistret likevel (Watters, 2021, s. 170). Resultatene i videre forsøk på samme sted, var mer blandet, men de ansvarlige var fornøyde med opplæringsmaskiner (Watters, 2021, s. 167–175). Etter hvert kom det også programmer for langt mer enn regning og lesing (som jeg kommer til). En måte å prøve å få innpass på, var å bruke opplæringsmaskiner for å lære barn i fattige svarte strøk å lese. Ca. 1960 var det snakk om et slikt prosjekt i Harlem i New York (Watters, 2021), men det ble ikke noe av (Bjork, 1993, s. 184–185; Skinner, 1983, s. 167–169). Maskinene ble ikke bare prøvd i grunnleggende opplæring. I 1957 lot Harvard Skinner bruke opplæringsmaskiner på et kurs basert på boken *Science and Human Behavior*. Mange flere enn før meldte seg på kurset, og Skinner mente at grunnen var bruk av opplæringsmaskin (Bjork, 1993; Skinner, 1983, s. 97). Forsvaret fulgte med for om mulig å forbedre sin opplæring (Skinner, 1983, s. 131).

Programmert opplæring og opplæringsmaskiner kom i en spesiell tid

Da Sovjetunionen skjøt opp Sputnik i 1957, oppsto det frykt i USA for at opplæring i USA var for dårlig. De satset derfor på opplæring, men mange forsøk skjedde ut fra utdaterte læringsteorier, mente Skinner (1983, s. 188). I 1958 viste en studie at lærerne var mindre effektive enn før. Det var færre elever per lærer, og i 1960 stilte

en artikkel spørsmålet «Can machines replace teachers?» (Skinner, 1983, s. 186). Skoleledere kunne mistenkes for å frykte bedre opplæring, og i 1960 skrev Pressey til Skinner at mange ville spørre om «hva eleven skal gjøre med tiden som spares ved automatisering. Mer utdanning på samme sted, eller bli tidligere ferdig med utdanningen?» (s. 186). Hva skulle lærerne gjøre, og hvordan skulle opplæringen organiseres? Noe talte altså for, og noe imot, at programmert opplæring og opplæringsmaskiner kunne komme i bruk.

Hvordan *TToT* ble til, og kan leses

Mye av *TToT* var publisert før i form av artikler: Kapittel 2 (s. 9–28) er nevnte *The science of learning and the art of teaching* fra 1954. Kapittel 3 (s. 29–58) er *Teaching machines* fra 1958. Kapittel 4 (s. 59–91) er *The technology of teaching* fra 1965, og kapittel 5 (s. 93–113) er *Why teachers fail*, også fra 1965 (under Referanser er kapittel 4 1965a, og kapittel 5 1965b). Kapittel 6, 7 og 8 (s. 115–184) var basert på forelesninger og taler i 1966, mens kapittel 1 (s. 1–8) og 9–11 (s. 185–260) var skrevet for boken. Sidetallene i *TToT* viser dermed når Skinner skrev hva. Boken oppsummerer over ti års arbeid, og Skinner gjorde oppmerksom på at det medførte noen gjentakelser. En kuriositet er at boken kom ut samme år som atferdsanalyse ble introdusert i Norge ved O. Ivar Lovaas' forelesninger på Universitetet i Oslo.

Gjennomgang av *The Technology of Teaching (TToT)*

Jeg gjengir Skinners 60–70 år gamle betraktninger mest i imperfektum, som ikke utelukker at de er uaktuelle i dag. Det generelle og relativt tidløse står mest i preteritum. (Der jeg kun oppgir sidetall, viser jeg til *TToT*.)

Skinners kritikk av tradisjonell opplæring

Metaforer for tradisjonell opplæring

Skinner så på hvordan opplæring hadde blitt forstått, ved å gå gjennom metaforer og «opplæringens etymologi» (kapittel 1s tittel). Den første av tre hovedmetaforer (s. 1–5), var «vekst eller utvikling», som ble forklart med modning og tid. Læreren var relativt passiv, og «næret» og «dyrket» utvikling. Den andre var «erverving»: Opplæring *mottas* fra en lærer som *overfører* den. Er eleven passiv, må læreren være mer aktiv. «Osmotiske» ord for erverving var å *absorbere* eller *suge* lærdom, som *synker inn*. «Gastronomiske» ord var at eleven er *sulten* eller *tørst* på lærdom som *tygges* og *fordøyes*, og *lagres* og *hentes fram*. Men metaforene fortalte ikke «læreren hva den skal gjøre, eller lar den se hva den har gjort. Ingen *kultiverer* ... barnets atferd [som] en hage, eller *overfører* informasjon slik man sender et brev» (s. 3). Den tredje var «bygging»: «Eleven har en genetisk utrustning som utvikles eller modnes, og dens atferd blir mer og mer kompleks i takt med at den får kontakt med verden» (s. 3–4). Læring fremmes med *instruksjon*, eller bygging, som *informerer* eleven, og gir elevens atferd *form*.

Også «liberal» opplærings syn på seg selv var gjerne metaforisk; den ««utvider intellektet», «forbedrer sinnet» ... «lærer verdsetting av liv og kunst», «gir ... forståelse av verdier»» (s. 230), og hjelper eleven til å ««realisere sitt potensial» ... «realisere seg som individ»» (s. 230), og å opptre etisk og demokratisk. William James ville at lærere skulle fylle elevene med «brennende nysgjerrighet», men sa ikke hvordan (s. 145).

Metaforene var «innbakt i språket, og vanskelige å unngå i uformelle diskusjoner» (s. 4), men måtte unngås i «seriøs analyse av interaksjonen mellom organisme og miljø» (s. 4).

Tradisjonelle teorier så på for få betingelser for atferd og læring

Tradisjonelle teorier trengte ikke å være gale, men var ufullstendige fordi «de ikke fullt ut beskriver forsterkningsbetingelsene

som atferd endres under» (s. 5), og Skinner kritiserte det han oppfattet som tre hovedteorier. Den første, «å lære ved å gjøre», kommenterte han med at visst må eleven være aktiv, handling er ikke bare å snakke, og «Å vite er å handle effektivt, både verbalt og ikke-verbalt. Men en elev lærer ikke bare *ved* å gjøre» (s. 5), og «vi gjør det ikke mer sannsynlig at eleven gjør noe en andre gang ved å få den til å gjøre det én gang. Vi lærer ikke et barn å kaste en ball bare ved å få det til å kaste den» (s. 5). Hvis det likevel fører til læring, «er det fordi andre forhold har blitt arrangert utilsiktet» (s. 5). (Han skrev ikke hvilke andre forhold, men ut fra det han skrev utover i boken, tenkte han kanskje særlig på forsterkning i en eller annen form.) «Frekvensteorier» utvidet ideen om å lære ved å gjøre: «Når ett tilfelle av en respons ikke medfører endring, legger læreren til nye tilfeller» (s. 6), og terper og øver som i fysisk trening, eller får eleven til å lære utenat. Igjen kan Skinner ha tenkt på at ikke bare å *gjøre* noe, men også at det forsterkes, er viktig.

Den andre hovedteorien var å «lære ved erfaring», men kontakt med noe er for uspesifikt til å gi læring automatisk. Skinner var heller ikke fornøyd med den tredje: «Prøving og feiling». Læring kan skje slik, men «riktig atferd er ikke bare det som gjenstår når feil atferd er fjernet» (s. 7). Prøving og feiling utrettet bare et minimum.

Svakheten ved de tre teoriene var at den første vektlegger «situasjonen der responsen oppstår, læring ved erfaring [vektlegger] situasjonen der responsen oppstår, og læring ved prøving og feiling [vektlegger] konsekvensene. Men ingen del kan studeres for seg, og alle tre må tas med i beskrivelsen av et tilfelle av læring» (s. 8). Han siktet til forsterkningsbetingelsene; atferden, og foranledninger og konsekvenser som påvirker den.

Skinner gikk mer inn på det han anså som problemer med tradisjonell opplæring:

For lite og feil positiv forsterkning

Skinner tok opp noe som også ble et poeng i hans *Beyond Freedom and Dignity* i

1971: Vi har lett for å fordømme og «beundre atferd vi ikke kan forklare» (s. 141), etter om den er dårlig eller god. Tradisjonell opplæring manglet forsterkningsbetingelser som analyseredskap, og da var det lett å finne opp forklaringer. Svake prestasjoner kunne skyldes uheldige «trekk» ved eleven, og læreren kunne fortsette som før (s. 142). Gode prestasjoner kunne skyldes at elever «ønsker å lære, et indre driv til å vite, [og] naturlig nysgjerrighet» (s. 145). Det forbedret ikke opplæring, for «ingenting ved et trekk sier hvordan vi kan endre det eller holde det i live» (s. 145). Man så for lite på hva som «forsterker eleven når den lærer?» (s. 146), og Skinner savnet positiv forsterkning.

Rousseau hadde vært forkjemper for «naturlig læring» (s. 105), og for at «læreren skulle dra [elevens] oppmerksomhet mot verden» (s. 105), men uten å arrangere konsekvenser. John Dewey mente noe lignende (s. 153). Skinner var enig i at vi lærer av naturlige betingelser, men bare å «eksponere eleven for miljøet» (s. 153) var for passivt, og «Læreren som [bare] bruker naturlige forsterkningsbetingelser, oppgir sin rolle som lærer» (s. 153). Naturlige forsterkere er ofte dårlige, og forsterker like gjerne uheldig atferd og latskap som god atferd – det meste av negativ atferd læres i den «virkelige verden» (s. 154). Ofte er forsterkere også for utsatte: «Ingen barn lærer å plante frø fordi de forsterkes av å høste, eller å lese fordi de kan nyte interessante bøker ... eller ikke å knuse vinduer fordi det blir kaldt» (s. 154). Slik læring skyldes andre betingelser, særlig betingede forsterkere (se nedenfor, og s. 156).

Mye opplæring var å «fortelle og vise». Også der manglet positiv forsterkning (s. 103). «I dagliglivet ser, lytter og husker eleven fordi bestemte konsekvenser følger. Den lærer å se og lytte på de spesielle måtene som fremmer husking fordi den forsterkes for å huske det den har sett eller hørt» (s. 103), jfr. delvis enighet med Rousseau og Dewey foran. Slik forsterkning var imidlertid vanskelig å få til i klasserommet «når en lærer bare viser eller forteller en elev noe» (s. 103).

Når «fortelle og vise» ikke virket, forklartes det gjerne med lav oppmerksomhet. Man prøvde derfor å fjerne distraksjoner, og «gjøre det som skal ses eller høres, attraktivt» (s. 105), med farger, store bokstaver og animert stoff, som i reklame. Det hjalp imidlertid lite, i likhet med å gjøre skolemiljøet attraktivt. Det forsterket å være der, men ikke læring (s. 105). En pen side «forsterker eleven bare for å åpne boken, og se på den» (s. 106), ikke for «å lese ... eller undersøke den nærmere» (s. 106), eller for aktivitet som gir «effektiv husking» (s. 106) av det som leses. Man tok ikke hensyn til at «I god opplæring bør interessante ting skje *etter* at eleven har lest en side eller lyttet eller sett nøye» (s. 106).

I stedet for forsterkning prøvde man også å gjøre stoffet lettere å huske, ofte ved gjøre det lettere, som kan være nyttig hvis opplæringen er «godt organisert» (s. 107). Skinner mente trolig stegvis progresjon, men slik det ble praktisert, viste det «manglende tro på opplæringsmetoder, og utsetter ... lærerens oppgave» (s. 106–107). Han trodde generelt ikke at fagstoff kan utformes så fengende at eleven får det med seg uten forsterkning, og skrev at «Vansker med motivasjon løses med å undervise i det som eleven liker, som trolig dreier seg mer om umiddelbar forsterkning enn om noe endelig bidrag» (s. 235). Det er en kortsiktig løsning som gir lite læring, ifølge Skinner.

Når forsterkning ble brukt, var det ofte for svakt. Eleven kan forsterkes av å se at den gjør riktig, men «på tidlige stadier utføres forsterkningen for å gjøre riktig, vanligvis av læreren» (s. 16), og «bare noen sekunder mellom respons og forsterker, ødelegger mye av effekten» (s. 16). Læreren kunne ikke forsterke fort nok, og forsterkning for riktige lekser måtte vente minst en dag. Et kanskje enda større problem var at forsterkning kom «relativt sjeldent» (s. 17), og for eksempel å lære regning krevde langt flere responser enn læreren rakk å forsterke. Læreren måtte derfor forsterke mange responser om gangen. I en liten klasse kan «lytting, lesing, problemløsning og å komponere setninger»

(s. 156) forsterkes ofte, men ikke i en stor. Da kan eleven slutte å jobbe, og «aversive biprodukter av ikke å vite [kan] samle seg opp» (s. 156).

En måte man prøvde å forsterke på, var å forklare elever fordelene med utdanning: Jobb, penger, status og kunnskap, men fordelene med det siste ble svekket av automatisering og av at lesing ble erstattet av bilde og tale. Uansett, «Problemet med endelige fordeler er at de er endelige» (s. 147), og ikke kan brukes i opplæringen. Å ville bli lege var til liten hjelp i biokjemitimer, og at «faglærte tjener godt, gjør ikke lærlingen flittig» (s. 147). Betingede forsterkere, som å vise til personer som hadde lyktes, var svake. Man forsøkte også å utnytte endelige fordeler ved å vise at eleven «nærmer seg dem» (s. 147) via karakterer, som også var for svakt, utsatt og uspesifikt, ifølge Skinner. Det lignet på timelønn, som bare krevde å «være der» (s. 151). Noe *negativt* med forsterkere i form av merknader, karakterer og vitnemål, var at noen ikke kunne få dem (s. 150).

Mye forsterkning var misforstått og direkte uheldig. «Personlige» forsterkere, som å smile og snakke til eleven, og si ««Riktig» eller «Bra, klappe på eleven og så videre» (s. 151), var viktige, men deres «kraft skaper problemer. Personlige involveringer» (s. 151) hadde historisk i verste fall utartet til «pederasti» (s. 151). Personlige forsterkere er også «alltid tilgjengelige, og det er fristende å bruke dem for mye» (s. 151). Det er heller ikke noe «personlig ved matematikk eller ved å lære å lese, og å legge til personlige forsterkere [for] å fremme læring, kan være en farlig strategi» (s. 152).

Lærere overså sin uhensiktsmessige personlige forsterkning av problematferd: Elever irriterer læreren for å imponere medelever, og oppmerksomhet fra læreren (og medelever) når det skjer, forsterker atferden, selv om læreren mener å straffe (s. 190). Et «fatalt prinsipp» (s. 190) var å ikke forsterke bra oppførsel, og bare reagere i motsatte tilfeller. For elever er det vanligvis forsterkende å få fri, men lærere ga dem ofte

fri når de oppførte seg dårlig og ikke bra (s. 190, 256).

Læreren hadde liten kontakt med konsekvenser av sitt arbeid, og personlig forsterkning misbrukes på enda flere måter (s. 251): «den uomtenksomme læreren forsterker den som er god til å få oppmerksomhet, og skrytepaven ... servile og smigrere» (s. 152), det vil si forskjellsbehandling (s. 152). Elevens vennlige opptreden kan forsterke lærerens atferd, og for læreren kan «elevens gode vilje [være] viktigere enn elevens framgang» (s. 251). «Personlige relasjoner forstyrrer lett den subtile prosessen med å gi hjelp» (s. 252): Å hjelpe eleven mer når den viser motløshet, «kan forsterke ... motløshet» (s. 252), riktige svar kan forsterke [å hjelpe] eleven for mye, å få elever oppmerksomme er gjerne forsterkende uten at det lærer elever å utøve oppmerksomhet, og å hjelpe elever med å oppdage, trenger ikke å være opplæring i å oppdage (s. 252). «Alt læreren gjør for å vekke en uoppmerksom elevs interesse, styrkes lett» (s. 252), uten at det trenger å gi bedre læring, og «Mange måter å stimulere en klasse på, er like sikre som å kile en baby – og like ubrukelige» (s. 253). Å tilby spennende materiell kan være å gå i samme felle, for «Den ikke-reagerende eleven er fortvilende for den dedikerte læreren, som forsterkes naturlig når den vekker elevens interesse, men aktivitet, særlig intens aktivitet, garanterer ikke at effektive betingelser gjelder» (s. 253–254), eller ønsket læring. Lærerens forsterkning kunne altså gi «mye skrik og lite ull», og på den andre siden: «Eleven som *produktivt* leser en bok ... eller lytter til en forelesning, er generelt ikke synlig begeistret. Sjeldne øyeblikk av tilfredshet er noe annet. De er verdifulle nettopp fordi de er sjeldne» (s. 254). Det synes som Skinner siktet til intermitterende automatisk forsterkning å la aha-opplevelser, som krever avansert læring.

For mye aversiv kontroll

I tillegg til at forsterkning ofte var så som så, ble det brukt for mye aversive

konsekvenser. På bakgrunn av sin forskning på læring, ga det Skinner «et stort sjokk» (s. 14) å se på opplæring i skolen, for eksempel regning på tidlige trinn. 50 år før var opplæringen *svært* aversiv: «Barnet leste tall, kopierte tall, husket tabeller, og [regnet] for å unngå kjeppen» (s. 15), selv om det også var noen forsterkere i form av bedre mestring. Reformere skulle gjøre opplæring mindre aversiv, men hadde endret «en type aversiv stimulering til en annen» (s. 15). Eleven gjorde fortsatt oppgaver for å unngå «mindre aversive hendelser – lærerens misnøye, klassen kritikk eller latter, skammelig prestasjon i en konkurranse, dårlige karakterer, en tur på kontoret for å «snakke med rektor», eller melding til foreldre som ennå kunne bruke kjeppen» (s. 15, se også s. 96), og «skjenn, sarkasme, kritikk, innstenging («sitte igjen»), ekstra lekser, tap av privilegier, arbeidsoppgaver, utvisning, fås til å tie ... som hadde latt lærere spare kjeppen uten å skjemme bort barnet» (s. 96). Positive effekter av riktige responser kunne forsvinne «i angst, kjedsomhet og aggresjon, som var uunngåelige biprodukter av aversiv kontroll» (s. 16).

Resultatet var ulyst- og tvangsbetont opplæring, og «en elev som lærer å oppføre seg på en bestemt måte under aversiv kontroll, kan slutte med det så fort den aversive kontrollen opphører» (s. 162). Lærere burde derfor spørre seg:

Slutter elevene å jobbe umiddelbart hvis de får fri? ... Belønner jeg dem for god atferd ved å la dem slippe andre oppgaver? Sier jeg ofte «følg med», «husk nå» eller «advarer» dem mildt på andre måter? Er det av og til nødvendig å «bli streng» og true med en straff? (s. 96–97).

Å svare «ja» var et dårlig tegn

Lærere kunne tvinge elever til mye, men elever kunne unnslipe. Subtil unnslippelse var å ikke følge med, bli urolige, glemme det de lærte, og ingen hadde «funnet en måte å kontrollere» (s. 98) det på. Alvorlige former var opposisjon, angrep på læreren, stygt

språk, skulking, hærverk og å plage læreren på måter som var vanskelige å påpeke (s. 98). Unge som begikk selvmord, hadde «ofte hatt problemer på skolen» (s. 97). Allerede i 1965(b) skrev Skinner at «Fysiske angrep på læreren er nå vanlig» (s. 98). Lærernes situasjonen var uholdbar, og mange reagerte på tilstanden i skolen med «antiintellektualisme» (s. 98).

Mange som bekymret seg over atferdsproblemer, særlig i «progressive skoler», ønsket mer bruk av straff (s. 57). Skinner mente at det ville gjøre vondt verre. Han koblet unnslippelse og unngåelse til angst, og motangrep til aggresjon (s. 99), som han forklarte med aversiv kontroll som det var lett for læreren å arrangere fordi «dens kultur hadde lært den hvordan» (s. 101). Siden teknikkene har «umiddelbare effekter ... læres [de] lett» (s. 101).

Aversiv kontroll ble forsvart med at det er «naturens måte» (s. 101). Vi straffes av fysiske omgivelser og av mennesker, så hvorfor kunne ikke «læreren imitere naturen, og arrangere lignende aversive betingelser» (s. 101)? Men naturen var ikke noe å kopiere, heller «en standard å overgå» (s. 101). Rousseau hadde ment at barn burde tilvennes aversiver, som jo forekommer i det virkelige liv, og at aversiv kontroll var så godtatt som det var, skyldtes delvis at det var «forenlig med rådende filosofier for ledelse, og med religion» (s. 102), men Skinner mente at det var lite forenlig med opplæring (s. 102). Noen lærere var velmenende, og ville ikke straffe, men hadde få «effektive alternativer» (s. 102). John Dewey hadde vært imot straff, men hadde «for lite å sette i stedet» (s. 58).

Aversiv kontroll kan medføre at det beste med opplæring er å «bli ferdig» (s. 148), men skolen skal «*skape* atferd». Da holder det ikke å «undertrykke å ikke vise atferd», styrke «god uttale ved å straffe dårlig», skape «innsats ved å straffe lediggang», oppnå rask læring ved å «straffe eleven for å lære sakte», eller å få en elev «til å tenke logisk ved å straffe den når den er ulogisk» (s. 149). Også under slike betingelser går det an å lære å følge med

og å være flittig, men eleven har «ikke *blitt lært*» (s. 149) det, og gjør det i så fall mer på tross av opplæringen. Eleven kan også opptre «overflatisk», som en øyentjener (s. 149). Nettoeffekten av aversive metoder er uansett skadelig (s. 251).

Skinner forklarte ikke hva de gikk ut på, men *moderate* aversive systemer hadde «produsert disiplinerte, lydige, flittige og til slutt opplyste og dyktige elever» (s. 101) når man begynte tidlig og var konsekvent. Elever kunne til og med «komme tilbake årevis senere, og takke lærere for å ha slått og latterliggjort dem» (s. 101).

For uklart hva som skulle læres, og hvorfor

«En kultur er ikke sterkere enn dens evne til å overføre seg selv. Den må gi oppsamlede ferdigheter, kunnskaper og sosiale og etiske praksiser til sine nye medlemmer» (s. 110). Ingenting er bedre enn at eleven finner ut ting selv, men Skinner var uenig i at det er «under [elevens] verdighet å lære det andre allerede vet, og ... noe uverdig ... i å huske fakta, regler, formler eller deler av litteratur, og at for å bli verdsatt, må den tenke originalt» (s. 110).

Opplæring burde også styrke kulturen. Da måtte vi «vite (1) hvilke problemer kulturen vil møte, (2) hvilke menneskelige atferder som kan løse dem, (3) hvilke typer opplæring som vil skape atferden» (s. 232). Punkt 3 var opplæringsteknologis bord, og punkt 2 var eksperimentell atferdsanalyse. Punkt 1 var noe annet. Noe var opplagt og generelt, som å sørge for helsevesen, mat og å begrense folketallet. På mange områder var imidlertid framtiden usikker, og dermed var «det vanskelig å gjøre kulturens overlevelse viktig for individet, særlig når den kommer i konflikt med kraftige forsterkningsbetingelser» (s. 233) på kortere sikt. Skinner var utvilsomt inne på å ta hensyn til kulturens langsiktige behov, men generelt, og uten direkte følger for mål for opplæring. Han savnet likevel bedre analyser av hva som er viktig å lære, og mente at «Det som læres,

synes ofte å være det som kan måles med prøver og eksamener» (s. 235). Det var også for sterke skiller mellom fag, slik at «forholdene mellom forskjellige deler av en elevs repertoar kan overses, mens evner og ferdigheter som er felles for mer enn ett fag, kanskje ikke gis eksplisitt opplæring i» (s. 238).

For passiv opplæring

Noen pedagoger mente at lærere ikke kunne lære fra seg i det hele tatt, bare «hjelp eleven å lære» (s. 107), som en «jordmor», en forestilling som Skinner mente kom fra Platon. «Eleven vet allerede hva som er riktig, og læreren skal bare vise den at den vet» (s. 107), og elever som ikke visste alt innerst inne, kunne «søke det» (s. 109). Læreren skulle tilrettelegge for at eleven kunne *oppdage*, og stille spørsmål, holde eleven på plass og ikke formidle noe spesielt, og den passive rollen fjernet lærerens ansvar og frykt for å gjøre feil (s. 109). Mange snakket om opplæring på et legspråk, og ville ikke være «engasjert i kontroll av atferd» (s. 259).

Skinner mente at noe læring kan skje også på slike tradisjonelle måter, men at det er for defensivt. Å lære etablert kunnskap utelukker ikke å «oppmuntre elever til å utforske, stille spørsmål, studere selv, være kreative» (s. 111), og å «læres opp ved å oppdage» (s. 111) er ingen god metode. I et klasserom fungerer det heller ikke, fordi flinke elever vil «gjøre alle oppdagelsene» (s. 111), og passivisere de svake elevene.

Skinner advarte også mot «Idealet om den gode læreren» (s. 111); at «det en god lærer kan gjøre, kan alle lærere gjøre» (s. 112). Noen lærere er gode: «De er naturlig interessante mennesker som gjør ting interessante for sine elever. De er gode til å møte elever slik de er til å møte mennesker generelt. De kan beskrive fakta og prinsipper, og kommunisere dem ... på effektive måter» (s. 112), men å se på hva gode lærere gjør, vil «ikke løse viktige problemer i opplæring» (s. 112). Skinner var like skeptisk til «Den gode eleven som ideal» (s. 112, min kursiv), som var «troen på at det en god elev kan lære, kan

alle elever lære» (s. 112), men at «en metode virker for gode elever, betyr ikke at den virker for alle» (s. 112). De gode lærerne og elevene klarer seg selv, og det viktigste er å «oppdage praksiser som passer for resten, kanskje 95 % av lærere og elever» (s. 112).

Opplæringen forberedte elever lite på høyskole og universitet. «Elever som har blitt forsterket av relativt umiddelbar personlig oppmerksomhet ... kan være uforberedt på [høyere utdanning] der oppgave–eksamen–mønsteret gjelder, fordi de ikke har lært teknikker for egenledelse» (self–management) (s. 239) i situasjoner de ikke umiddelbart mestrer eller får tilbakemelding i. Elever som er vant med autoritær, aversiv opplæring, kan være uforberedt på «frihet under ansvar», og bli passive (s. 239).

For lite hensyn til individuelle forskjeller

Det var for svake planer for progresjon (s. 16). Eleven kunne måtte vente lenge på å gå videre når den var klar, eller gå videre før den var klar (s. 238). I et klasserom var det vanskelig å ta hensyn til individuelle forskjeller, særlig til elever med lærevansker, mente Skinner. Tilpasninger ble bare gjort i «ekstreme tilfeller» (s. 240), som blinde og døve, mens mindre vansker ofte ble oversett. Noen er visuelt eller auditivt svake, og hvis det skyldes «tidligere eller nåværende miljøbetingelser, kan det fins tiltak» (s. 240), og Skinner nevnte forskjellige typer trening som ble lite brukt. Stammering og dysleksi ga spesialbehandling, men «andre forskjeller – for eksempel i å lese med forståelse – håndteres oftest bare indirekte» (s. 240–241) og for uspesifikt, mente Skinner.

Når det gjelder motivasjonelle og emosjonelle forskjeller, varierer elever «i mottakelighet for naturlige og kunstige forsterkere, både positive og negative. Er forskjellene genetiske, må de tas hensyn til i utforming av opplæringen, men hvis det er tale om å betinge forsterkere, som ofte er tilfelle, kan tiltak utføres» (s. 241) for å rette tilstanden. Forsterkning var imidlertid mangelvare (som foran). Også «Emosjonelle biprodukter av aversiv kontroll varierer mye, kanskje delvis på

grunn av genetiske årsaker, men også [fordi] eleven har lært å motta aversiv stimulering» (s. 241), som i så fall tilslører bieffekter av aversiv kontroll.

Forskjeller i hvor fort elever lærte og glemte, ble gjerne målt med intelligens-tester, men hva viser de? Læringshastighet er vanskelig å definere, og forskjeller kan bestå i mye, for eksempel «grad av endring som skjer en enkelt gang, hvor fort komplekse repertoarer akkumuleres ..., og deres varighet» (s. 241). Uansett om forskjellene ligger i gener eller miljø, er spørsmålet om miljøtiltak kan redusere dem, men igjen gjorde man en del for dem med svære vansker, og for lite for dem med mindre vansker, «kanskje den største kilden til ineffektiv opplæring» (s. 242). Standard praksis var å «bevege seg med samme fart, dekke mye av det samme stoffet, og å skulle nå de samme kravene» (s. 242) for å komme videre, og bruk av TV i opplæring løste ikke problemet.

Tester tjente mest administrative formål, og var generelt unødvendige. De kan vise samlet læring, men ikke atferds «grunnleggende dimensjoner» (s. 244), og kan dermed ikke forbedre opplæring. Å måle å sykle er lett, men for eksempel lesing består av mye mer. Det ble ikke testet konkret om elever kunne nok til å gå videre, og hvilken opplæringsform som ga best resultat (s. 244).

Det var også «Liten eller ingen plass ... for idiosynkratiske talenter eller interesser, selv om mange fremragende mennesker har drevet på for seg selv, ikke ulikt den *savante idioten*» (s. 242) (den «lærde idioten», et gammelt begrep for autister som har ekstreme ferdigheter som de ikke kan forklare).

For mye vekt på resultatet av læring, og for lite vekt på hvordan læring skjedde

Topografi, eller hva som læres, ble ansett som viktigere enn betingelser for læring, men sier ikke hvordan læring skjer. For eksempel «Responser kontrollert av mange variabler, teller ikke mer enn de som huskes som intraverbaler eller rekonstruert fra memorert mnemonikk [, og] Verbal atferd integrert med

et ikke-verbalt repertoar, skilles ikke fra ren boklæring» (s. 245). Man var mest opptatt av «Lett kvantifiserbare responser» (s. 245), men bare å telle riktige svar «forvrenger vår definisjon av læring» (s. 245), og «Responser som ofte godtas som tegn på kunnskap, har ofte vanskeligst for å danne et nyttig repertoar» (s. 245). For eksempel en gloseprøve sier lite om å beherske språket, bare å svare på spørsmål er en «sjelden atferd» (s. 245), og «En prøve gir liten indikasjon på ... sannsynligheten for at eleven vil vise atferden som testen omfatter» (s. 246). Å vite noe er ikke det samme som å utføre eller få bruk for det, eller at atferden vil forsterkes.

Den tradisjonelle «synk eller svømteknikken» for opplæring i *problemløsning* var «å presentere problemer ..., kanskje gradert etter vanskelighet, og forsterke eleven når den løser dem» (s. 133), altså resultat igjen, uten å se på selve problemløsningen. Lærere gjorde ofte en «formalistisk feil» ved å vise eleven hvordan den for eksempel skulle løse et regnestykke, men hvis elevens «atferd kontrolleres helt av den trykte siden og lærerens stemme» (s. 134), kontrolleres den neppe av situasjoner der lignende stykker skal løses. Slik opplæring er overflattisk, og fremmer ikke generalisering, mente Skinner.

For svak forståelse av tenkning og opplæring i det

Tradisjonell opplæring i tenkning var å «lære tenkning sammen med å lære fag, og en konflikt er dermed uunngåelig. Opplæring som bare er utformet for å overføre det som allerede vites, har ofte oversett læring av tenkning» (s. 116), men noen reformer hadde gått for langt den andre veien: «for å være sikre på at eleven lærer å tenke, overser de overføring av det som vites» (s. 116). Et vanlig syn var at «tenkning er en obskur, intellektuell, «kognitiv» aktivitet – som skjer i sinnet, og krever bruk av rasjonelle krefter og evner. Den fører til handling når tanker som gir opphav til handlingen, uttrykkes, men er ikke atferd i seg selv» (s. 117). Tenkeren kan observere noe av sin tenkning, men noe er

ubevisst, og «introspektive redegjørelser for det er derfor inkonsistente og lite nyttige. Eksempler på glimrende tenkning synes ofte å oppstå fra obskure intuisjoner og innsikter, og store tenkere har sjelden store tanker om tenkning» (s. 117). Alt dette var uheldig siden slik tenkning bare kan observeres av tenkeren, og «Når vi tror at andre tenker som oss, er det bare fordi de kommer til de samme ... konklusjonene, gitt samme offentlige premisser» (s. 117), uten at det trenger å stemme.

Kognitive psykologer så altså mer på *resultater* av tenkning enn på selve tenkningen (som for læring, se foran), eller på tenkning som funksjon av alder, som Piaget. Lærere kan imidlertid ikke bare vente på at barnet blir eldre, og trenger «å kontrollere sine forhold» (s. 118), og dermed noe praktisk, men hadde ingen klar idé om hva tenkning er. Læreren kan gi oppgaver, påskjønne riktige løsninger og gå gradvis fram ved å legge listen høyere, som i fysisk trening, uten å vite noe om tenkningen. Det kan føre til læring av enkel tenkning, men er ikke bedre i «læring av tenkning enn i læring av svømming. Kaster vi barn i vannet, kommer noen seg i land» (s. 118). Det skjer kun en seleksjon, som i læring av tenkning i skolen, men for eksempel en god høydehopptrener er «mindre opptatt av om listen passerer enn av form og stil» (s. 119).

For svak pedagogisk forskning

Pedagogikk, eller «eksplisitt opplæring i opplæring ... hadde kommet i miskreditt» (s. 255). Det var ikke «et prestisjefylt ord» (s. 94), og det måtte være noe feil med lærernes opplæring.

Forsøk på å forbedre opplæring var lite basert på forskning, og betydde «vanligvis penger» (s. 93). Skolereformer kom fra skolefolk, som John Dewey. Forskning for å finne bedre metoder, var mye gruppestudier og statistikk, «mens selve opplæringen overses» (s. 94), og nye bedre metoder uteble. Heller ikke psykologi, med kurver for hukommelse, glemming og annet, bidro praktisk. Pedago-

gikk var dermed «ingen virkelig teknologi for opplæring» (s. 95). Lærere ble lærere gjennom praksis hos lærere, og av egne erfaringer (s. 95, 254–255). At noen lærere likevel var gode, kunne forklare at «pedagogiske teoretikere gang på gang vendte tilbake til noen standardløsninger i åndeløs spenning» (s. 112), som om personers «erfaring i klasserommet er hovedkilden til pedagogisk visdom» (s. 112).

Skinner forklarte at en og annen god praksis oppsto, med seleksjon: «I likhet med genetiske mutasjoner er kildene til nye pedagogiske praksiser sjelden relatert til forholdene de selekteres under. En praksis som oppstår ganske tilfeldig, kan ha overlevelsesverdi» (s. 232). Det er lave tanker om pedagogikk.

For svake resultater, og alternativer trengtes

Foreldre, arbeidsgivere og andre så dårlige skolerresultater, og det var nasjonal bekymring (s. 17). «Mange elever krever fort å få fritak fordi de ikke er «klare» for matematikk» (s. 18), eller «mangler et matematisk sinn» (s. 18), og «Få elever når nivået der automatisk forsterkning er naturlig konsekvens av matematisk atferd» (s. 18). Tall og andre symboler vakte ofte angst, og lærere var like misfornøyde. Når de ikke engang hadde kjeppen, brukte de «minst mulig tid på drillfag, og slutter seg ivrig til filosofier om opplæring som vektlegger stoff som er mer interessant i seg selv» (s. 18). De unngikk å lære barn noe unødvendig, og «Repertoaret som overføres, er nøye redusert til et essensielt minimum» (s. 18). Svakheter i opplæring var «forkledd som en reformulering av målene med opplæring. Ferdigheter minimeres til fordel for vage oppnåelser – opplæring i demokrati, opplæring av hele barnet, opplæring for livet» (s. 18), uten at det var metoder for det.

Folketallet økte, og flere trengte utdanning. Nyvinninger som TV, lydbånd og film kunne tildels være nyttige erstatninger for tradisjonell undervisning i måter å *presen-*

tere stoff på. Men mye av «den produktive samhandlingen mellom lærer og elev... [er] allerede ofret i moderne opplæring for å lære opp store antall elever» (s. 30), og nyvinnningene gjorde i hovedsak elever til «mer passive mottakere av instruksjon» (s. 30).

Tradisjonell opplæring var ikke helt håpløs

Klassisk gresk og kinesisk opplæring gikk mest ut på å pugge klassisk litteratur. Slik «mekanisk» læring kunne ha nyttige bieffekter, som å lære «å underkaste seg kjedelig og ofte utmattende læring og å huske det de hadde lært. De må ha plukket opp setningsformer og tonefall som har gjort deres tale mer effektiv ... lært et vokabular rikt på intraverbale forbindelser ... komplekse grammatiske mønstre slik at de kunne komponere effektive setninger» (s. 231), som også styrket kulturen.

Under Diskusjon kommenterer jeg en del av Skinners kritikker.

Skinners alternativ

Det vitenskapelige grunnlaget

Skinner ville gjøre «adekvate analyser av endringene som skjer når elever lærer» (s. 8), og effektiv opplæring krever å «forstå lærings- og opplæringsprosessen ... basert på en vitenskapelig analyse av atferd» (s. 95). Da må vi se på de tre variablene som utgjør forsterkningsbetingelsene: Situasjonen der atferden oppstår, atferden, og konsekvensene av den. Slike betingelser, og deres effekter, var «grundig utforsket i eksperimentell analyse av atferd som *denne boken er basert på*» (s. 4, min kursiv), og «opplæring er ganske enkelt å arrangere forsterkningsbetingelser» (s. 5, se også s. 64). Når forsterkning arrangeres, «lar våre teknikker oss forme en organismes atferd *nesten som vi vil*» (s. 10, min kursiv). Forsterkning er nødvendig både for å lære ny atferd, og for å «oppretholde atferden med styrke» (s. 10), men forsterkningskjemaer der ikke alle responser forsterkes, kan være nok til å oppretholde atferden over tid (s.

10–11). Forsterkningsbetingelser er «en sann teknologi for opplæring» (s. 113), og å anvende operant betingning i opplæring, er til og med «enkelt og direkte» (s. 64).

Skinner hadde imidlertid nesten bare dyreforskning å bygge på, og beskrev ofte funn som var gjort på duer, som blant annet hadde lært å spille «bordtennis» (se innledningen) og «pardans». Han mente like fullt at metodikken muliggjorde «å utforske den individuelle organismens kompleksitet, og å analysere noen av de sammenhengende og koordinerte atferdene som inngår i oppmerksomhet, problemløsning, forskjellige typer selvkontroll ... personlighet» (s. 12). Han nevnte et eksperiment der en due

responderer på en stimulus der forsterkning er *tydeliggjøring* av stimulusen som kontrollerer en annen respons. Den første responsen blir, på en måte, en objektiv måte å «være oppmerksom på» den andre stimulusen på ... vi kan si at duen forteller oss om den er oppmerksom på et lys' *form* eller *farge* (s. 13).

Art utgjorde «overraskende liten forskjell» (s. 13). Lignende funn var gjort på rotter, hunder, aper, barn og psykotiske» (s. 14, se også s. 62), som viste «forbausende likheter i læringsprosessen» (s. 14) når forsterkning skjedd med «betydelig presisjon» (s. 14, se også s. 243). Dette gjorde «ekstrapolering fra resultater i laboratoriet til dagliglivet mer plausibel» (s. 12). For eksempel at forskjellige forsterkningsskjemaer påvirker responsraten hos duer forskjellig, kunne overføres til mennesker, fordi «Vi skifter alle konstant fra skjema til skjema når vårt nære miljø endres» (s. 12). Bilder viser en rotte og en due i en «skinnerboks» (s. 63). Det kunne være

drøyt å sammenligne Faraday, Mozart, Rembrandt eller Tolstoy med en due som hakker på en plate eller med en patologisk gambler, men variert ratio-skjemaer [der antall responser per forsterkning varierer] er ... tydelige trekk i vitenskapsfolks, komponisters, kunstneres og forfatteres biografier (s. 165).

Læringsprosessen hadde altså blitt «mye bedre forstått» (s. 33), og forskningen

var anvendbar også fordi den ikke hadde «vektlagt å bevise eller motbevise teorier, men oppdage kontrollerende variabler som læring er funksjon av» (s. 33). Operant betingning kunne virke enkel, men ga kunnskap om «de ekstraordinært detaljerte og komplekse egenskapene ved atferd som kan spores til detaljerte og komplekse trekk ved forsterkningsbetingelsene som gjelder i omgivelsene» (s. 62), og Skinner viste til differensiell forsterkning, diskriminering, intermitterende forsterkning, forskjellige forsterkningsskjemaer, og gjensidig avhengige («interlocking») betingelser der man må samarbeide med andre for å oppnå forsterkning (s. 64). Mye som var oppnådd ved å arrangere forsterkningsbetingelser innenfor nevrologi, farmakologi og psykiatri, var like relevant for opplæring (s. 33 og 243). Analysemetode og metodikk var viktigere enn hvem, eller hvilken art, som skulle endre atferd. Skinner påpekte likevel at mennesker «brukes mer og mer i grunnforskning» (s. 225), men også at «Verbal læring er studert i laboratoriet i nesten 100 år» (s. 225), uten å ha forbedret opplæring.

Skinner så selvfølgelig også forskjeller mellom dyr og mennesker, og når en «ny organisme» (s. 19) skulle studeres, måtte flere spørsmål besvares: «Hvilken atferd skal fås fram? Hvilke forsterkere kan brukes? Hvilke responser er tilgjengelige i starten av et program for progressiv tilnærming som vil føre til atferdens endelige form? Hvordan kan forsterkningsskjemaer opprettholde atferden med styrke?» (s. 19), særlig hos barn.

Noen hevdet at «laboratoriestudiet av læring ... ikke kan ta hensyn til realitetene i klasserommet» (s. 19), men Skinner mente at «økende viten om læringsprosessen» (s. 19) heller tilsa å kunne «håndtere disse realitetene, og framtinge vesentlig endring i dem» (s. 19). Man kunne ikke lenger «undertrykke de svære forbedringene som var innen rekkevidde» (s. 19), og «eksperimentell atferdsanalyse [var] en livlig ung vitenskap som uunngåelig vil[le] finne praktiske anvendelser» (s. 91). «Store personer» hadde blitt laget av «stort sett tilfeldige betingelser som ikke sier noe

om hva mennesker kan bli ved hjelp av bedre design» (s. 236), men med «eksperimentell atferdsanalyse kan menneskets potensialer utforskes grundig» (s. 237).

Hva er kunnskap?

Første steg «for å utforme opplæring er å definere den endelige atferden. Hva skal eleven gjøre som resultat av ... opplæring?» (s. 199–200). Å snakke om 'kunnskap' krever å observere at eleven kan noe, og hvis vi også vet hvordan den har lært det, er det vanskelig å si at det «skyldes indre årsaker» (s. 200). Da er det heller ikke så farlig å si at eleven «ser» en forskjell eller «fatter» et begrep» (s. 201) (selv om det er unødvendig), eller å snakke om å «Vite hvordan ting gjøres» slik et barn vet ... hvordan det kan gå og snakke» (s. 200). Men kunnskap som å kjøre bil og spille sjakk, er rett og slett å «utføre atferd som har fått slike navn» (s. 201), og vi forklarer ingenting med å si at «et barn går *fordi* det vet hvordan det skal gå, eller at en elev skiller mellom to stimuli *fordi* den vet forskjellen» (s. 201). Å dele kunnskap om å gjøre noe «er ... å lære personen å opptre på bestemte måter. Det den vet, er det den gjør» (s. 201).

Det er ikke like lett å sette likhetstegn mellom kunnskap og atferd for *verbal* kunnskap, eller å «vite *om* ting» (s. 201). Skinners begrunnelse er komplisert, og har neppe stor praktisk betydning, og jeg hopper derfor til at han mente at også slik kunnskap er atferd. Ikke all verbal atferd er imidlertid automatisk *kunnskap*: «En person kan «gjenta korrekt hva noen nettopp har sagt, lese hva en har skrevet eller gjenta noe den har lært, uten å vite hva den sier» (s. 202), og «Verbal atferd som er topografisk riktig, men som ikke godtas som kunnskap, kalles ofte meningsløs» (s. 203). Vi kan si noe på et språk vi ikke kan, imitere et utsagn uavhengig av situasjon, eller misforstå eller lyve, kan det tilføyes. Verbal kvasikunnskap var grunnen til at Platon mente at de som leste hva andre hadde skrevet, «virker allvitende, men vet ingenting» (s. 202), til Rousseaus skepsis til boklig kunnskap, og til Francis

Bacons framheving av å studere natur heller enn bøker, ifølge Skinner. Skinner var enig med alle (selv om han mente at Bacons syn skyldtes at bøkene om natur var avleggse). Dermed går «Det viktige skillet ... mellom tilsynelatende og reell kunnskap (s. 155), ikke mellom ikke-verbal og verbal kunnskap. Skinner mente at «verbal atferd vektlegges for mye fordi den er lett å ta inn i klasserommet, og en endring til ikke-verbal kunnskap, der naturlige betingelser er mer effektive, har hatt noe for seg» (s. 155), igjen litt som de tre forgjengerne.

Et tradisjonelt syn, ifølge Skinner, var at «kunnskap ... må lagres. Vi sies å «memorere» våre erfaringer» (s. 203), som imidlertid bare er en metafor for tidsgapet mellom da atferden ble lært, og når den utføres. Lagringsmetaforen er minst «overbevisende når atferd er ikke-verbal, og kunnskap er lettere å identifisere med responsen. Vi sier ikke at en gutt husker å sykle» (s. 204). Heller enn å forstå husking «som et lager der opptak av variabler oppbevares og hentes fram for bruk» (s. 204), er det bedre å si at «En organisme endres av ... forsterkningsbetingelser, og lever videre som en endret organisme. Den responderer på forskjellige måter under forskjellige forhold, og nærmere kommer vi ikke lagring av å «vite hvordan»» (s. 204). Husking av «vite om» er litt mer komplisert, men uansett: «*betingelsene som har modifisert en organisme, lagres ikke i organismen*» (s. 204–205). Det er som regel lett å beskrive, eller svare på spørsmål om, noe vi nettopp har sett eller gjort, men etter et tidsgap må det vel ha skjedd en lagring som forklarer at vi kan beskrive eller svare? Men lagring er altså bare en metafor, og å huske noe, som er et vanlig ord for atferd etter et tidsgap, skyldes heller at det vi husker, var «viktig under de rådende betingelsene» (s. 205), men hvordan ble det viktig? For eksempel ved å straffes for å glemme (av andre eller av de vanskene som det skaper for oss selv), eller forsterkes for å huske (av samme grunner med motsatt fortegn), og en elev som forbereder seg til eksamen, viser «atferd under betingelser som er utformet for å maksimere

sjansen for å huske. Betingelsene er ikke lagret, men endringene de gjør på atferd, varer lenge» (s. 205).

Selv etter Skinners «opprydding» var endelig atferd, eller mål for opplæring, «vanskelig å definere ... [, men] De som allerede praktiserer på et område, viser den endelige atferden» (s. 205–206), for eksempel et yrke, og vet dermed hva riktig endelig atferd er. Det gjør dem imidlertid ikke automatisk til eksperter på opplæring. De trenger nemlig ikke å være helt bevisste på hva de gjør, og «Opplæring kan vanligvis bare gis i en liten del av et felt» (s. 206). Spørsmålet er dermed hva som bør inngå i opplæring, og Skinner vektla «forutgående atferder som inngår i intellektuell egenledelse» (s. 206), både som inngår i fag som logikk og matematikk, og i overordnede ferdigheter som er resultat av annen opplæring. Også å studere «opplæring i seg selv» (s. 206) kunne komme til å gi svar.

Det ble sagt at «utdanning er det som overlever når vi har glemt alt vi har blitt lært» (s. 89), og Skinner påpekte at få elever ville ha klart avsluttende eksamen et år eller to etterpå. Det som likevel «sitter», og har varig verdi, er dermed ikke «fakta og prinsipper som dekkes av eksamener, men visse andre former for atferd som ofte tilskrives spesielle evner» (s. 89–90). Skinner mente at atferder som slike evner tolkes ut fra, kan programmeres, og bli gjenstand for direkte opplæring. For eksempel et program for nevroanatomisk «viste betydningen av spesielle ferdigheter i tredimensjonal tenkning» (s. 90), det vil si nettopp en overordnet ferdighet som man får bruk for i mange sammenhenger, og som dermed kan opprettholdes og utvikles. Han var til og med så optimistisk at opplæring etter hvert kanskje kunne «konsentrere seg om de formene for atferd som «overlever når alt man har lært, er glemt»» (s. 90), det vil si ferdigheter i å lære.

Hjelp til å lære og utføre ny atferd, og hjelp av slik hjelp

Å lære på egenhånd er mulig, men er ikke *opplæring*, og «Erfaringens skole er ingen

skole ... , ikke fordi ingen lærer noe der, men fordi ingen driver opplæring. Opplæring er å sørge for læring; en som opplæres, lærer fortere enn en som ikke blir det» (s. 5), i alle fall «når atferden ikke hadde oppstått ellers» (s. 5). Opplæring er å få eleven «til å utføre nye atferdsformer på spesielle måter i spesielle situasjoner. Det er ikke bare å lære den *hva* den skal gjøre; vi er like opptatt av ... at riktig atferd oppstår til rett tid» (s. 33).

Når «endelig atferd»; det som skal læres, er definert, kan vi ikke «bare vente på at atferden skal oppstå slik at den kan forsterkes» (s. 207). Den kan fås fram på mange måter, men for eksempel å «Forme atferd med gradvis tilnærming kan være kjedelig» (s. 207), og å håndlede blir lett aversivt (s. 207).

Når det går an, er det derfor bedre å «bruke stimuli som utløser eller igangsetter responsen som skal forsterkes» (s. 207) mer behagelig og direkte, ved å *prime* (påvirke, få fram) den. Én måte er å «duplisere», for eksempel å imitere bevegelser, eller å duplisere «produktet», særlig imitere vokal atferd som tale og sang. I begge tilfeller må modellen være tydelig, imitasjonen må forsterkes (s. 208–210), ofte av andre, men for eleven kan det også være automatisk forsterkende å lykkes. Atferd kan også primes med «pretablerte repertoarer der hverken responsene eller produktene av dem ligner på kontrollerende stimuli» (s. 210), såkalte «ikke-dupliserende repertoarer». Den viktigste formen er beskjeder; «Læreren sier ... at eleven skal gjøre noe bestemt, og forsterker den når den gjør det» (s. 210). Priming «erstatte ikke forming ... helt, fordi repertoarene må selv være formet eller i alle fall dannet av repertoarer som er formet, men de konsentrerer formingsprosessen i tidlige stadier av opplæring» (s. 210–211). Forming trengs også når priming stopper opp fordi personen ikke kan atferden, som må formes før det kan primes videre.

Priming er effektivt, men misbrukes hvis «læreren aksepterer en enkelt utførelse av atferd som et mål, uavhengig av om eleven

vil opptre på samme måte når primingen er fjernet» (s. 211), ut fra overdrevet tro på at «vi lærer ved å gjøre» (s. 211). For eksempel at eleven imiterer, kan være for lite fordi «Eleven som bare ekkoerer lærerens atferd, leser en tekst eller følger instruksjer i en manual, vet ikke mer hva den sier eller gjør enn analfabeten som kopierer sin underskrift» (s. 212). Opplæring må derfor få atferd «under kontroll av nye variabler» (s. 212), uten hjelp. Den må generaliseres og forsterkes, det vil si føre til praktisk handling. Å utføre atferden er nødvendig, og det *kan* holde å utføre den én gang, men som regel er det «bare det første steget» (s. 214).

Siden «Variablene som overtar for priming ... sjelden får kontroll etter ett tilfelle, oppstår et praktisk spørsmål: Når skal priming opphøre?» (s. 214). Det er ingen vits å prime atferd som ikke trenger det, og priming må ikke opphøre for tidlig. Priming kan reduseres ved å «gi bare en del av primingen» (s. 214), for eksempel første lyd i et ord. En delvis priming kalles «prompt» ... Stimulusen hjelper prompte [umiddelbart] fram visning av atferd som allerede fins i en viss styrke» (s. 214), og må reduseres i takt med at responsstyrken øker, enten prompten er motorisk, visuell, tekstuell eller muntlig. Å fjerne (vanish) prompts er «en subtil prosess, og ikke alltid lett å bruke i et ferdig program. Testing av et representativt utvalg av elever gir en viss indikasjon» (s. 214), og på noen opplæringsmaskiner kunne eleven justere prompts. Alt dette var fremmed for de «som tror at elever i hovedsak lærer ved å utføre atferd» (s. 215), som ofte ble forundret over «teknikker for prompting og for å fjerne prompts. Hvis eleven ikke kan respondere, hvorfor skal den ikke få maksimal hjelp?» (s. 215–216). Men «For å hjelpe en elev til å lære, må læreren avstå så mye som mulig fra å hjelpe den med å respondere» (s. 216). Det er forsterkende for en lærer at en elev får til en hel riktig respons, og det motsatte er aversivt. Derfor er det fristende å hjelpe fram «riktige responser, og dermed frata eleven sjansen til å respondere med minimal hjelp

og ... uten noen hjelp» (s. 216), men eleven «vil lære mer om å løse framtidige problemer hvis et svakere hint virker» (s. 144). For eksempel ferdige responsalternativer, som i flervalgstester, kan være unødig mye hjelp, og en bedre hjelp kan være tematiske, mer generelle prompts, for eksempel hint (s. 219).

Individuelle forskjeller

Også løsningen på unødige individuelle forskjeller var forsterkningsbetingelser: Læreren kan «velge topografier for responser og stimuli som passer for eleven ... oppdage effektive forsterkere, positive eller negative, og betinge andre om nødvendig ... lage repertoarer som skal læres ... så utforme betingelser som former og opprettholder en lang rekke responser» (s. 243). Dette ville redusere forskjeller, men ikke « redusere alle elever til ett mønster» (s. 243), heller gi et «lovende mangfold» (s. 243). Skinner var opplæringsoptimist, og tilhenger av relativt felles opplæringsmål. De fleste kunne lære det meste.

Hvordan bør atferd forsterkes?

Læreren kan bruke «alle tilgjengelige forsterkere så lenge det ikke har skadelige bivirkninger, og atferden som det resulterer i, kan overtas av forsterkere i dagliglivet» (s. 155). Et problem var imidlertid at «I likhet med psykoterapeuten, arbeider [læreren] med svake variabler» (s. 155), eller svake *forsterkere*. Forskning viste likevel at «*netto* mengde forsterkning har lite å si. En veldig liten forsterkning kan være svært effektiv ... hvis den brukes klokt» (s. 20), i riktig «relasjon til atferd» (s. 155), det vil si like etter. Heller enn å finne nye forsterkere, måtte man derfor «utforme bedre betingelser med de allerede tilgjengelige» (s. 155), og *arrangere* dem bedre. Det var ønskelig med «Umiddelbar og stabil forsterkning ... men det er ikke å fornekte betydningen av intermitterende og fjerne forsterkere» (s. 155), selv om en negativ virkning av at forsterkning som bare kommer av og til, kan være nok, var at det holdt liv i troen på læring ved «prøving og feiling»

(s. 160.) Vi kan arbeide for langsiktige mål, men ikke fordi vi er «påvirket av fjerne framtidige hendelser, men fordi kulturen har laget medierende virkemidler i form av betingede forsterkere» (s. 156), det vil si tegn på at vi er på vei mot noe godt, som ros og karakterer» (s. 156) eller å «frigjøres fra ikke å vite» (s. 156). Siden opplæring, eller «kulturer», ikke var «særlig flinke til å bygge slike forsterkere» (s. 156 som får eleven til å arbeide mot langsiktige mål, trengtes «en opplæringsteknologi som angriper problemet direkte» (s. 156).

Om *typer* forsterkere mente Skinner at noe forsterkning må innebygges i opplæringen, og bli automatisk. Eleven som vet hvordan den kan lære, vet også «hvordan den kan forstørre umiddelbare konsekvenser slik at de blir forsterkende. Den ikke bare vet, men vet at den vet, og forsterkes tilsvarende» (s. 156). «Nøye oppmerksomhet på detaljer garanterer ikke å lykkes, men forsterkes av og til når atferden lykkes. Å memorere stoff forsterkes av og til av vellykket husking» (s. 160), men «Overgangen fra ytre forsterkning til selvskapt forsterkning av å vite at man vet, håndteres ofte dårlig» (s. 156). Lærere makter det ikke i en stor klasse. Innebygget automatisk forsterkning kan også være svak, og da er tilgang til forsterkende aktiviteter en mulighet. Konkurranser kan fungere, men kan også være aversive for tapere (s. 20). Nok en mulighet er positive reaksjoner fra læreren (litt i strid kritikken av «personlige forsterkere» foran?), og bare når dette svikter, «trenger vi å bruke aversiv stimulering» (s. 20), som han dermed ga en sjelden åpning for (i 1954). Elever jobber mer også «hvis opplæringsmateriell er forsterkende» (s. 159), uavhengig av hvordan opplæringen ellers skjer (igjen kanskje litt i strid med kritikken av tradisjonell opplæring foran).

Opplæring må skje i små steg, «og forsterkning må være avhengig av oppnåelse på hvert steg» (s. 21), som også kan «opprettholde atferden med styrke» (s. 21). Det kan i stor grad skje ved å «utforme lærematerialet. Ved å gjøre hvert påfølgende steg så lite som mulig, kan hyppighet på forsterkning økes til et maksimum, mens aversive konsekvenser av

å ha feil, kanskje reduseres til et minimum» (s. 21).

Opplæring kan også ha innebygde *aversive* konsekvenser: «Langvarig oppmerksomhet er et slit, vedvarende anstrengelse er ... til og med straffende, og den flittige eleven mister andre forsterkere» (s. 161), men gunstig intermitterende forsterkning kan få eleven til å «arbeide hardt selv om atferden skaper aversive stimuli» (s. 161). For eksempel i bøker kan det være langt mellom forsterkerne, men

En dedikert person er en som forblir aktiv i lange perioder uten forsterkning ... fordi ... den har blitt eksponert for et gradvis tynnere variert rate-skjema. I starten ga det den gjorde, fort «noe igjen», men den gikk videre til ting som ble sjeldnere forsterket (s. 165).

Skinner så ingen prinsipiell forskjell mellom læring og lek. Læring kunne produsere forsterkere, og lek aversive konsekvenser (s. 161).

Hva med straff for manglende innsats og for problematferd?

Skinner åpnet altså såvidt for å bruke aversiver (se foran), men ønsket generelt «et pedagogisk system som vil møte dagens behov uten å ofre demokratiske prinsipper» (s. 58). Han var imot å true elever til å lære, og sterkt imot straff, som ikke er «en enkel løsning» (s. 57), men som gir kortvarig effekt og negative bivirkninger. Et problem er at «Ved å straffe atferd vi vil undertrykke, arrangerer vi betingelser som styrker ønsket atferd, men *betingelsene spesifiserer ikke sistnevnte atferds form*. Når vi straffer en elev som plager oss, spesifiserer vi ikke atferd som behager oss» (s. 187), bare indirekte i beste fall. Han skrev likevel at «Hvis stimuli er milde, kan uønskede biprodukter minimeres» (s. 187), jfr. det han skrev om «moderate aversive systemer» (se foran, og s. 101). Et eksempel var en lett reprimande eller advarsel når eleven «kan bedre» (s. 188). Straff er også vanskelig å unngå helt siden «å ikke bli forsterket, er lettere aversivt» (s. 188). Tradisjonelle måter å dempe uønsket atferd

på uten å straffe, var å gjøre oppgaver lettere, fjerne distraksjoner, gjøre inventar mer robust og vinduer uknuselige, og skille kjønnene. Imidlertid er dette dessverre «ofte en verden der ønsket atferd mangler» (s. 189).

Skinnerns alternativ, igjen, var å endre forsterkningsbetingelser. Akademisk atferd, for eksempel å huske det som er lest, kan læres mye mer effektivt enn ved å straffe eleven for å lese uten å huske» (s. 88), for eksempel med en stegvis progresjon. Man kan fjerne straff for gjetting ved å slutte å forsterke gjetting, slik at gjetting opphører, og fjerne straff for juks ved å fjerne muligheter for juks. Skinner advarte imidlertid mot at «Hvis eleven har lært for å unnslipe aversive sanksjoner, kan det ta tid før den kan påvirkes med positive forsterkere» (s. 191), og mot at en elev som har lært å jukse, kan fortsette med det, som likevel bør være mulig å ekstingvere. Direkte problematferd, for eksempel stygt språk, oppstår «når akseptabel verbal atferd er svak ... når responser som må utføres godt, ikke kan avgis lett [og] like effektiv standard atferd ikke er tilegnet» (s. 190). Da kan man forsterke atferd som er uforenlig med, eller alternativ, til uønsket atferd, for eksempel samarbeid i stedet for aggresjon, i stedet for å straffe (s. 190–191).

Skinner mente at det neppe var lett å se umiddelbare «fordeler med et positivt program» (s. 191), og «For å overleve overgangen kan læreren trenge selvtilliten som en vitenskapelig analyse gir» (s. 191).

Tenkning som forutgående (precurrent) atferd

Skinner kritiserte altså tradisjonell opplæring for å legge for mye vekt på læringsresultatet, og for lite vekt på selve læringen. I den forbindelse gikk han grundig inn på mange avanserte prosesser (som overlapper noe, skal vi se).

Tenkning er viktig å analysere, fordi den som er god til å tenke, også lærer mer effektivt, men «Når vi sier at ... elever skal tenke, hva vil vi egentlig ha dem til å gjøre?» (s. 117). Uttrykte tanker kan si mye om *resultat*

tater av tenkning, men «lite om teknikker» (s. 119) for tenkning og hva tenkning går ut på. Når folk snakker om å tenke, betyr det «ofte bare å utføre atferd», som når vi tenker verbalt, ikke-verbalt, matematisk, musikkalsk, sosialt, politisk og så videre» (s. 119), og det som kalles tenkning, må generelt «analyseres og læres som [atferd]. Noen deler av vår atferd endrer og bedrer andre delers effektivitet i det som kan kalles intellektuell egenledelse» (s. 120): Vi er i situasjoner der «vi ikke kan avgi en respons som trolig vil forsterkes» (s. 120), men kan likevel «opptre på måter som muliggjør effektiv atferd» (s. 120), ved å «utføre en «forutgående» (precurrent) respons som endrer enten vårt miljø eller oss selv slik at «konsumerende» atferd oppstår» (s. 120–121). Tenkning er med andre ord mange typer forutgående atferd.

En relativt enkel type er *oppmerksomhet*. Vi kan ikke reagere på alt, «bare på utvalgte sider. Men hvordan velges de? Hvorfor ser vi på én ting heller enn på en annen ... på ... form uten å bry oss om fargen?» (s. 121). Noe er genetisk og refleksivt, og mye gjøres for å fange oppmerksomhet, men «Eleven kan fås til å handle selektivt overfor spesielle sider ved miljøet ved å arrangere forsterkningsbetingelser» (s. 121–122) for hva den reagerer på, eller diskriminerer. Vi kan også lære oppmerksomhet på egenhånd, som egenledelse, ved «å reagere på [noe] slik at påfølgende atferd mer sannsynlig forsterkes» (s. 122), det vil si to steg: (1) Bli oppmerksom på noe, og (2) respondere på det, der «forsterkning av det andre styrker det første» (s. 122). Selv om vi kan lære slik forutgående atferd selv, er det bedre «å bli lært den ... direkte» (s. 122), ved at andre forsterker god oppmerksomhet, og kanskje framhever viktige stimuli.

Forutgående atferd kan være usynlig og uhørbar for andre, altså skjult, og den atferden «som er lettest å observere på det skjulte nivået, er verbal. Vi snakker til oss selv slik vi snakker høyt, og responderer slik vi responderer på andres og egen atferd når vi snakker høyt» (s. 124). Skjult tale kan være

forsterkende i seg selv, som når vi sier et dikt inni oss, men for eksempel i problemløsning forsterkes vi «først når løsningen er klar» (s. 124). «I opplæring der bare vellykkede resultater forsterkes, betyr det ikke noe om forutgående atferd er privat eller offentlig» (s. 124), men vi må likevel ta stilling til det for å kunne lære noen forutgående atferd. Skinners løsning var «å lære atferden på det åpne nivået» (s. 124–125), og forsterke hørbar tale, for eksempel i regning, før atferden «svinner til det skjulte nivået» (s. 125). Verbal tenkning *trenger* sjelden å være privat, og kan bli offentlig «når skjult selvstimulering ikke er nok» (s. 125). Når det gjelder forsterkning av verbal tenkning, kan ofte «Ytre betingelser reduseres gradvis slik at automatisk forsterkning kan ta over» (s. 125).

Skjult *perseptuell* atferd, som å se for seg ting, er mer komplisert, men Skinner antok at «når en synlig ting er automatisk forsterkende, vil atferden *å se den* bli så sterk at den oppstår i fravær av tingen ... [men atferden] er lært når den er der» (s. 125), og «Barnet som ser ting og hendelser som en forteller skildrer, gjør det fordi det har blitt eksponert for komplekse betingelser som involverer faktiske hendelser, billedlig eller på andre måter» (s. 125). Skinner fryktet at visuelle medier svekket elevens evne til å lese uillustrert tekst, men en måte å lære skjult seing på er uansett oppgaver med økende vanskelighetsgrad, som å «be eleven å beskrive eller tegne av noe, først mens den ser på det, og så etter økende tidsintervaller» (s. 126), og/eller økte krav til detaljer. Alt dette er imidlertid å forsterke resultatet, ikke forutgående atferd, men vi ser ingenting skjult «som ikke har blitt sett åpent i det minste delvis» (s. 127–127). Dermed kan skjult seing læres som åpen seing, og ta utgangspunkt i at «Noen måter å se på er spesielt effektive» (s. 127), for eksempel å se fra forskjellige vinkler, og se detaljer. Skinner så likevel at opplæring i skjult atferd er komplisert.

Å lære å lære

Å 'studere' betyr ofte å se nøye på noe for å kunne handle mer effektivt, men at noe er interessant å lese, trenger ikke å medføre å huske det. Å studere, ifølge Skinner, er å «lese på en spesiell måte» (s. 128), og vanskelig å lære «når materiell er laget slik at det er lett å huske» (s. 128). Da slipper vi jo å gjøre noe for å huske det. Også i opplæring i å lære var tradisjonell opplæring mest indirekte, eller opptatt av sluttresultatet: Eleven fikk spørsmål eller prøver etter å ha lest noe, tekster og spørsmål ble gjort mer komplekse, og spørsmål ble stilt etter lengre tidsintervaller. Dette er forenlig med programmert opplæring, men også den vanlige test- og prøvemethoden, og ikke direkte opplæring i å studere. Skinner mente at for å lære for eksempel å gjengi en side, må sidens «effekt som stimulus gradvis reduseres i takt med at responsen «lese den i dens fravær», blir sterkere. Eleven kan trolig gjengi en kort setning den nettopp har lest. Ved å vente litt før den gjentas, svekker eleven tekstens kontroll» (s. 129). Det er viktig å vente passe lenge; effekten er størst «hvis responsen avgis like før den blir for svak til å huskes» (s. 130), og stimulusens tydelighet og varighet kan reduseres, jfr. «diktforsøket» med datteren (se innledningen). Det var i det minste *litt* forskjellig fra tradisjonell opplæring.

Å lære intraverbale kjeder, som i utenat-læring, er én ting. Å lære hva en tekst *er om*, er verre. Det krever at teksten «gir tematiske stimuli som ofte igangsetter intraverbale responser» (s. 131, og se Skinner, 1957, s. 255–259), og at eleven «bruker deler av teksten som tematiske heller enn formelle prompts. Også sluttresultatet er et sett av intraverbale responser, men ikke alle fins i teksten» (s. 131). Eleven kan øve ved å understreke og oppsummere, og med verbale eller perseptuelle mnemoniske knep «genererer eleven stimuli, oftest som formelle eller tematiske prompts, som hjelper med å huske enten ord-for-ord eller med andre ord» (s. 131). Også alt dette må læres på et åpent nivå «hvis opplæring ... skal ta hensyn til

topografi og ikke bare resultat» (s. 131), altså hensyn til atferd som *gir* resultatet.

Problemløsning

Tenkning kaltes ofte problemløsning, men «Nesten alt vi gjør, er relevant for å løse et ... problem» (s. 132), og vi kan ikke lære det «slik vi lærer oppmerksomhet eller å studere ved å lære noen få spesielle teknikker» (s. 132). Det er nemlig «mange måter å endre en situasjon på slik at vi kan respondere effektivt på den» (s. 132), som å «gjøre stimuli klarere, endre dem ... isolere dem, «organisere» dem, eller legge til andre stimuli» (s. 132), avhengig av situasjon. Opplæring i problemløsning må ta utgangspunkt i hvilket problem, for eksempel å omdanne et tekstregnestykke til matematiske symboler slik at det kan løses. Dette er stort sett verbalt, og lett å lære «ved hjelp av tilgjengelig notasjon» (s. 133). Ikke-verbal problemløsning er verre å forklare, men også her må man begynne på det åpne nivået før atferden kan bli skjult (som for verbal tenkning, se foran).

«Produktiv tenkning»; når løsningen oppstår «av seg selv»

En som er god til å løse problemer, synes ikke å tenke i det hele tatt, og «Den kognitive prosessen har tilsynelatende forsvunnet» (s. 134). Også løsninger på noe vanskelig kan tilsynelatende oppstå uten forutgående atferd. Skinner mente at dette kan være «situasjoner som ikke bare ikke igangsetter en respons som blir en løsning, men [heller] ingen forutgående atferd som genererer en slik respons» (s. 135). Løsninger krever da «produktiv» tenkning, mente mange, men å kalle tenkning produktiv var bare å si at tenkning «er noe mer enn atferd» (s. 134), og å peke «på problemer som ennå ikke er analysert» (s. 134), ifølge Skinner. Vi må heller «analysere teknikker for å løse problemet med å løse problemer» (s. 135), og komme fram til mer enn «prøving og feiling». Få situasjoner er helt nye, og *noe* tidligere læring og forutgående atferd er det oftest å bygge på selv om vi «ikke har lært den spesielle løsningen som gjelder»

(s. 137). Foreløpig kom han med lite mer enn å vise til litt som andre hadde skrevet om det (s. 135) (men se nedenfor).

Når en løsning kommer overraskende, kan vi tro at det skyldes en «original idé». Det er imidlertid noe «mystikk i ... all operant atferd. En stimulus har aldri full kontroll» (s. 137), som når vi må betrakte noe før vi kan si hva det er. Slik sett er all atferd original, og «I problemløsning skaper vi forhold som gjør en løsning mer sannsynlig, men vi kan ikke si nøyaktig når den vil oppstå» (s. 138). Atferden er likevel ikke «ulovmessig» (s. 138), men

«Elementet av overraskelse gjør det lett å anta at løsningen er trigget av en hendelse eller idé før atferden ... En respons er desto mer imponerende når den oppstår i en ny situasjon ... særlig når den har spesielle konsekvenser» (s. 138). Uansett må vi «begynne forfra igjen, og forklare hvorfor ideen oppsto akkurat da» (s. 138). Ellers er vi like langt, og det er ingen løsning å kalle det «innsikt» – vi må undersøke forutgående atferd (s. 138).

Å «ha ideer», og tenkerens rolle

Skinner ville ikke gi opp å kunne under vise i tenkning, selv om det er vanskelig. Det kan ikke skje ved å endre miljøet, men «tenkeren selv. «Å ha en idé» er kanskje lettest å observere når ideen er verbal» (s. 139) (som for verbal tenkning og problemløsning, se foran). Noe forutgående atferd som kan bidra til en verbal respons, eller idé, er enkel: «For å huske et navn vi har glemt, prøver vi ut (probe) vår atferd med supplerende stimuli ... formelle utprøvinger ved å si alfabetet ... tematiske utprøvinger ved å gjennomgå situasjoner vi har brukt navnet i» (s. 139, se Skinner, 1957, s. 259–268). Når slike teknikker er skjulte, er det «lett å kalle dem mentale, og ikke analysere dem, men et direkte angrep [er] verdt» (s. 140). Det er ikke nok å oppmuntre eleven til å få ideer ved å forsterke dens verbale atferd,

Vi må lære den å oppdage hva den har å si – å lokke ut svake responser, og ikke bare

en respons om gangen, men komplekse arrangementer, ikke bare en enkelt analog eller metaforisk respons, men en setning, et avsnitt, et kapittel eller en bok, ikke bare det beste sjakktrekket, men en strategi, ikke bare et steg i et bevis, men et helt bevis (s. 140).

Tenkning var altså ikke helt «utenfor rekkevidde» (s. 140), og Skinner ville også prøve å forstå produktiv tenkning (se foran), som mange kalte det når atferd «ikke kan spores til foranledigende forhold» (s. 140). Målet måtte være å forstå slike foranledninger, og selv i komplisert problemløsning kan noen «passende teknikker for egenledelse identifiseres og læres» (s. 140). For å gi eksempler, begynte Skinner med at

En elev tenker ved å manipulere forhold som en del av dens atferd er funksjon av, og Det viktige faktum er at *en annen person vil manipulere akkurat de samme forholdene for å få samme resultat*. Når en elev er oppmerksom, gjør den akkurat det som læreren gjør for å tiltrekke og holde elevens oppmerksomhet (s. 141),

og når eleven studerer, «understreker den viktige ord i en tekst slik forfatteren kunne ha gjort for å huske dem. Den løser et problem ved å endre en vanskelig situasjon akkurat slik en annen ville endre den for å oppdage løsningen» (s. 141). Når det gjelder å lære elever å løse problemer heuristisk, siterte Skinner en som hadde foreslått at læreren kan «stille et spørsmål eller antyde et steg som kunne ha oppstått hos eleven selv» (s. 141), og slike spørsmål er «like nyttige for problemløseren som jobber alene» (s. 141). Elev som har en verbal idé, kan ha styrket «sin egen atferd med de samme utprøvningsene (probes) som en annen person vil bruke for å oppdage hva eleven har å si» (s. 141). Poenget med alt dette må være at det går an å beskrive konkrete teknikker for produktiv tenkning, som for annen forutgående atferd som delvis, og initialt, er på et åpent nivå der den kan studeres.

Skinner ville altså gi eleven «en aktiv rolle» (s. 32, se foran), men eksemplene viser at «den har blitt lært det» (s. 141). Eleven kan

dermed ikke få hele «æren for å lære å tenke» (s. 141), men når vi bare evaluerer *resultater*, «gir vi eleven hele æren fordi vi ikke vet hvordan den lærer» (s. 142) (som er en sentral betraktning i *Beyond Freedom and Dignity*).

Egenledelse (self-management)

Skinner definerte 'egenledelse' som å kontrollere seg selv og å tilrettelegge for egen læring ved for eksempel å sjekke om eget arbeid er riktig, øve, og konkurrere med gode elever. Eleven gjør «slike ting bare hvis den har lært dem. Spesifikk opplæring er spesielt viktig fordi egenledelse er ofte skjult, og modeller er sjelden tilgjengelige for imitasjon. Vi ser sjelden folk som kontrollerer seg på slike måter» (s. 167), og forsterkere er ofte utsatte. «Opplæring i egenledelse av motivasjon har aldri vært særlig effektiv» (s. 167), og knapt vært prøvd, men «Viljeløsheten hos de som ikke har noe å gjøre, som ikke er interessert i noe, er en av tragediene i det moderne liv» (s. 168). Den ble gjerne «forklart med fremmedgjøring, anomi, anhedonisme, rotløshet eller mangel på verdier» (s. 168), men problemet var «defekte betingelser» (s. 168), som måtte forbedres og føre til egenledelse.

Tradisjonell opplæring i egenledelse var gjerne «opplæring i regler heller enn praksis» (s. 192), og generelle etiske regler i form av «instruksjoner» (s. 192) kan fungere i mangel på bedre kontroll. En regel for selvkontroll, som å «telle til ti», kan ha en viss effekt, men ikke alle regler er instruksjoner, og «Hastverk er lastverk» beskriver betingelser: konsekvensene av for rask atferd er ofte svært aversive» (s. 192). Begge typer regler kan læres ved for eksempel å si dem høyt og å observere at andre sier og følger dem, og følges «som en form for unngåelse» (s. 192). Ikke alle etiske problemer kan imidlertid forutses, og det er nyttig å kunne lage egne regler i situasjoner som oppstår, gjerne ut fra overordnede regler (s. 193). I etisk egenledelse er personlig påskjønnelse viktig, men eleven «får lite ros for god oppførsel hvis den ikke kan oppføre seg dårlig. Når den oppfører

seg bra fordi den har lært det ..., får læreren mest av æren. Eleven æres trolig bare når dens gode atferd er resultat av egenledelse, av ... etisk eller moralsk kamp» (s. 193), eller når dårlig atferd straffes, siden andre da ikke har spesifisert etisk atferd, og eleven må finne ut selv (jfr. igjen *Beyond Freedom and Dignity*). Skinner mente nok at også etisk egenledelse som eleven er lært, bør roses, men skrev knapt mer enn at egenledelse kan og bør læres, og viste mest til kulturell praksis.

Kreativitet og originalitet

Skinner mente også noe om å lære kreativitet, selv om det er «en selvmotsigelse» (s. 89). Skolens forsøk på å lære barn det, hadde gått utover «opplæring i fag. Læreren holder en vanskelig kurs mellom to store frykter – ... at den kanskje ikke underviser, og ... at den forteller eleven noe» (s. 89) slik at den får det opp i hendene. Skinner medga at «Før vi vet mer om kreativ tenkning, må vi kanskje begrense oss til å sikre at eleven vet nok om tidlige tenkeres bidrag, at den har blitt rikelig forsterket for nøye observasjon og undring, at den har interesse og fliden som er skapt av en god historie med å lykkes» (s. 89).

Om kreativitet i programmert opplæring skrev han at når «Miljøet utformes for å kontrollere elevens atferd; er det da ikke rom for det ukontrollerte – det originale eller kreative?» (s. 169–170). Kreativitet ble gjerne forstått som et trekk, «men vi kan ikke endre kreativitet i seg selv ... Hvis vi skal utforme effektive måter for å fremme atferd som sies å vise kreativitet, må vi spore den til manipulerbare variabler» (s. 170). En «deterministisk vitenskap» (s. 170) kunne virke uegnet til en slik oppgave, men «Hvert menneske er produkt av en genetikk og en miljøhistorie som er helt dets egen» (s. 170). Determinisme er en riktig tilnærming, mente Skinner, og «Læreren som tror at eleven skaper kunst ved å utøve en indre ustyrlig evne, vil ikke se etter forhold der den faktisk gjør kreativt arbeid» (s. 171), eller kunne fremme atferden. Skinner kom altså med lite utover det generelle (men skrev

mer om det i forbindelse med egenledelse nedenfor).

Angående det lignende fenomenet *originalitet*, var Skinner inne på om for god opplæring kan undertrykke individualitet og original atferd. Opplæring må bygge store repertoarer, men de vil hverken være originale eller forberede eleven «fullt ut» (s. 174) på verden utenfor. Eleven må derfor lære eksplisitt å «utforske nye miljøer og å løse problemer der» (s. 174), og *virker* da original «i den forstand at atferden vanskelig kan spores til tidligere opplæring» (s. 175). Mange lærere ville fremme originalitet ved å formidle mindre kunnskap, «Men eleven vil lettest kunne løse problemene som oppstår i et nytt miljø, hvis den vet mest mulig om tidligere løsninger. Den må ha atferd «å tenke med»» (s. 175), og å lære fakta «vil ikke overbelaste dens sinn» (s. 175). Sjansen for å generalisere atferd er imidlertid mindre hvis elevens atferd «er skarpt definert eller kontrollert av spesifikke stimuli» (s. 175), eller bundet til spesielle situasjoner, og Skinner ga tradisjonell opplæring et poeng: Dårlig opplæring (s. 176) har «den fordel at eleven kan lære å lære, og ... muligens uventede fordeler ved å forberede den på nye miljøer» (s. 176). Eleven må finne ut selv, og ved å få mer oppgaver enn den «kan lese grundig, og særlig ved ikke å klare å programmere effektivt, unngås rigide repertoarer. Eleven skumleser, og bruken den gjør av det den leser, viser kanskje like mye av dens egen historie som av forfatterens» (s. 176). Aldri så galt at det ikke er godt for noe.

Det er likevel bedre, mente Skinner, å lære eleven det den skumleser seg til, på andre måter, for eksempel ved å gi andre bøker. Skinner så at hans framheving av verdien av til dels «løs» opplæring, brøt med den «tradisjonelle premieringen av nøyaktighet» (s. 176), men det som er lettest å måle, trenger ikke å være nyttigst, mente han. Vi trenger likevel ikke å «gjøre dårlig læring til standard politikk, men studere det nyttige som har blitt lært, og lære det – godt» (s. 176). Andre måter å fremme originalitet

på, var å lære ting på forskjellige måter, og å bruke ord på uvanlige måter (s. 177–178).

Kreativitet, originalitet og egenledelse

Å lære på egenhånd, og i kontakt med ting, er ikke å lære av andre, og har dermed originale innslag. Ikke bare fysiske ting kan utforskes, det kan også språket og andre symboler, for eksempel ved å forklare og beskrive ting på nye måter (s. 178–179) (nesten som ovenfor). Mennesker gjør mye som ingen gjorde før, så hvor kom all ny atferd fra? Skinner trodde ikke på et kreativt sinn, uavhengig av gener og erfaring, og sammenlignet det med biologisk kreasjonisme. En bedre måte å si det på, mente han, er at «Nye responser skapes av tilfeldige arrangementer av variabler som er like uforutsigbare som tilfeldige arrangementer av molekyler og gener» (s. 180). Vi kan per definisjon ikke lære bort kreativ atferd, nettopp fordi den da er lært, «men vi kan lære eleven å arrangere miljøer som maksimerer sjansen for at originale responser oppstår» (s. 180), for eksempel ved å prøve og feile, som kan gi forstyrrede, uklare, solesistiske [generelle, upresise] eller tøvelte verbale responser» (s. 181) når standardresponser ikke fungerer, mens «Ikke-verbale atferd forsterkes ofte fordi den er overraskende eller rar» (s. 181). Når vi er lei av noe, finner vi på noe nytt.

Ordet «original» beskriver ikke atferd, det sammenligner den» (s. 182), og middel-mådighet er viktig fordi vi da kan se enere (s. 183). En vits lykkes bare når lyttere ikke har hørt vitsen, men

En person som er morsom ofte, preges av en type forutgående atferd. For eksempel den som er god i ordspill, reagerer på aktuell verbal atferd ... og avgir skjulte intraverbale responser, og noen er relevante for en annen aktuell stimulus, verbal eller annen. Er personen dyktig nok, konstruerer den da en plausibel setning som inneholder den responsen i en ny relasjon (s. 182),

på lignende måte som handlinger overdrives i ikke-verbale humor. «Når vi forsterker morsom atferd, lærer vi [personen] indirekte

slike teknikker» (s. 182), men direkte opplæring er mulig, mente Skinner.

Forsterkning gir *generelt* mer atferd, og noe av den er original. I hjernestorming «forsterkes atferd selv om den er ulogisk, absurd, upresis eller ineffektiv. I psykoanalyse forsterkes pasienten for å snakke ..., men [det] avhenger ikke av hva som sies, som uttrykket ««fri assosiasjon» antyder» (s. 183). «Poetens metafor, og forskerens analogi, er ofte søkt, og hvor søkt den er, avhenger til dels av forsterkningsbetingelser som avler interesse, entusiasme og dedikasjon» (s. 183). Det skjer naturlig, men «En sterk opplæringsteknologi kan styrke disse kildene til originalitet – hos hvor mange elever som helst» (s. 183). Tradisjonelle syn gikk ut på at kreativitet er uforklarlig, som i så fall må bety at det heller ikke kan gis opplæring i, men Skinner mente at fordi «De naturlige endelige konsekvensene av original atferd er utsatte og ofte utydelige» (s. 184), er opplæring «desto viktigere» (s. 184).

Kreativitet var også viktig ved at «en politikk som utformes for å maksimere en kulturs styrke, må oppmuntre nyskaping og mangfold ... mange kulturer, som mange arter, har overlevd lenge uten tydelig endring, men både kulturer og arter styrkes ... ved variasjon og seleksjon» (s. 235). Betingelser som oppmuntrer til «spørsmål, å oppdage selv og å være original på andre måter, øker tilgangen på mutasjoner som bidrar til en kulturs evolusjon» (s. 235). Selv om mutasjoner kan være dårlige, er «mangfold ... essensielt» (s. 235). Alt dette var mangelvare i USAs skoler, mente Skinner, men mangfold må tilrettelegges, som i vitenskap (s. 235).

Frihet og selvkontroll

Mål for opplæring kan være (1) selvkontroll i form av «forutgående atferder som lar et menneske unnsnippe positive betingelser som har aversive konsekvenser» (s. 173) å la gambling, rus, pengeinsentiver og smiger, og (2) atferd som «er formet mer av idiosynkratisk selvforsterkning enn av oppmerksomhet, ros eller beundring fra en

velmenende lærer» (s. 173). Også dette kan oppnås med effektiv opplæringsteknologi, mente Skinner.

Én frihet er selvstendighet; å gjøre ting «uavhengig av andre» (s. 173). Det er «ikke bare et spørsmål om kompetanse» (s. 173), men om ikke «å måtte fortelles hva som skal gjøres, og når» (s. 173), som å følge klokken, ikke beskjeder. Derfor er det viktig å «unngå ren verbal opplæring» (s. 174), og at atferd etter hvert «kontrolleres mest mulig av en verden av ting, heller enn av hva andre har sagt om den» (s. 174).

Respondent atferd

En vanlig oppfatning var at gode handlinger skjer av gode følelser (s. 193), som medfører «at for å lære elever å være modige og medfølende, må læreren lære dem å føle» (s. 193), men «hva føler vi når vi føler oss modige og medfølende?» (s. 193). Skinner forklarte hvordan forsterkning og straff har emosjonelle, refleksive, *respondente* «bivirkninger»: Situasjoner der atferd er forsterket, utløser glede og lyst til å gjenta, og situasjoner der atferd er straffet, utløser angst og unngåelse. Sistnevnte situasjoner har blitt aversive ved pavloviansk betingning, «men det er ... operant atferd som er endret. Det personen «føler som frykt», er samtidige autonome responser» (s. 194) som svette og høy puls. Personen «unngår ikke situasjonen *på grunn av dem eller på grunn av* hvordan den føler; det samme settet av betingelser forklarer både unngåelsesatferden og de betingede refleksene» (s. 194). Følelser kan også forekomme uten nevneverdig operant atferd, og omvendt, som når vi venner oss til noe, spiller eller simulerer (s. 195).

«Læreren kan ... være interessert i å svekke respondent atferd» (s. 195), og Skinner minnet om at Rousseau ville venne barn gradvis til kaldt vann og skremmende ting, å la habituering, og desensitivisering i atferdsorientert behandling. Skinner nevnte også tiltak for å få soldater til å hate fienden, filmer om røyking for å vekke negative emosjoner, Mowrer og Mowrers «tissematte», og «behandling av

homoseksualitet» (s. 196) der «pasienten ... får elektriske støt når den ser på bilder av samme kjønn» (som foregikk i alle fall til 1970-tallet).

Oppsummering av hovedpunktene i Skinners syn på opplæring

- Inngående analyser av hva kunnskap er. I tillegg til at det er atferd, må atferden være funksjonell, eller nyttig, som viser seg ved om den opprettholdes naturlig etter at opplæring er avsluttet.
- Inngående analyser av hvordan helt ny, og svak, atferd kan hjelpes fram, og hvordan hjelp kan reduseres.
- En nøye planlagt forsiktig stegvis progresjon, og hyppig ytre forsterkning av riktige responser, men også stor vekt på innebygget automatisk forsterkning i form av det mange vil kalle å oppleve mestring, og skepsis til ren sosial «personlig» forsterkning.
- Et optimistisk syn på å redusere individuelle forskjeller, og på opplæring av elever med lære vansker.
- Sterk motstand mot straff til nesten ensidig fordel for forsterkning, men en liten åpning for milde aversive tiltak. Selv om han ikke spesifiserte, ville han neppe gå lenger enn til for eksempel lette kritikker og reprimander.
- Ikke bare vekt på forholdet mellom stoff og oppgaver, og riktige og gale løsninger, men også på mer eller mindre skjult privat atferd som foregår mellom oppgaven og forsøket på løsning, som tenkning, eller «forutgående atferd», i form av problemløsning og egenledelse, og kreativitet og originalitet. Alt dette har et ytre opphav, er delvis ytre atferd, og mulig å lære opp elever i.

Skinner hadde med andre ord et sofistikert syn på atferd og opplæring. De viktigste konkrete følgene av hans syn, programmert opplæring og opplæringsmaskiner, som jeg nå skal gå gjennom, oppsto imidlertid før han beskrev de mest komplekse betraktningene i *TToT*. De bygget følgelig på hans tidlige betraktninger (uten å si at de er enkle). Under Diskusjon kommer jeg tilbake til hva de mer

komplekse betraktningene har betydd. Der drøfter jeg også flere av Skinners synspunkter.

Programmert opplæring

Forsterkning

Programmert opplæring var primært en plan for å gjøre effektiv bruk av forsterkere, ikke bare for å forme nye typer atferd, men for å bevare atferd med styrke. Et program spesifiserer ikke en bestemt type forsterker (eleven kan jobbe under aversiv kontroll eller for penger, mat, prestisje eller kjærlighet), men er utformet for å gjøre svake forsterkere, eller små deler av sterke forsterkere, effektive (s. 156).

En forsterker er å «ha riktig»: «Lærerens «Riktig!» får forsterkende kraft fra positive og negative forsterkere som læreren kontrollerer» (s. 156–157), som karakterer og andre tegn på suksess, må vi tro, og å «ha riktig» i programmert opplæring kan være forsterkende «av lignende grunner» (s. 157). I tillegg er det automatisk forsterkende å «ha riktig», som en som løser kryssord eller får noe til å rime, eller som «Et barn som lærer å lese, forsterkes når dets vokale responser på en tekst danner kjente verbale stimuli» (s. 157), eller en elev når «ordene den hører eller ser, stemmer med responser den har forventet – en viktig side ved å lytte eller lese med «forståelse»» (s. 157). Å ha riktig betyr også framgang, «og et programs fysiske utforming gjør framgang tydelig» (s. 157), og viser den umiddelbart, til forskjell fra tradisjonelle oppgaver og prøver.

Programmering

Det var «minst fire forskjellige måter å programmere på» (s. 65):

1. Forme ny atferd, som å få en som protesterer mot å bruke briller, til gradvis å bruke dem, og forsterke gradvis mer selvstendighet hos psykiatriske pasienter (s. 67–68).
2. Endre temporale egenskaper ved atferd, og atferds intensitet. Mye må gjøres til rett tid, og Skinner fortalte om maskiner

for å lære rytmesans og gehør (s. 69–71).

3. «bringe atferd under kontroll av stimuli» (s. 71), for eksempel læring med så mye støtte at den ble «feilfri», og opplæring i å diskriminere små forskjeller (s. 72–74). Han beskrev hvordan en «mikrocefal idiot» lærte enkel diskriminering (s. 74–78).
4. «opprettholde atferd med sjelden forsterkning» (s. 78), for eksempel å lese bøker, der det kan være langt mellom forsterkerne, og noen mister interessen. Elever måtte derfor «eksponeres for et program med materiell som bygger opp en tendens til å lese i fravær av forsterkning» (s. 79), ikke presses til å lese.

(Eksemplet på forming i punkt 1, var ikke aktuelt for opplæringsmaskiner.)

I opplæring i håndskrift kan man «lære barnet å diskriminere mellom god og dårlig form før det begynner å skrive» (s. 80), for å forsterke riktige responser raskt og for å etablere umiddelbar automatisk selvforsterkning. Skrivning kan formes fra å kopiere større og større deler av bokstaver, til større og større enheter, og fjerne modellen gradvis, temporalt og spatialt. Så kan bokstaver, og mer og mer tekst, skrives på diktat, og *pen* skrivning kan formes.

Skinner beskrev også stegvis utenatlæring av dikt, fra tavlen: «Noen få unødvendige bokstaver mangler. Klassen leser diktet i kor. På neste lysbilde mangler andre bokstaver» (s. 82). Stegvis fjernes enda flere bokstaver. Til slutt kan klassen lese diktet uten noen bokstaver, og «Kontroll er endret til selvgenererte stimuli» (s. 82) (igen som «diktfor-søket» med datteren, se innledningen).

Programmering er naturlig. I tradisjonell opplæring kan elever lese for den umiddelbare effekten, og glemme det «nesten med en gang» (s. 88). Det gode elever gjør, derimot, «ligner på det programmereren gjør» (s. 88): Øve på det de har lært, se på teksten kun når de må, og løse oppgaver med svakt økende vanskelighetsgrad (s. 88).

Kompleks atferd «kan ikke forsterkes hele på en gang, eller som ofte antas, bare

deles opp og forsterkes del for del. Den må programmeres ... Det er ikke bare et spørsmål om å lære en ting om gangen» (s. 219), og programmering er ikke bare «å gå fram i små steg» (s. 220). Stegenes størrelse kommer an på «tidligere forberedelser og nåværende hjelp» (s. 220), men små steg trengs «for å holde eleven innen rekkevidde for forsterkning» (s. 220). For store steg og for sjelden forsterkning, kan medføre at eleven lærer å «lese bare den delen av materiellet som responsen avhenger av», og overse resten, som kan medføre forsterkning av «feil responser» (s. 220), trolig snarveier og overflatisk læring, virker det som Skinner mente. For å ta et steg må eleven heller ikke kunne bare akkurat nok til å gå videre, men kunne inneværende «steg grundig» (s. 221)

Når det gjelder rekkefølger i stoffet, kan fag sjelden arrangeres på en linje, og alle programmer må «forgrenes» (s. 221). Fag består av deler, og «To typer rekkefølge trengs derfor: Stegene i en del må ordnes i rekkefølge, og delene må arrangeres slik at eleven er godt forberedt for hver del når den når den» (s. 221). For eksempel historie kan delvis arrangeres kronologisk, men ikke alt kan ordnes som en fortelling. En viktig rettesnor er vanskegrad, og å begynne med det lette, men selv det siste vanskeligste leddet bør være like lett «*når det er nådd*» (s. 222). Det var også viktig å se etter unødig høye vanskelighetsgrader som skyldes «utilstrekkelige priminger eller prompts, tvetydighet eller aversiv kontroll» (s. 222), det vil si svak opplæring.

Skinner så at

Læreren som jobber i direkte kontakt med eleven, har en fordel, både ved å kunne bruke priming og prompts, og arrangere rekkefølger. Den vet hvor eleven står, og hvilken retning den kan bevege seg i ... Den fordelen tapes i ... et program der eleven arbeider alene, men tapet kan oppveies ved å teste programmet ofte på representative elever. Da er det mulig å se dårlige ledd, hvorfor de er dårlige, og å fjerne unødvendige ledd og legge til ledd (s. 223).

Generalisering

«Betingelser i opplæring er oftest kunstige, og bør alltid være midlertidige. Hvis opplæring er et poeng, vil atferden den skaper, overtas og opprettholdes av betingelser i verden utenfor» (s. 144). En viktig oppgave for læreren er derfor å «frigjøre eleven fra behovet for hjelp til å lære» (s. 144).

Opplæringsmaskiner

Læreren kunne ikke utføre all forsterkning, og «Mekanisk og elektrisk utstyr må brukes» (s. 21), som i laboratoriet. Opplæringsmaskiner var i prinsippet alle «apparater som arrangerer forsterkningsbetingelser» (s. 65), og det var «like mange forskjellige typer maskiner som det er forsterkningsbetingelser» (s. 65). Slik sett var de første «skinnerboksene», der atferd kan formes og forsterkes, «de første læringsmaskinene» (s. 65). I laboratoriet «kreves instrumenter» (s. 65) for å registrere responser, og forsterke dem etter forskjellige forsterkningsskjemaer. Læreren trengte «lignende instrumentstøtte» (s. 65) for å forsterke atferd godt nok. Hvis kunnskapen som fantes om læring og opprettholdelse av verbal atferd (og Skinner siktet nok til *Verbal Behavior*), skulle «anvendes i opplæring, er en form for opplæringsmaskin nødvendig» (s. 33). Det var vanskelig å lære opp dyr, og mennesker trengte «enda mer detaljert instrumentering» (s. 33), men bedre enn Presseys 1920-tallsmaskiner.

Dermed var Skinner inne på opplæringsmaskiner i skolen. I 1954 beskrev han en forsøksmodell for regning. På oppsiden var det et vindu med et spørsmål eller problem. Eleven avga svar ved å skyve en remse med tall fra 0–9, og vri på en knapp. Var svaret riktig, kunne knappen vriss lett, og «fås til å ringe en klokke eller avgi en annen betinget forsterker» (s. 22, se også innledningen). Var svaret feil, ble knappen låst, og en teller summerte gale svar. Tilsvarende maskiner kunne lære staving, lesing og resonnering. Skinner mente at det var forsterkende i seg selv å bruke slike maskiner, og en lærer kunne

holde en hel klasse i gang samtidig som elevene fulgte sitt eget tempo. Spesielt flinke elever kunne få pauser og ekstraoppgaver. Maskinen gjorde det «mulig å presentere nøye utformet materiell der ett problem kan avhenge av svaret på det foregående problemet, og der den mest effektive progresjonen til et endelig komplekst repertoar, dermed kan skapes» (s. 24). De vanligste feilene kunne registreres, steg kunne dermed endres, og «tilleggssteg kan settes inn der elever ofte har problemer, og til slutt vil materialet nå et punkt der en gjennomsnittselevs svar nesten alltid er riktig» (s. 24). Er ikke materialet «forsterkende nok, kan andre forsterkere som læreren eller skolen rår over, gjøres avhengig av jobbing på maskinen eller av progresjon» (s. 24–25).

Opplæringsmaskiner måtte oppfylle en del krav: «Eleven må komponere sin respons heller enn å velge den blant oppsatte alternativer ... huske heller enn å gjenkjenne – både å avgi en respons og se at den er riktig» (s. 33). Maskiner måtte også ha så «nøye utformede steg» (s. 34) at eleven ville klare alle, og bevege seg «nærmere full kompetanse» (s. 35). Skinner ga detaljert beskrivelse av hvordan forbausende teknisk avanserte, maskiner fungerte (figur 1 og 2), (og en ble demonstrert på Universitetet i Pittsburgh i 1954, se innledningen). (Alle figurer er fra *TToT*, © B. F. Skinner Foundation.)

Skinner presiserte at maskinen ikke underviser, men «setter ... eleven i kontakt med den som har laget materialet den presenterer» (s. 37). Den sparte arbeid, og minnet om masseproduksjon, «men effekten på eleven er overraskende lik en privatlærers» (s. 37): Det var konstant samhandling, og til forskjell fra annet audio-visuelt materiell, skapte den «vedvarende aktivitet. Eleven er alltid våken og opptatt» (s. 39), og måtte lære for å få gå videre, som gjaldt mindre i annen opplæring. I likhet med en god privatlærer ga den oppgaver eleven var klar for, og riktig hjelp i form av «hinting, prompting og forslag hentet fra en analyse av verbal atferd» (s. 39, der Skinner viste til *Verbal Behavior*).



Figur 1.



Figur 2.

Ikke minst forsterket den atferd umiddelbart, ikke bare for å forme atferd, men for å «oppretholde [atferden] med styrke på en måte som andre ville kalle «å bevare elevens interesse»» (s. 39).

Skinner så at oppgaven med å programmere læringsmaskiner for «et gitt fag synes å være ... formidabel» (s. 39), men ga eksempler på et program for staving (figur 3) og et for regning (s. 40–41). Ordet som skulle læres i staveprogrammet, står i fet skrift i ramme 1, med et eksempel og en enkel definisjon. Elevens første oppgave var bare å kopiere det. Da vist ramme 2. Eleven måtte nå kopiere selektivt; identifisere «fact» som den felles delen i «manufacture»

og «factory». Det hjalp den til å stave ordet, og å lære en egen «atomisk» verbal operant (og Skinner viste igjen til *Verbal Behavior*). I ramme 3 måtte en ny rot kopieres selektivt fra «manual». I ramme 4 måtte eleven for første gang sette inn bokstaver uten å kopiere. Siden eleven ble bedt om å sette inn den samme bokstaven to steder, ville en feil bli dobbelt tydelig, og sjansen for feil mindre. Samme prinsipp gjaldt i ramme 5. I ramme 6 stavet eleven ordet for å fullføre setningen som er eksempel i ramme 1 (og Skinner mente at en svak elev ville klare det.) Eksempler på regneoppgaver var $5 + 4 = \square$, $\square + 4 = 9,5$, $5 \square 4 = 9$ og så videre, med illustrasjoner. Ingenting ble overlatt til ren husking, og «Eleven forventes å komme fram til $9 \cdot 7 = 63$, ikke ved å huske det som et vers, men ved å anvende prinsipper som at ni ganger et tall er det samme som ti ganger tallet minus tallet» (s. 41), ved å addere ni sju ganger, eller andre måter. Skinner viste også et program med 35 rammer for fysikk (figur 4).

Slike programmer ble store, og med «fem eller seks rammer per ord, kan fire klassetrinn med staving kreve 20000–25000 rammer» (s. 41–42), og tilsvarende for regning. Det virket mye, fordi lærere ikke

maktet så mange *kontakter*. Skinner mente imidlertid at en småskoleelev bare trengte et kvarter med opplæringsmaskin daglig for å ha god progresjon, slik at elever kunne dele maskiner. Med lignende programmer som i figur 3, kunne eleven lære dikt, og «Den første linjen mangler flere uviktige bokstaver. Eleven må lese linjen «meningsfylt» og legge til de manglende bokstavene. Andre, tredje og fjerde ramme viser påfølgende linjer på samme måte. Den femte rammen gjentar den første linjen med andre bokstaver som mangler» (s. 42), og så videre til eleven kan diktet uten hjelp fra lærer, og «kanskje uten å ha avgitt en gal respons» (s. 42). Han ga også lignende eksempler på læring av geografi, anatomi og navn på planter og dyr, som var kontrollert av ikke-verbale stimuli. Den kunne begynne med å «beskrive trekk ved et helt kart, bilde eller ting, og så fjerne trekkene» (s. 43). For eksempel for å lære et kart,

kan maskinen be eleven beskrive spatiale forhold mellom geografiske trekk, slike som byer, land og elver som vist på et fullt utstyrt kart. Eleven bes så om å gjøre det samme med et kart der navnene er ufullstendige eller mangler. Til slutt bes den om å fortelle de

1. **Manufacture** means to make or build. *Chair factories manufacture chairs.* Copy the word here:

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

2. Part of the word is like part of the word **factory**. Both parts come from an old word meaning *make* or *build*.

m a n u □ □ □ □ u r e

3. Part of the word is like part of the word **manual**. Both parts come from an old word for *hand*. Many things used to be made by hand.

□ □ □ □ f a c t u r e

4. The same letter goes in both spaces:

m □ n u f □ c t u r e

5. The same letter goes in both spaces:

m a n □ f a c t □ r e

6. **Chair factories** □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ **chairs.**

Figur 3. Fra det nevnte programmet for staving.

TABLE 2. Part of a program in high-school physics. The machine presents one item at a time. The student completes the item and then uncovers the corresponding word or phrase shown at the right.

Sentence to be completed	Word to be supplied
1. The important parts of a flashlight are the battery and the bulb. When we "turn on" a flashlight, we close a switch which connects the battery with the ---.	bulb
2. When we turn on a flashlight, an electric current flows through the fine wire in the --- and causes it to grow hot.	bulb
3. When the hot wire glows brightly, we say that it gives off or sends out heat and ---.	light
4. The fine wire in the bulb is called a filament. The bulb "lights up" when the filament is heated by the passage of a(n) --- current.	electric
5. When a weak battery produces little current, the fine wire, or ---, does not get very hot.	filament
6. A filament which is <i>less</i> hot sends out or gives off --- light.	less
7. "Emit" means "send out." The amount of light sent out, or "emitted," by a filament depends on how --- the filament is.	hot
8. The higher the temperature of the filament the --- the light emitted by it.	brighter, stronger
9. If a flashlight battery is weak, the --- in the bulb may still glow, but with only a dull red color.	filament
10. The light from a very hot filament is colored yellow or white. The light from a filament which is not very hot is colored ---.	red
11. A blacksmith or other metal worker sometimes makes sure that a bar of iron is heated to a "cherry red" before hammering it into shape. He uses the --- of the light emitted by the bar to tell how hot it is.	color
12. Both the color and the amount of light depend on the --- of the emitting filament or bar.	temperature
13. An object which emits light because it is hot is called incandescent. A flashlight bulb is an incandescent source of ---.	light

Figur 4. De første 13 av 35 rammer for å lære et tema i fysikk i high school (ca. videregående skole). Figuren viser sakte introduksjon av tekniske begreper, og forskjellige typer hjelp.

samme forholdene uten noe kart i det hele tatt (s. 43).

For eksempel diktat på et annet språk, kunne kreve auditivt materiell, som å høre en spesiell del av en plate som maskinen ga beskjed om, så mange ganger det trengtes, skrive det ned, og få beskjed om at det er rett eller galt.

Effekten av slikt materiell var «mer enn å erverve fakta og begreper. Det begynner med stort sett ikke-verbalisert kjennskap til ting som blinklys og stearinlys, og får eleven til å snakke om kjente hendelser, sammen med noen nye fakta, med nokså tekniske ord. Eleven bruker de samme ordene om fakta som den aldri har sett likheten med. At en ikke-glødende kilde avgir lys, blir et område å undersøke. Det oppstår en forståelse av faget som ofte er ganske overraskende i lys av oppdelingen som bygging av steg krever» (s. 48).

Lærebøker kan være unøyaktige fordi læreren kan oppklare, men maskiner «må stå på egne bein, og være helt riktige» (s. 48). Det var lite å hente i lærebøker når man skulle utvikle maskinprogrammer, fordi de sjelden var «logiske eller utviklingsmessige arrangementer av materiell, men strategier som forfatterne hadde funnet vellykkede under eksisterende klasseromsforhold» (s. 48). Eksempelene var laget mer for å bevare elevens interesse enn for å «klargjøre begreper og prinsipper» (s. 48), mens opplæringsmaskiner gikk rakere til poenget. For å utvikle programmer, måtte man definere området, og «samle tekniske begreper, fakta, lover, prinsipper og tilfeller i en rimelig utviklingsmessig rekkefølge – lineært hvis mulig, forgrenet om nødvendig» (s. 48). Én måte var å lage kartoteker med kort, og endelig utforming av et ledd kunne skje ved å gå gjennom teknikker for å styrke riktige og svekke irrelevante responser. Lært stoff måtte også repeteres ved å inngå i senere rammer. Forskning ville trolig finne mer effektive måter å lage programmer på, og inntil videre måtte Skinner innrømme «at en betydelig mengde [steg] trengs for å komponere et godt program» (s. 49).

Den endelige autoriteten var uansett eleven, og en fordel med maskiner var at de ga direkte «feedback til *programmereren*», slik at rammer og programmer kunne revideres, til forskjell fra tradisjonelt læremateriell, og læreren. Programmereren kunne likevel overse viktige ting, og overlate for mye til eleven, og måtte lære mer om faget. I den forbindelse fikk Skinner en vy: «Å komponere rammer kan være en spennende øvelse i analysen av kunnskap. Virksomheten har opplagt betydning for vitenskapelig metodologi» (s. 50), og «epistemologiske følger» (s. 50) som kunne «få [faglige] eksperter til å hjelpe til med å lage programmer» (s. 50), og å si noe om hva som inngikk i for eksempel matematisk atferd.

Skinner oppsummerte at hans opplæringsteknologi hadde tatt for seg motoriske ferdigheter (for eksempel rytme og høydehopp), noen perseptuelle ferdigheter (diskriminere eller matche farger, toner og mønstre), noen typer verbal atferd (håndskrift, uttale, benevnning og beskrivelse, lesing og fremmedspråk), noen verbale og ikke-verbale repertoarer (regning, poesi, musikalsk tenkning, fysikk og menneskelig atferd), noen teknikker for intellektuell og etisk egenledelse (iakttaking, utforskning, studering, problemløsning), og noen sider ved emosjonell atferd (s. 199). Læringsmaskiner og programmert opplæring kunne brukes til mye mer, mente Skinner, men ikke alt hadde funnet veien til opplæringsmaskiner. Noe var bare analysert teoretisk (se ca. siste halvdel av gjennomgangen av *TToT* foran).

Var det evidens for opplæringsteknologis effekt?

I 1965 skrev Skinner at eksperimentell atferdsanalyse hadde skapt en teknologi som kunne brukes i opplæring (s. 59–60), og som hadde hatt «meteorisk» (s. 60) framgang på bare ti år. Maskiner var kommet på markedet, og foreninger for slik opplæring var startet i mange land (s. 59–60). Opplæringsteknologi, ikke basert på filosofi, men på «realis-

tiske analyser av atferd» (s. 84), hadde «mye å bidra med» (s. 84). Programmering var ennå en kunst, men på «stø kurs til å bli en teknologi» (s. 224). Det gikk fort framover, selv om «det ennå ikke var flust med kompetente programmerere» (s. 224).

Om erfaringer med bruk av opplæringsmaskiner, skrev Skinner at «Når en klasse i videregående skole (high school) lærer algebra med opplæringsmaskiner, ... er hver elev nesten alltid opptatt med det hele timen. Eleven er mye mer aktiv enn en som av og til deltar i en diskusjon eller jobber med en oppgave som en lærer skal bedømme. Under et godt programs vedvarende betingelser, går eleven seg heller ikke bort, og må ikke bruke tid på å oppklare misforståelser ... gjør ikke tidkrevende feil gjennom å utsettes for flervalgtester eller for utfordrende men gale forslag ... famler ikke mot et endelig repertoar via ... prøving og feiling. Slike observerte forskjeller i atferden til en elev i arbeid, tillater en grov sammenligning av to metoders effektivitet» (s. 247–248), det vil si at opplæringsmaskiner var bedre enn tradisjonell opplæring.

Skinner mente også at «opplæringsteknologi har allerede vist seg nyttig» (s. 238) for individuelle tilpasninger av progresjon. I programmert opplæring måtte man være nøye med stegene og med hvilken hjelp som skulle gis, mens det ikke var «et lignende press på læreren som har ansikt-kontakt med eleven» (s. 254), fordi læreren lett kunne «rette misforståelser, fyller gap, gi ekstra hjelp, og arrangere nye betingelser når for mye hjelp er gitt» (s. 254). Skinner hevdet at lærere som fikk erfaring med programmering, ble «overrasket av å se hvor mange vesentlige steg de hadde blitt vant til å utelate, og hvor mange vriene og ineffektive steg de hadde bevart» (s. 254).

Ikke nok med det, opplæringsteknologi «forbedrer lærerens rolle som menneske. Den gir hovedredskapet som gir den litt av tiden som trengs for å være menneskelig. Den fritar den fra behovet for å opprettholde aversiv kontroll eller for å motivere elevene på tvil-

somme måter ... [og] kan åpne profesjonen for mange som ellers ikke kan samhandle godt med elever» (s. 257). Teknologien tillot til og med læreren å undervise i mer enn den kan selv, slik idrettstrenere gjør, særlig fordi lærere lærte bort generelle ferdigheter i problemløsning, og programmene tok seg av selve faget. Dermed ble lærere mer produktive (og kunne få mer lønn!) (s. 257–258).

Det nærmeste Skinner kom å vise til et eksperiment, i tillegg til det nevnte forsøket i Virginia i 1960 (se innledningen), var en praktisk prøve der elever gjennomførte 48 skiver (discs), eller ca. 1400 rammer. I snitt brukte de 14,5 timer. Reaksjonene på materialet ble målt med intervjuer og spørreskjemaer, og materialet ble endret deretter. Studentene var svært fornøyde. Mange jobbet over en time om gangen uten pause, og oppdaget først etterpå at de var slitne (s. 53–54). Dette oppfylte selvfølgelig ikke eksperimentelle krav, og ingen forskning på teknologiens effekt fantes. Skinner så at forskning på opplæringsteknologi var kommet kort. Bare «få spesialister på eksperimentell atferdsanalyse drev med opplæring» (s. 248), og mye var uutforsket og uferdig. Fellet var ennå var mer lovende enn meritert, men spennende «nettopp av den grunn» (s. 248). Dermed var det nok overmodig å mene det bare var å sette i gang, at «De nødvendige teknikkene er kjente» (s. 28), at «Utstyret som trengs, kan lett produseres» (s. 28) og at kun «kulturell treghet» (s. 28) sto i veien. Også Johnson (2014) tar hardt i når hans skriver at «Alle forsøkene med opplæringsmaskiner var overveldende positive» (s. 61).

Skinner *drøftet* likevel hvordan det kunne avgjøres hva som er den beste metoden eksperimentelt, ved å «måle hva eleven vet før og etter» tradisjonell og programmert opplæring (s. 248), men var skeptisk. Prøver inneholdt for lite som er relevant for den endelige atferden, og skulle sammenligningen si noe, måtte «den tradisjonelle læreren opptre tradisjonelt, heller enn å delta i et eksperiment» (s. 248). Læreren måtte altså opptre som ellers, og elevene måtte «opptre under

typiske former for kontroll» (s. 248), det vil si virkelig tradisjonell opplæring. Selv om dette var oppfylt, og man ikke fant noen forskjell, synes Skinner å ha ment, kunne «metodene fremdeles være forskjellige i hvor mye de får elevene til å generalisere det de har lært, til nye situasjoner, til å bruke det ... i dagliglivet, og til å forbli aktive på feltet» (s. 248). Dessuten hadde «nye metoder ... sjelden oppstått fra gruppesammenligninger av forskjellige opplæringsmetoder» (s. 248), eller fra «praksis, fra teoretisering ut fra sunn fornuft, eller fra ikke-kvantitative teorier for opplæring og læring» (s. 248). Innovasjon krevde å gå mer individuelt, eksperimentelt og detaljert fram, som innenfor medisin. Det medførte også kort vei fra grunnforskning til anvendelse, og gruppestudier av effekten av opplæringsmetoder fikk komme når metoder var mer etablerte (s. 248). Slikt har det vært lite av, og det har vært mangelvare innenfor skoleopplæring generelt (Watters, 2021, s. 248).

Innvendinger mot opplæringsteknologi, og Skinners svar

Innvendingene nedenfor er stort sett slike som Skinner fanget opp eller fornemmet, uten å vise til kilder.

Programmert opplæring var basert på dyr, og for teknisk og upersonlig

Skinner mente at når opplæringsteknologis «natur har blitt tydelig, har sterk motstand oppstått» (s. 84). Mye bygget på dyreforsøk, og å anvende den var å behandle elever som dyr, men Skinner så ikke at «fordi noe er sant for en due, er det usant for et menneske» (s. 84). Det er selvfølgelig store forskjeller mellom duer og mennesker i repertoarer og i hvordan atferd påvirkes, men likheter i «grunnleggende atferdsprosesser» (s. 84) (se foran, under *Det vitenskapelige grunnlaget*).

Skinner så også for seg kritikk mot «at menneskelig læring analyseres på upassende mekaniske måter» (s. 26). Det stemte at

«teknikkene basert på eksperimentelle studier av læring, ikke er utformet for å «utvikle sinnet» eller fremme vag «forståelse» av matematiske relasjoner» (s. 26), men for å «etablere atferdene som tas som evidens for slike mentale tilstander og prosesser» (s. 26), i tråd med atferdsvitenskap.

Noen mente at opplæringsmaskiner kun «mekaniserer funksjoner som bare lærere har hatt» (s. 60). Det kunne stemme for Presseys maskiner, som kun sa at elevens svar var riktige eller gale, men ikke med Skinners. Skinner så at læreren hadde «viktigere funksjoner enn å si rett eller galt» (s. 27), og at «lærerens relasjoner til eleven kan ikke erstattes av et mekanisk apparat» (s. 27), men teknisk hjelp som økte elevens kompetanse, ville være nyttig i så måte. Den ville frita læreren fra kjedelige oppgaver, og stå for drilling og hyppig nok forsterkning av små riktige steg som lærere ikke hadde tid til (s. 60–61). Dermed kunne læreren «fungere, ikke som erstatning for en billig maskin, men ved intellektuelle, kulturelle og emosjonelle kontakter av den spesielle typen som viser dens menneskelige status» (s. 27). Hvorfor skulle ikke klasserommet bli like mekanisert som kjøkkenet? (s. 27–27)

Programmert opplæring ga ingen ny kunnskap

Noen kalte programmert opplæring sokratisk; den var egentlig ikke opplæring, og fikk bare fram atferd eleven allerede kunne (s. 61). Skinner mente det motsatte, ikke minst da han skrev at «Effektiv opplæring truer oppfatningen om opplæring som en form for maieutikk (s. 111), eller på sokratisk vis å «lirke ut» kunnskap eleven allerede har.

Programmert opplæring utelukket spørsmål

Skinner var ikke uenig, men det samme gjør bøker, uten å forkastes (s. 224). Å lære å stille spørsmål kunne om nødvendig programmeres, og programmer lærte kanskje «så godt at det er færre spørsmål å besvare» (s. 224). Om å lære av å diskutere gale svar, mente han at «hvis en viktig feil er vanlig, kan

diskusjonen programmeres uten å få eleven til å gjøre feil først» (s. 224).

Programmert opplæring la for mye vekt på suksess, og for lite på å mislykkes

Noen mente at programmene var for lette. De la for mye vekt på suksess og færrest mulig feil, mens «elever ikke bryr seg nok hvis de ikke er bekymret for konsekvensene av sitt arbeid» (s. 51). Lærere måtte derfor få elever til å gjøre feil, som når lærebøker avsluttet et emne med svært vanskelige oppgaver. Et knep skulle være å få eleven til å se at den ikke vet, og dermed «utfordre» eleven til å tenke. Skinner mente at dette dreide seg mer om motivasjon enn om læringsprosessen, og at «Maskiner løser problemet med motivasjon på andre måter» (s. 51), særlig raske konkrete tilbakemeldinger (s. 52). Ifølge Skinner tydet ingenting på at «det som læres lett, glemmes fortere» (s. 51).

Avhengighet av maskiner

Nok en bekymring var at eleven ville bli «avhengig av maskinen, og mindre i stand til ... å mestre de ineffektive presentasjonene i kateterundervisning, lærebøker og filmer, og «det virkelige liv». Det er virkelig et problem» (s. 52), og Skinner mente at elever måtte avvennes fra maskiner ved at slutten på programmer «utformes slik at eleven ikke lenger krever de hjelpsomme betingelsene som maskinen arrangerer» (s. 53). Det kunne blant annet gjøres ved å «bruke maskinen til å drøfte stoff som har blitt studert på andre måter» (s. 53), men dette kunne «besvares bare med mer forskning» (s. 53).

Kunne de samme opplæringsprinsippene brukes uten opplæringsmaskiner?

Mange spurte om «resultatene fra laboratorieforskning på læring kan brukes i opplæring uten maskiner? Selvfølgelig» (s. 54), ikke særlig ved å forbedre materiell, og en lærer som visste mye om læring, kunne også «lede en klasse» (s. 54) bedre. Maskiner trengtes for å optimalisere «små forsterkningsbetingelser» (s. 54), men ville ikke erstatte lærere, bare

effektivisere dem, og øke deres lønn. Klasesystemet kunne beholdes, men karakterer kunne bety noe annet, og Skinner tenkte radikalt: «hvis maskiner sikrer mestring på hvert steg, vil en karakter bare være nyttig ved å vise *hvor langt* en elev har kommet» (s. 56). Gitt nok tid, får alle A. Variasjoner i elevens evner og andre forutsetninger var ikke noe problem siden alle fulgte sitt tempo, og en særlig fordel med maskiner var selvstudium (s. 56).

Skinner visste at pedagoger i århundrer hadde ment at elever ikke skulle ta for store steg, og at Edward L. Thorndike i nyere tid hadde anbefalt å gå sakte og stegvis fram. Ifølge Skinner innebar programmering mye mer enn dette (s. 61).

For mye kunstig forsterkning

Bruk av kunstige forsterkningsbetingelser kunne være tvilsomt og bedragerisk (s. 85). Skinner mente dette kunne stamme fra Rousseau, som var imot både straff og ros – folk skulle bli uavhengige av andre. Også John Dewey hadde tatt til orde for naturlige erfaringer i skoleopplæring, men Skinner var ikke i tvil om at «læreren som begrenser seg til naturlige forsterkere, er ofte ineffektiv» (s. 85). Det ikke fungerte for alle elever, og dermed måtte læreren ty til straff. Skinner minnet også om at heller ikke foreldres forsterkning av småbarns forsøk på å snakke er «naturlig» – den skjer jo «lenge før atferden kan produsere sine normale konsekvenser» (s. 85–86), og noe lignende kunne sies om innledende skoleopplæring, for eksempel i skriving. Læreren måtte derfor «forberede eleven på de naturlige forsterkerne som skal erstatte de kunstige» (s. 86).

Problemløsning og kreativitet ble forsømt

Programmert opplæring utelot arbeidsvaner og selvstendig problemløsning som eleven trenger i situasjoner der den ikke kan få hjelp (s. 86), men Skinner sammenlignet slike situasjoner med gamle læringseksperimenter der dyr stengtes inne, og måtte finne

utveien selv ved å «prøve og feile». Han mente at det er bedre å lære elever relevant atferd gjennom hjelp som gradvis kan reduseres (s. 86).

Skinner så at «Pedagogen som deler ut materiell som skal studeres før en ... prøve, gir eleven anledning til å lære å undersøke materialet på en spesiell måte som fremmer å huske det, å arbeide flittig med noe som i øyeblikket ikke er forsterkende og så videre. Det er sant at et program som er designet kun for å gi fagkunnskap, ikke gjør noe av dette» (s. 87), men det var heller ikke meningen: «Programmering vil nå ett mål om gangen. Effektive måter å tenke og studere på, er adskilte mål. En grov parallell er ... spanskrøret eller lignende aversive praksiser fordi de bygger karakter» (s. 87). Å lære eleven å ta ansvar for egen atferd er viktig, men ikke i forbindelse med å lære fag, og det lignet på Rousseaus forslag for å lære barn å tåle ubehag, for eksempel ved å venne dem til gradvis kaldere vann. Det er «viktig å lære nøye observasjon, utforskning og undring, men det læres ikke godt ved å gi en elev materiell som den må observere og utforske effektivt, eller ta konsekvensene» (s. 87).

Effektiv opplæring skulle også svekke kreativ tenkning, men Skinner mente at det dreide seg om frykt for det effektive (s. 90). Noen mente at programmert opplæring var militær. Skinners svarte at vanlig skoleopplæring var mer militær: Myndigheter laget fagplaner, universiteter hadde opptakskrav, og det var stor vekt på eksamener, vitnemål og godkjenninger (s. 90). Skinner utelukket ikke at opplæringsteknologi kunne misbrukes til å ødelegge initiativ og kreativitet, gjøre alle like, og svekke gunstige effekter av tilfeldigheter på individets og kulturens utvikling. På den andre siden kunne den «maksimere hver elevs genetiske anlegg, gi den ferdigheter og kompetanse og bli så opplyst som mulig, bygge brede interesser og lede den til å gi store bidrag til sin kulturs overlevelse og utvikling» (s. 91).

Diskusjon

Utvikling og produksjon av opplæringsmaskiner var vanskelig

For å komme i bruk, måtte opplæringsmaskiner masseproduseres. Skinner prøvde altså selv, men i 1954 kontaktet IBM ham etter at en Harvard-dekan hadde fått dem interessert (Bjork, 1993, s. 176). I 1956 la IBM fram planer om maskiner for matematikk som skulle prøves ut på skoler i 1957 (Bjork, 1993, s. 177), og IBMs mål var å få maskiner i salg i 1958, men ingen kontrakt ble underskrevet (Skinner, 1983, s. 97–98), og lite skjedde (Watters, 2021, s. 98). I 1958 begynte IBM likevel å selge en enkel maskin for staving. Skinner var frustrert over sen framdrift og dårlige løsninger, og det var mye rot med kontrakter og rettigheter (Bjork, 1993, s. 178). I 1958 hadde han ennå ikke fått en patent som utelukket lignende maskiner (Skinner, 1983, s. 147), og i 1959 skrinla IBM planene.

Skinner kontaktet så McGraw–Hill, som hadde en teknisk løsning for å lære fremmedspråk, men fikk liten respons (Skinner, 1983, s. 141). Han og kolleger fortsatte å lage forskjellige utgaver, og det var også kontakt med Harcourt–Brace som ikke førte til noe, i 1959. Bell viste interesse, men ikke mer. I 1960 var General Motors inne i bildet, men ville bare lage maskiner for barn med lærevansker. I 1958 hadde Rheem kommet på banen, og ville utvikle en maskin sammen med Skinner. En prøveutgave ble vist på American Psychological Associations kongress samme år. Den måtte forbedres mye, og to år senere holdt den ennå ikke mål, men selskapet arbeidet videre, og en maskin fra dem ble vist i et TV-program i 1960 (Skinner, 1983, s. 161). Rheems maskiner var likevel for dårlige (Skinner, 1983, s. 204), og i 1963 opphørte Skinners kontakt med dem (Skinner, 1983, s. 237). Rheem brukte 300000 dollar på utviklingen, men hadde tvilt på at det var et marked (Bjork, 1993, s. 180–181).

Skinner fant aldri et ord for opplæringsmaskiner som han likte. Han tenkte på «autostructure» («selvlærer»), og andre varianter med selv-/auto-. Det minst dårlige han kom på, var Didak, av gresk didaktikos; god lærer, som Rheem skulle bruke (Bjork, 1993, s. 178).

Et problem med å utvikle maskiner, var å programmere dem. Mulige produsenter visste lite om det, og for eksempel da IBM startet sine forsøk på å utvikle maskiner, fikk Skinner tak i en som hjalp dem (Skinner, 1983, s. 119). I 1957 etablerte Skinner en gruppe for å utvikle programmer. Den måtte stille seg mange spørsmål, som hvor mye av faget skulle programmer dekke, hvor mye stoff per økt, hvor mye skulle vises i rammene der elevene fikk oppgavene, hvordan skulle repetisjon foregå, hvor mye visste elevene fra før, og hvilke elever kunne programmer testes på? Andre spørsmål var om elever som gjorde få feil, kunne hoppe over steg (Skinner, 1983, s. 119–120), hva som eventuelt var «optimal feilhyppighet» (s. 120), og om det kunne lages ett program for gode og ett for svakere elever (s. 120). Hvilket stoff kunne ordnes lineært, og hva måtte forgrenes? (s. 120). Ved utgangen av året hadde gruppen laget programmer for kinematikk, trigonometri, koordinatsystemer, enkel fransk, fonetisk notasjon, vokabular og enkel grammatikk, og sett på geografi, anatomi og poesi (1983, s. 120). Men programmering var komplisert, og det måtte jobbes for å unngå at programmer ble repeterende og kjedelige, og for å forbinde rammene godt med hverandre. Ressurskrevende revisjoner ville kreves (Watters, 2021, s. 176–177). Så sent som i 1965, skrev Skinner at «skinnerboksene» ennå var «mer komplekse og detaljerte enn utstyret som er tilgjengelig i opplæring» (Skinner, 1965/1968, s. 65).

Til tross for mye mislykket utvikling maskiner, sto det i et ingeniørtidsskrift i 1960, at det i løpet av året ville bli et stort marked for «automatiske opplæringsmaskiner» (Skinner, 1983, s. 185). Det ble en produksjon, men ikke i Skinners regi. For

1962 ble det beregnet en total salgsverdi på 100 millioner dollar (minst ti milliarder kroner i dag) (Watters, 2021). Minst 60 firmaer laget eller ville lage maskiner, og det fantes titalls forskjellige maskiner som kostet fra fem til 2500 dollar i datidens penger (Watters, 2021, s. 179). Programmer kom utenom. Salget var tildels offensivt, og maskiner ble solgt på dørene, supermarkeder og postordre (Watters, 2021, s. 180, 191). Kvaliteten varierte fra nærmest leketøy til noenlunde brukbare maskiner, som det imidlertid kunne mangle programmer til (Benjamin, 1988). En populær billig maskin het Min–Max, produsert av et firma ledet av blant annet Lloyd Homme, en student av Skinner. Det gikk nesten en million av dem (Watters, 2021, s. 191). Det ble også produsert opplæringsmaskiner i Sovjetunionen, Vest–Tyskland og Storbritannia (Watters, 2021, s. 17), og i alle fall i Sovjetunionen etter Skinners prinsipper (Skinner, 1983, s. 260).

Tidlig på 1960-tallet understreket en arbeidsgruppe i APA betydningen av gode programmer, og av å definere kvalitetskriterier for maskiner og programmer. Gruppen tok også til orde for å undersøke effekten av forskjellige programmer, men ikke for å sammenligne med tradisjonell opplæring (Benjamin, 1960, s. 710), og det ble neppe noe av.

Skinner ble brukt i markedsføring, selv om han ikke ville det (Skinner, 1983, s. 203; Watters, 2021, s. 184). Barnesengen som var lansert noen år før (se innledningen), ble ingen salgssuksess, og han ønsket neppe å bli sterkt forbundet med opplæringsmaskiner i tilfelle de falt gjennom (Bjork, 1993, s. 179).

(Watters, 2021, mener at Skinner, 1983, slurvet litt med årstall og andre fakta. Det som står ovenfor, er forenlig med Watters bok, og spesielt interesserte kan lese den.)

Det kom også løsninger som ikke bygget på operant læring, men som lignet på programmert opplæring. Sent på 1950-tallet lanserte Norman Crowder innebygget (intrinsic) programmering, en «fullstendig

programmert opplæringsmaskin i bokform» (Watters, 2021, s. 139–140) som skulle etterligne dialogen mellom lærer og elev. Crowder var enda mer ute etter å erstatte læreren enn Skinner var, men rettet seg mer mot hjemmeopplæring for voksne. Stoffet ble presentert i leksjoner som ble avsluttet med kontrollspørsmål, og eleven kunne gå videre hvis svarene var rette. Crowder var lite opptatt av små steg og hyppig forsterkning, og mente at feil ga eleven mulighet til å finne ut hvorfor den gjorde feil. Hans hefter var også et billig alternativ til mange opplæringsmaskiner med programmer (Watters, 2021, s. 193).

Bruken av opplæringsmaskiners vekst og fall

I 1954 kåret en stor avis læringsmaskiner til en av årets nyskapingen i 1954 (Skinner, 1983, s. 71), og i 1956 ga det statlige Office of Human Resources støtte til å utvikle slik opplæring (s. 119, som nevnt i innledningen). I 1960 hadde Scientific American en svært positiv artikkel med bilder av barn som jobbet på en opplæringsmaskin (s. 199). Tidlig på 1960-tallet hadde opplæringsmaskiner fått en plass i kulørt presse og i generelle og vitenskapelige tidsskrifter, og ble diskutert på nasjonale og internasjonale konferanser. Mye omtale var positiv, og i 1962 skrev Science at man kunne «velge blant 250 programmerte kurs i grunnskole-, videregående skole- og høyskolematematikk, 60 i vitenskap, 25 i elektronikk og ingeniørfag, 25 i fremmedspråk, 120 i sosiale studier, og andre» (s. 199), blant annet i dannelse og sjakk, og at antallet økte raskt. Det var den første nyvinningen i opplæring siden trykkekunsten, og opplæringsmaskiner var framtiden, mente Science (s. 199).

Ca. 1960 ble det stiftet en forening, National Society for Programmed Instruction, som holdt konferanser (Skinner, 1983, s. 200), og det ble også stiftet en British Association for Programmed Learning (s. 259). I 1960 hadde Skinner utallige møter

med offentlige organer, og foreninger, for å diskutere programmert opplæring og opplæringsmaskiner, og mange delegasjoner besøkte ham (Bjork, 1993, s. 263). Skinner holdt forelesninger om opplæringsmaskiner i Moskva og Kyiv i 1961 (Skinner, 1983, s. 259), der det ble en viss interesse og kom noen publikasjoner om dem, og blant annet i Vest-Tyskland.

Opplæringsmaskiner ble brukt i forsvar, industri og særlig skolen. Interessen og bruken toppet seg ca. i 1962 (Benjamin, 1988, s. 710; Watters, 2021, s. 179), og det ble spådd at i 1965 ville halvparten av USAs elever bruke opplæringsmaskiner i noen fag (Benjamin, 1988, s. 710). På slutten av 1960-tallet var det tvert om stort sett over med dem, både på skoler, i annen bruk og i medier og på konferanser, og maskiner var knapt nok i salg lenger. Fra ca. 1974 ble det praktisk talt stille. I 1981 trykket Science et innlegg om innovasjon innenfor opplæring. Skinner skrev et brev til redaksjonen der han fortalte om forsøket i Virginia 21 år før (der elever lærte matematikk fort med opplæringsmaskiner, se foran), og skrev at i opplæring trengtes «ikke innovasjon, men en endring i etablissementet som vil tillate bruk av effektive opplæringsmetoder» (Skinner, 1983, s. 390). Brevet ble ikke trykket, men Skinner møtte redaktøren, og spurte om han hadde lest det. Han svarte «Å, du mener datamaskiner. Opplæringsmaskiner for *deg*» (s. 390). Han hadde altså hørt om opplæringsmaskiner, men svaret sa vel hvor passé de hadde blitt. I 1982 hadde New York Times et bilag om opplæring. Opplæringsmaskiner ble nevnt én gang, i hermetegn, i forbindelse med om de kunne erstatte lærere, ikke forbedre opplæring (s. 390).

Noen tilhengere av opplæringsmaskiner satset på at datamaskiner ville erstatte dem, og gi et oppsving. Tidlig på 1960-tallet gjorde IBM noen forsøk på computerassistert opplæring basert på forsøkene med opplæringsmaskiner (se Benjamin, 1988, s. 710), men det skjedde lite, heller ikke da datamaskiner ble vanlige i skolene på 1980-

tallet. Toget var gått, og opplæring med maskiner hadde blitt datamaskinassistert opplæring, men ikke ut fra Skinners ideer, og han mislikte dem. En maskin skjente når eleven gjorde feil (Skinner, 1983, s. 190).

Ifølge Bjork (1993, s. 196) var opplæringsmaskiner en stor geskjeft for Skinner i over ti år, fram til ca. 1965. I 1968 skrev han at «Jeg var ... dårlig av hele greia ... hvor mange forelesninger og hvor mange hundre samtaler har jeg hatt om opplæring de siste 15 årene? Jeg var desperat etter å bli ferdig med det» (Bjork, 1993, s. 187), og hadde også vært deprimert. Etter sin involvering i opplæringsmaskiner satt Skinner trolig igjen med mindre inntekter enn advokatutgifter (Watters, 2021, s. 212). Selv om han ga opp opplæringsmaskiner, fikk han ikke mer tro på tradisjonell opplæring. I artikkelen *The shame of American education* kom han (1984/1987) med mye av den samme kritikken som i *TToT*.

Hvorfor gikk det slik?

Det ble skrevet mye negativt om opplæringsmaskiner, i tillegg til innvendingene foran. Noen spurte om mennesker lærte som duer, om maskiner kunne eller skulle erstatte lærere, om barn skulle læres opp av roboter, og om maskiner virkelig ga læring. Noen sammenlignet opplæringsmaskiner med Aldous Huxleys og George Orwells skrekk-samfunn, og fryktet at de var så effektive at de kunne misbrukes av en diktatorisk «mester-programmerer» på oppdrag fra en Hitler eller Stalin. Den menneskelige kontakten mellom lærer og elev ville opphøre, og heller en dårlig lærer enn en god maskin. At maskiner kunne frigjøre tid til menneskelig kontakt, at brukere av maskiner kunne oppfatte dem som en god privatlærer, at mange lærere og elever var fornøyde med dem, og at maskiner hindret juks, gjorde lite inntrykk på motstanderne. Noen mente at maskinene fungerte best for fag som var lette å dele opp, som matematikk og fremmedspråk, og at de kunne lære elever dikt, men ikke kjærlighet for poesi. De kunne også være overflødige,

og noen kalte dem «dyre sidebladere». Gunstige effekter av opplæring kunne skyldes Hawthorne-effekten (se innledningen), og hyppig umiddelbar forsterkning kunne gjøre elevene avhengige av det (Benjamin, 1988). At konstant aversiv kontroll kunne gi større problemer slik sett, og at elever kunne vennest til sjeldnere og mer utsatt forsterkning, som Skinner (1983, s. 204–205) mente, slo lite gjennom. *Wall Street Journal* skrev at opplæringsmaskiner «drillet og testet» (Skinner, 1983, s. 200), og noen lærere ville forby opplæringsmaskiner. Blant psykologer var meningene delte (Benjamin, 1988).

Satire var ikke til å unngå. Det kom tegninger der læreren var en robot og der eleven spurte maskinen om å få gå ut, og en limerick (Skinner, 1983, s. 200):

The latest report from the Dean
Concerning the teaching machine
Is that Oedipus Rex
Could have learned about sex
By machine and not bothered the Queen

Det var også rene misforståelser. IBM illustrerte en brosjyre om opplæringsmaskiner med en labyrint, som indikerte prøving og feiling, fjernet fra Skinners syn på læring (se foran) (Skinner, 1983, s. 200), og det var sarkasme: En intelligensspert skrev at mennesker, med få unntak, ikke er rotter (s. 201). En professor i pedagogikk etterlyste at opplæringsmaskiner ga eleven elektrisk støt når den gjorde feil, og sjokolade når den gjorde rett (s. 201). En så for seg opplæringsmaskiner for fostre (Benjamin, 1988).

Noe motstand mot opplæringsmaskiner kan ha vært generell; de var en *teknisk* løsning. Skinner (1983) mente senere at «Opplæringsmaskinene for 25 år siden var selvfølgelig enkle, men det er knapt en forklaring. Også regnemaskinene var enkle, men ble likevel brukt til det kom noe bedre» (s. 116). Utviklingen av datamaskiner betydde at «Opplæringsmaskiner kunne nå ha vært like enkle som lommekalkulatorer» (Skinner, 1983, s. 390). Maskinproblemet var løst, «men motstand mot opplæringsteknologi lever videre» (Skinner, 1984/1987, s. 116),

jfr. dagens debatt om skjermbruk og om skolen skal gå mer tilbake til tavleundervisning og papir (Kunnskapsdepartementet, 2024). I tråd med motstand mot teknologi, kunne programmert opplæring, og feilfri læring, være kulturelt fremmed. Midt på 1960-tallet laget Sidman og broren et program for nevroanatomi for medisinstuderenter. Studentene lærte det så lett at de oppfattet det som banalt. Var dette alt, og «for godt til å være sant»? De mente at gode lærere ga vanskelige oppgaver som studentene skulle løse. De ble imidlertid fortrolige med programmert opplæring, og programmet ble etter hvert brukt av 150000 studenter (Sidman, 2010). Sidman skriver også at «Programmering gjør læring lett for den som skal lære, men vanskelig for læreren» (s. 176), ikke minst å «akseptere ansvar for elevens suksess eller fiasko ... Ansvar er skremmende» (s. 176).

Opplæringsmaskiner døde ikke hen fordi de var ineffektive. Utover det som gjengis innledningsvis og i gjennomgangen av *TToT*, var det noen positive resultater, mens noen viste omtrent samme resultat som tradisjonell opplæring (Benjamin, 1988), men det ble altså forsket lite. Fiaskoen skyldtes neppe heller prisen på maskiner, eller for få programmer – midt på 1960-tallet var det tusenvis (Benjamin, 1988). Kvaliteten på maskiner var imidlertid ofte lav, og tilbudet av maskiner og programmer var kaotisk. I 1961 fryktet *The Economist* at en lovende utvikling kunne ødelegges av ren kommersialisme. Også Skinner (1984/1987) var opptatt av «kommersialismen som fort oppslukte feltet ... For mange strømmet inn, skrev dårlige programmer, og ga løfter som ikke kunne holdes» (s. 116). Et spørsmål jeg imidlertid ikke har sett, er om opplevd nytte av maskinene var stor nok til å ville kjøpe og drive dem.

Skinner (1983) framhevet også at opplæring basert på tradisjonelle teorier, blomstret på samme tid, og at mye motstand skyldtes progressiv pedagogikk, som var imot all «angivelig forutbestemt mekanisk læring»

(s. 198). En pedagogisk retning som kom samtidig med opplæringsmaskiner, bygget på A. S. Neills bok *Summerhill: A Radical Approach to Child Rearing* fra 1960. Den tok til orde for å bygge på barns naturlige interesser, og for frihet og fravær av bevisst påvirkning, i alle fall i form av «belønning og straff». Også Paolo Freires lignende frigjøringspedagogikk fikk innflytelse. Fra andre teorier kom det direkte angrep på programmert opplæring og opplæringsmaskiner, som i gestaltterapeut Paul Goodmans bøker *Growing Up Absurd* i 1960, og *Compulsory Mis-education* i 1964. Goodman var åpen for programmert opplæring for elever som lå etter, men ellers var Skinners metoder bare en måte å lage konforme nyttige borgere på. Individualisering var bra, men ut fra selvregulering, ikke ytre regulering, og opplæringsmaskiner var hjernevask (Watters, 2021). Carl Rogers mente at «opplæring er sterkt overvurdert», og Ivan Illich ville «avskole samfunnet» (Skinner, 1984/1987, s. 116).

Utenfor Skinners regi ble det forsøkt programmert opplæring for å lære voksne svarte å lese, også for å få stemmerett. Det stoppet imidlertid opp, mye fordi en viktig aktør ønsket en opplæring som den forbandt mer med frihet (Watters, 2021). Resultat var underordnet. Noen mente til og med at dårlig opplæring var bra fordi det «ga rom for individualitet og kreativitet» (Skinner, 1983, s. 205, som også Skinner var inne på, se foran), og eleven kunne få mer av æren for å lære. Ca. 1968 prøvde Skinner å utvikle programmert opplæring i håndskrift, staving og lesing, uten opplæringsmaskin. Lærere var ikke interesserte, kanskje fordi drilling var forbundet med straff, mente han (Skinner, 1983, s. 294–295).

Nok en forklaring på motstand kan være at kognitiv psykologi var i støtet (Watters, 2021), mens Skinner hadde fått motbør, særlig etter Chomskys (1959) polemiske anmeldelse av hans *Verbal Behavior* (Palmer, 2006). Skinner (1984/1987) skrev selv at kognitiv psykologi var blitt en dominerende psykologisk retning, men hva sto den for i

opplæring? Den ville «rette sin oppmerksomhet mot studier av grunnleggende prosesser som ligger til grunn for lærings natur og utvikling» (s. 118), men «Hvorfor kan ikke kognitive psykologer si oss rett ut hva de gjør?» (s. 118), spurte Skinner. Kognitiv psykologi hentet prestisje fra hjerneforskning, og mye kunne nok finnes ut om hjernen, men «Men vi er ennå langt unna å vite hva som skjer i hjernen når atferd formes og opprettholdes av forsterkningsbetingelser» (s. 119). Kognitiv psykologi støttet seg også på psykologingvistikk, som imidlertid neppe hadde «tilbudt noen like effektive praksiser» (s. 119) som hans egen tilnærming, basert på *Verbal Behavior*, hadde tilbudt. Men likevel var det dit folk så, mens for eksempel lærere ikke forsto læring, ifølge Skinner: I 1966 skrev han at hvis lærere kunne «forme atferden til en liten organisme, som en due, for å se hvordan læring skjer» (Bjork, 1993, s. 171), kunne de ha forstått hans ideer om opplæring.

Noe av Skinners polemikk ga ham neppe venner. Kapittel 5 het altså *Hvorfor lærere mislykkes (Why teachers fail)*. Der skrev han at tradisjonelle pedagoger gang etter gang vendte tilbake til standardløsninger «i åndeløs spenning» (s. 112). Overordnede perspektiver måtte læres aktivt, ikke ved å «vandre formålsløst rundt i uprogrammert stoff» (s. 224). Hans diskusjon om hva kunnskap er, er detaljert, vanskelig å forstå (se foran), og lager kanskje litt stråmann av tradisjonelle syn (s. 199–206). Alt i alt var han (1971) like nådeløs, og gapte kanskje like høyt, som i sin samfunnskritikk i *Beyond Freedom and Dignity*, som da han skrev om opplærings betydning for kulturens overlevelse (s. 110, 232). Han ønsket omveltning, men steg for steg hadde kanskje vært bedre, og mer etter egen teori? Han skyldte på kulturell treghet, men var skepsis bare negativt når det knapt fantes spesifikk forskning å vise til?

En mager trøst for Skinner var at han lyktes bedre enn Pressey, som imidlertid kan skyldes mer enn bedre maskiner og programmer. Pressey startet da det var depre-

sjon etter børskrakk og overskudd av lærere, som følte seg mer truet av tekniske erstatninger enn da Skinner startet. Da var det lærermangel, tekniske løsninger var vanligere blant annet etter at skole-TV kom i gang ca. i 1953, og Sovjets oppskytning av Sputnik skapte uro i USAs skolevesen (Benjamin, 1988; Watters, 2021).

Var det svakheter ved grunnlaget for opplæringsteknologi?

Uten særlig pedagogisk erfaring gikk Skinner fort fra læring hos dyr til å beskrive radikalt ny opplæring. Den vitenskapelige framgangsmåten var *interpretasjon*; å anvende etablerte prinsipper på utforskede felt, som i *Science and Human Behavior* i 1953, *Verbal Behavior* i 1957 og *Beyond Freedom and Dignity* i 1971. Var grunnlaget for hans opplæringsteknologi, særlig opplæringsmaskiner, nødvendigvis riktig? Er det for eksempel nødvendig å ta så små steg, avgi konkrete responser så hyppig, og forsterke dem så umiddelbart? Undervurderte han utsatte konsekvenser, eller «endelige fordeler»? Skinner var inne på at mestring kan være forsterkende (for eksempel s. 15), men avklarte ikke forholdet mellom ubetingede og betingede, og ytre og automatiske, forsterkere. Watters (2021) skriver at «For eksempel behovet for at eleven viser en ytre respons ... for rammer i nøyaktig rekkefølge, og ... for hyppig positiv forsterkning, var ikke påvist ... heller ikke ... at alle elevene måtte gå gjennom de samme rammesettene lineært» (s. 248).

Staddon (2006) mener at Skinner la for mye vekt på forming ved gradvis progresjon, forsterkning og seleksjon av atferd. Det er viktig, men Skinner var også opptatt av et annet grunnleggende prinsipp, som han la lite vekt på i opplæring; «at operant atferd *avgis*; at den er grunnleggende spontan, i det minste første gang den oppstår» (s. 557). En viktig side ved dette er at «forsterkning *alene* endrer repertoaret; ikke bare ved å selektere fra det som er tilgjengelig, men også ved å endre, og ofte utvide, ... repertoaret» (s. 557). Det

oppstår variasjon i atferd, og dermed original atferd, eller det som atferdsanalytikere kaller responsinduksjon (se Baum, 2018). Staddon beskriver hvordan en gjeterhund (i den grad atferden ikke er genotypisk) forsterkes én gang for å gjøre noe riktig, og deretter gjør stadig nye forsøk på å tilfredsstillte gjeteren ved å opptre riktig, med ingen eller minimal forsterkning. Gjeterhunden er et sosialt vesen. Sosial forsterkning, og å forholde seg til «alfahannen», er viktig for den, og den «vil opptre på en annen og mer interessant måte hvis den oppfatter eieren som en venn heller enn bare som en matkilde» (s. 556). Poenget er å skape et miljø der «naturlige tendenser ... kan blomstre i full bredde» (s. 556). Staddon overfører dette til læring og undervisning der elev og lærer frigjør seg fra en oppsatt plan og fordyper seg mer spontant.

Er det så nødvendig å unngå feil som Skinner mente, undervurderte han atferd som kan settes i gang av å ha gjort feil og hva de fleste elever spontant kan klare selv, og var han for kritisk til aversiv kontroll og «personlige forsterkere»? Overdrev han detaljer i hvordan opplæring skulle skje, og ble det for mye «teskje»? Igjen spør det om det var empirisk dekning, og i *Verbal Behavior* skrev han selv at verbale mennesker utleder og drar logiske slutninger: For eksempel ut fra en beskrivelse av noe, kan vi ofte svare på flere spørsmål om det, og han skrev mye om privat verbal atferd som vi «tenker med», som autokliter og intraverbaler. Senere har vi fått atferdsanalytisk teori og forskning på ekvivalens og relasjonelle rammer, som dreier seg om indirekte læring (Hayes, Barnes–Holmes & Roche, 2001).

Mye av det han skrev på slutten av *TToT*, særlig om opplæring i tenkning, virker vanskelig å omsette i praksis (og ble altså skrevet etter opplæringsmaskinens «storhetstid»). Det må likevel nevnes at Layng (2023) og kolleger har hatt nytte av Skinners betraktninger om opplæring i tenkning, særlig tematisk kontroll. De oppdaget at «mye atferd som ble antatt å styres av privat medierende atferd, i stedet ble styrt av tema-

tiske relasjoner som forklarte både de observerte mønstrene og den private opplevelsen» (s. 8), som hjalp dem til å programmere for kompleks forståelse av lesning. Dette er imidlertid mer en anekdote enn forskning.

Så Skinner for lite på faktorer utenfor skolen? I *TToT* var han knapt inne på hvilken oppførsel, egenledelse, interesse, tenkning, oppmerksomhet, flid, konsentrasjon, selvkontroll og respekt for lærere og medelever elever kommer på skolen med. Opplæring, uansett metode, er trolig mer effektiv når slike faktorer er gunstige. Hvis elever ikke har med seg slike ferdigheter *til* skolen, hvor lett er det å lære dem det *på* skolen, og hva med betydningen av sunn mat, god søvn og bevegelse? Han var knapt inne på betydningen av opplærings status i elevens miljø og i samfunnet. Det tok han faktisk opp i *Science and Human Behavior*, der han skrev at «Familien kan engasjere seg i opplæring av opplagte grunner – for eksempel fordi barnet omdannes til et nyttig medlem» (s. 403), som vel kan øke barns innsats, mens «Med økende sosial trygghet er de økonomiske konsekvensene av utdanning mindre viktige» (s. 406), som kan svekke innsats.

TToT har også eksempler på mulig manglende konsekvens. Skinner var darwinistisk, seleksjonistisk orientert, men hadde ikke sans for seleksjon i skolen, som satset «mer og mer på elever som ikke trenger opplæring» (s. 119), og premierte elever for *resultater* av opplæring. Han sammenlignet det med høydehopp, som han mente krevde opplæring i teknikk, og ikke bare høyere hopp, men hvor overførbart er det til alle skolefag, og er det like lett å gi opplæring i tenkning som i høydehopp (som neppe heller er lett)? *Noe* kan vel læres ved at mange responser om gangen forsterkes, og kan opplæring oppfylle alle idealer? Skinner var også opptatt av individualitet, og skrev at lærere kunne planlegge progresjon ut fra kjennskap til eleven, men for opplæringsmaskiner kunne dette løses ved å «teste programmet ofte på representative elever [for] å se dårlige ledd, hvorfor de er dårlige,

å fjerne unødvendige ledd og legge til ledd» (s. 223, se også s. 24). Programmer kunne altså lages ut fra en «gjennomsnittselev», litt i strid med et seleksjonistisk syn?

Det er også uklårheter. Angående opplæring i tenkning, hva betyr det at «All atferd [eleven] til slutt viser, må ha vært elevens i en eller annen form før opplæring startet. I den forstand fører opplæring til «gjenkalling» av responser» (s. 143), når han mente at opplæring skal tilføre ny atferd? Hva hadde det med opplæring å gjøre at «Patriotisme og martyrdød viser at betingede forsterkere som har sammenheng med å styrke gruppen, kan dominere individet selv når konsekvensene er dødelige» (s. 233), særlig når han var så skeptisk til «endelige fordeler»?

Mine egne skoleerfaringer fra tiden da opplæringsmaskiner var i bruk

Jeg begynte på skolen i 1964, og kan si noe om opplæringen i grunnskolen, som neppe var så ulik den Skinner angrep: Læreren viste og forklarte fra tavlen. Når noe nytt var gjennomgått, fikk vi oppgaver som vi jobbet med hver for oss. Læreren gikk rundt og hjalp, og elevene hjalp hverandre. Det var mye drilling: Vi tegnet border som grunnlag for håndskrift, løste mange regneoppgaver innen hver regneart, og pugget gangetabellen, blant annet. Det var mye utenatlæring, særlig av salmevers, og krav om å gjengi stoff. I fjerde klasse (femte i dag) måtte en og en stå ved pulten og gjengi en bibelfortelling som vi hadde fått i lekse. Alle måtte også lese høyt for klassen. Apropos «endelige fordeler», sådde vi på høsten i andre klasse frø i hver vår potte som vi satte på loftet, og om våren fikk vi en spirende plante med hjem for å plante den i hagen (som alle hadde).

Med få unntak hadde vi myndige lærere som holdt ro og orden. Å gjøre noe synlig annet enn å følge med, og uro, ble stoppet. Opposisjon mot læreren, eller rampestreker, medførte i beste fall reprimande eller melding hjem, i verste fall korporlig straff, oftest en ørefik. På barneskolen kunne vi måtte sitte igjen, og på ungdomsskolen

kunne vi få «parade»; møte på skolen en time før skolestart neste dag. De alvorligste midlene ble sjelden brukt, fordi disiplinen gjennomgående var god, også fordi de aller fleste elevene var veloppdratte hjemmefra. Oppførsel og moral fikk vi inn også gjennom kristendom, og i andre klasse hadde de ti bud stor plass. Lyving, stjeling og annet var absolutte onder, og ble ikke relativisert.

Opplæringen var utpreget kollektiv, og alle skulle få med seg det grunnleggende. I andre klasse lå ca. fem elever litt etter særlig i regning. Læreren holdt dem igjen en time ca. to dager i uken, og hadde «ekstra» med dem. Etter en tid tok de igjen oss andre. I femte klasse tok en elev litt lett på det. Han fikk en reprimande fra læreren foran klassen, og noen dager måtte han komme tidligere på skolen for ekstraundervisning, uten at foreldrene ble spurt.

I løpet av barneskolen lærte alle å lese og skrive, og grunnleggende regning, for å ta basisemner som mange elever i dag visstnok kan dårlig. Spesialundervisning, miljøterapeuter og assistenter, var ukjent, og «skolepsykolog» (i dag PPT) hørte vi knapt om. Antall skoleansatte per elev var under halvparten av i dag, og de uhyre få elevene som ikke hang med, var på spesialskole eller institusjon. De to siste årene på ungdomsskolen ble vi delt i to–tre nivåer i noen fag, etter om vi siktet mot gymnas (studiekompetanse og vel så det), yrkesskole eller arbeidsliv. Like barn leker best, tenkte man vel.

Alt i alt fungerte opplæringen godt, fordi den var tydelig, og vi fulgte godt nok med. Bivirkninger av «aversiv kontroll» husker jeg knapt, utover at de sureste lærerne ble mislikt eller fryktet. «Skoletrøtt» var likevel et vanlig uttrykk, og mot slutten av ungdomsskolen så de minst skoleflinke eller -interesserte veldig fram til å begynne i full jobb, som ca. en tredjedel gjorde (og de som hadde fått jobb, fikk fri fra skolen fra påske det siste året). Jeg kommer ikke på én elev som tenkte på å bli forsørget eller trygdet.

Opplæringen var systematisk og effektiv, og jeg ser ikke hva som kunne ha vært mye

bedre, unntatt undervisningen i matematikk på ungdomsskolen (som jeg kommer til nå).

Programmert opplæring i Norge? Individuell matematikkundervisning (IMU)

IMU kom til Norge fra Sverige sent på 1960-tallet som et forsøk på utvalgte skoler. I 1980 avga Forsøksrådet for skoleverket en rapport om forsøket, som var et ledd i myndighetenes ønske om en «pedagogisk opprustning» (s. 14). Man ville se om det gikk an å differensiere opplæringen bedre ut fra elevenes forutsetninger, ved hjelp av «programmert lærestoff» (s. 15), og om det ville være besparende at elevene arbeidet mer på egenhånd. For å utarbeide materialet var det «i samsvar med undervisningsteknologisk teori for programmert undervisning foretatt et omfattende og grundig analysearbeid» (s. 19). Om metoden står det at «Hvert punkt i målbeskrivelsen blir behandlet med en kort, informativ tekst, så en modell-løsning og til slutt øvingsoppgaver. Etter 3–4 slike avsnitt blir eleven stilt overfor en liten prøve i innholdet i disse få avsnittene» (s. 19).

Lektorlaget hadde vært kritisk allerede i 1969, før noen elever hadde fullført IMU-opplæring: Det var naivt å tro at IMU var «nøkkelen til ungdomsskolens differensieringsproblem» (s. 48). IMU var programmert undervisning, og «Ved blindt å tygge på 'stimulus-respons'-teorien risikerer man å skape automater, umælende avkryssere som bare følger opptrukne tankebaner» (s. 48). At stoffet var ordnet på forhånd, var lite forenlig med individualisering og selvinstruksjon, som krever initiativer og aktiviteter fra eleven som stemmer lite med det «vi vanligvis finner realisert i programmert undervisning, og spesielt i IMU-prosjektet» (s. 49).

Også en kommentar fra rapportens forfattere var negativ:

Det er lenge siden grunnlaget for IMU ble lagt og prinsippene ble tenkt. Mye pedagogisk «badevann» er rent i havet siden den gang, og har skylt med seg mange av de behavioristiske synspunkter som da var så framtrede. I

første halvdel av 1960-årene ble programmeringsteknikken studert inngående i mange land, og begreper som «læremaskin» og «språklaboratorium» var flittig benyttet i all «framtidsrettet» planlegging. IMU synes å bære preg av dette (s. 102).

IMU hadde

tydeligvis nyttiggjort seg programmerings landevinninger. Men samtidig ... fått med mange av svakhetene. Det at heftene ofte kan være stereotype, kjedelige og med liten stimulas for kreativ tenkning og bevisst utnyttelse av elevens intuisjon ... kan tilbakeføres til en for ensidig lærings-teoretisk grunntanke for verket. Vi opplever det som uheldig at en har hatt vanskeligheter med å få gjennomført en revisjon på dette området (s. 102).

IMU ble litt revidert, og «endringene brøt helt med prinsippene for programmert læring» (s. 102), uten at det framgår om noe ble bedre. En erfaring var uansett at «Utstrakt selvinstruksjon og selvkontroll kunne føre til overflatisk og til dels feil læring» (s. 110). Mange elever, særlig de flinke, likte IMU, men noen opplevde også mindre fellesskap med medelever, og fant det kjedelig å jobbe alene med materiell som de gikk lei av. Erfaringene var visstnok noe bedre der lærerne også underviste mer tradisjonelt, og ikke bare «rendyrket individuell metodikk» (s. 97), som IMU gikk ut på. Ingenting tyder på at IMU fungerte bedre enn tradisjonell opplæring, og det ble skrinlagt, som i Sverige.

Rapporten viser at programmert opplæring, og kjennskap til opplæringsmaskiner, nådde Norge, som også framgår av Store norske leksikon:

Programmert undervisning ... presenterer et lærestoff slik at eleven automatisk og umiddelbart får bekreftelse på om svaret er rett eller galt. Lærestoffet blir brutt opp i små enheter som kjedes sammen i en logisk sammenheng. Elevene medvirker aktivt og avgjør selv hvor fort de vil gå frem. Programmene er prøvd ut på elever på det utviklingsnivå programmene er beregnet for, slik at man kan ta hensyn til oppfattelsesnivå, ordforråd, interesser og

så videre i utarbeidelsen av programmet. Metoden, som bygde på B. F. Skinners teorier, var særlig aktuell i 1960-årene.

Programmert opplæring nevnes også i en rekke norske masteroppgaver og andre publikasjoner (blant annet Grepperud, 2021; Martinsen, 2003), om enn generelt noe forenklet og misvisende. Andre forsøk enn IMU på å bruke programmert opplæring, er imidlertid vanskelig å finne (også etter å ha kontaktet Store norske-artikkelens forfatter).

På ungdomsskolen, fra 1970 til 1973, hadde jeg IMU selv. De fleste av oss likte det lenge, trolig på grunn av friheten, men gode resultater krevde mer disiplin enn mange hadde. Det ble mye harelabb. Etter hvert så vi at vi lå etter dem som fikk tradisjonell opplæring (som jeg også så da jeg kom på gymnas), og sent i siste skoleår ble tavleundervisning innført for å redde stumpene.

Det spør imidlertid hvor programmert IMU var. Hollands prinsipper fra 1960 (se innledningen) ble neppe fulgt godt, særlig ikke å gå fram systematisk og stegvis nok. Metoden, slik Forsøksrådet beskrev den i sin rapport, minner mer om «fortelle og vise», jfr. Skinners kritikk av tradisjonell opplæring (se foran, og s. 103–104 i *TTøT*), og om Crowders innebygde programmering (se foran). Det kan derfor virke som de som laget IMU, kjente til programmert opplæring, men ikke mer, og at IMU var en halvferdig løsning. Hadde programmert opplæring blitt for overflatisk forstått, og/eller lovet for mye? Layng (2023) påpeker at utvikling av programmert opplæring er en «møysommelig analytisk prosess som krever betydelig planlegging, utforming og omfattende testing» (s. 8). I den grad IMU var programmert, kan IMU være et eksempel på at Skinner (1965/1968) tok feil i at bruk av operant betingning i opplæring er «enkelt og direkte» (s. 64, og se foran), og på at Holland (1960, og se innledningen) hadde rett i at opplæring som kun er programmert, kan friste eleven til å gå for fort fram, som jeg og mange andre IMU-elever gjorde.

IMU ble uansett oppfattet som programmert opplæring, og ble dårlig reklame for det.

Avleggere av programmert opplæring, og programmert opplæring i dag

På 1960-tallet utviklet Fred S. Keller og kolleger «personalisert system for opplæring» (PSI), også kalt «Keller-metoden». I 1968, i artikkelen «Good-bye, Teacher ...», forklarte han den:

1. Hver elev må «gå gjennom pensum med en fart som passer med dens evner» (s. 83).
2. Eleven må lære stoffet godt, og «gå videre til nytt stoff bare når den viser mestring av det foregående» (s. 83).
3. Forelesninger og visninger er «redskaper for motivasjon mer enn kilder til avgjørende informasjon» (s. 83).
4. Kommunikasjonen mellom lærer og elev skal være skriftlig (for de som kunne det).
5. Assistenten («proctors») sørger for «gjentatt testing, umiddelbar skåring» (s. 83) og generell personlig støtte.

PSI ble først utviklet for studenter, og mye brukt i opplæring i atferdsanalyse ved universiteter, men også mer generelt, som i fjernundervisning (Mannion, Coyne, Ferrari et al., 2023) og i opplæring av barn med lærevansker, for eksempel på CABAS-skolene (Greer, 1997). Et problem med å evaluere effekten av PSI, er at den er løst definert, og kan være mye forskjellig. Bruken av metoden synes også å ha sunket, kanskje fordi den kan kreve mye ressurser, særlig til bruk og opplæring av assistenter (Mannion et al., 2023). Senere har det kommet PC- og nettbaserte varianter for opplæring i mye, blant annet forskjellige studier, og Mannion et al. (2023) ser ikke bort fra at bruk av PSI vokser. Selv om PSI kom like etter programmert opplæring, og er svært likt det, nevnes det knapt i PSI-litteraturen.

Da Sulzer-Azaroff (2004) begynte å forelese på universitet utpå 1960-tallet, var det ikke opplæringsmaskiner til alle, og noen av Skinners prinsipper måtte tilpasses. En løsning for å gi raske tilbakemeldinger, var et «studentresponderende system» utviklet av General Electric, der studenter tok flervalgsquiz'er ved å trykke på ett av fire valg

... Når alle hadde valgt, analyserte og viste en datamaskin fordelingen av svar, og riktige svar, til studentene» (s. 130). En annen løsning, studiespørsmål, var uten tekniske løsninger. Senere laget hun lærebøker og mange kurs. Hun vektla å gjøre stoffet klart, interessant og lite anstrengende, forsterke raskt, og gå fram med små steg i hver sitt tempo, mye ut fra Fred Kellers 1968-artikkel. Med støtte i Keller avvek hun litt fra Skinner ved å gi stoffet i litt større deler, og mer kontakt mellom lærere og studenter og studenter imellom, men alt i alt ligner det mye på programmert opplæring.

En opplæringsmetode som har utspring i atferdsanalyse, er presisjonsopplæring (precision teaching), som legger stor vekt på høye responsrater for å oppnå «flyt»: Utføre handlingen fort, uanstrengt og presist, og ikke bare «riktig nok» og sakte (Evans, Bulla & Kietz, 2021). Grunnleggeren, Ogden R. Lindsley (1991) forteller at opphavet til presisjonsopplæring særlig var Skinners målinger av responsrate med den kumulative skriversen, som påvirket utviklingen av «standard celeration chart», som brukes for å måle framgang i presisjonsopplæring (Løkke, Løkke & Arntzen, 2008).

Et viktig atferdsanalytisk felt er tidlig intensiv atferdsbehandling (early intensive behavioral intervention, EIBI) for barn med autisme. Grunnelementer er å velge atferder for opplæring som barnet trolig vil ha nytte av, hjelpe barnet til å vise slik atferd, forsterke den, trappe ned hjelp, og generalisere atferden til naturlige situasjoner (Klintwall & Eikeseth, 2014), det vil si essensen i programmert opplæring (selv om EIBI-litteraturen viser lite til programmert opplæring).

Morningside Academy har elever med forskjellige lærevansker, og tilbyr 'generativ opplæring', som har følgende hovedelementer (O'Donnell, 2025):

1. Oppdeling av ferdigheter i komponenter, for eksempel i lesing læres lydering, flyt, forståelse og vokabular hver for seg, før det gis mer komplekse oppgaver.
2. Homogene grupper av elever som er på

samme nivå, og som kan endres ut fra forskjeller i progresjon.

3. Opplæring i tre steg: visning, veiledet øving og selvstendig bruk, der alt må kunne ordentlig før eleven går videre.
4. Øving med presisjonsopplæring inntil flyt.
5. Overføring av ferdigheter til nye situasjoner, og gradvis overgang fra grunnleggende ferdigheter til ferdigheter i problemløsning og kritisk tenkning, og å se nye sammenhenger. Et enkelt eksempel er å ha lært å lese, og så lese for yngre søsken.
6. Kombinere lærte ferdigheter i nye situasjoner, for å generalisere og bygge kompleks atferd.

Også dette er mye programmert opplæring. Robbins (2011) beskriver hvordan Morningside også har gått fram for å lære elever problemløsning og analytisk tenkning, mye basert på at elevene tenker «høyt» for å identifisere og løse problemer, og på Skinners *Verbal Behavior* (der det blant annet står at «snakkeren skaper stimuli for å supplere annen atferd som allerede er i repertoaret», s. 442, og at vi gjerne snakker høyt til oss selv for å overvinne «distraherende stimuli», s. 436). På Morningside er det for øvrig slik at hvis elevene ikke får en stor avtalt framgang, tilbakebetales skolepengene, som sjelden skjer.

I dag gir selvsagt IT muligheter som opplæringsmaskiner ikke ga, og bruk av teknologi i opplæring er mer akseptert. Da IT-basert opplæring begynte å komme, var Skinner bekymret for overdrevet bruk av datamaskiner til lek og spill (se Bjork, 1993, s. 186). Han så at datamaskiner ga enorme muligheter, men også at det var «tendens til å få [dem] til å opptre som en lærer; grunnprinsippene i programmering [av opplæring] ble sjelden fulgt» (1983, s. 390–391). I tråd med dette fant Johnson (2014) at IT-basert opplæring ikke hadde innfridd helt, kanskje fordi den lignet for mye på tradisjonell opplæring, ved å vise stoffet til passive mottakere, og bygge for mye på kognitiv psykologi:

Når en indre kognitiv prosess eller struktur gis ansvaret for endring, dreier forslag til løsninger seg gjerne om å håpe at indre prosesser korrigerer seg selv (for eksempel vente til eleven/studenten er klar eller får et mentalt gjennombrudd, eller godta at noen ikke er klare for visse krav) (s. 64).

Johnson (2014) mener at programmert opplæring kan forbedre IT-basert opplæring, fordi «Når observerbare sekvenser av miljømessige stimuli gis ansvaret for endring, dreier forslag til løsninger seg gjerne om aktive tiltak (for eksempel finne mer effektive prompts, bedre måter å gi konsekvenser på)» (s. 64).

Noe har skjedd. For eksempel ADDIE (analysis, design, development, implementation, evaluation), som brukes i personalopplæring, og Emeritus, som har et stort utvalg av kurs og utdanninger, bygger på programmert opplæring, og brukes over hele verden (Layng, 2023). Watters (2021) mener at prinsipper fra programmert opplæring brukes mye innenfor IT-basert opplæring, og at

senere opplæringsteknologier [bruker] mange sider ved utforming av opplæring som opplæringsmaskinens oppfinnere og talspersoner utviklet tiår før – bryte oppgaver ned i deler med minst mulig innhold ... gi elever umiddelbar tilbakemelding på deres feil, og la dem gå fram i sitt tempo til de mestrer et begrep (s. 246).

Watters siterer opplæringsteknologer som mener å ha røtter fra opplæringsmaskiner (s. 247), og flere som var pionerer på opplæringsmaskiner rundt 1970, har vært opptatt med programmert opplæring i en eller annen form fram til nå (Watters, 2021, s. 248). Moderne IT-systemer for opplæring, for eksempel PLATO (Programmed Logic for Automated Teaching Operations) bygger delvis på prinsipper fra opplæringsmaskiner fra rundt 1960, og en tidlig utgave av PLATO ble kalt opplæringsmaskin (Watters, 2021, s. 249–250).

Både programmert opplæring og ideen om opplæringsmaskiner lever med andre ord.

Sluttord

Sidman (2010) spør om programmert opplæring og feilfri læring er så revolusjonært:

Hvem vil prøve å lære barn å skrive ord uten først å sikre at de kan skrive bokstaver?

Hvor mange lærere vil ha barn med utviklingshemning til å skrive bokstaver før de kan holde en blyant ordentlig, lage streker på arket og tegne enkle linjer og kurver? Opplæring i slike enkle atferdsformer er et opplæringsprogram (s. 177).

Selv mener jeg at forskjeller mellom programmert og annen opplæring, med og uten tekniske hjelpemidler, ikke trenger å være så store. For eksempel min opplæring i norsk skole for noen tiår siden (se foran), var relativt programmert, etter min mening. Vi begynte med det enkle, gikk forsiktig fram, fikk ofte forsterkende tilbakemeldinger, og terpet til vi fikk brukbar «flyt», om enn ikke så systematisk som Skinner forskrev. De fleste elevene hadde mye god forutgående atferd (se foran) i form av oppmerksomhet og tålmodighet til problemløsning, som også elevenes miljøer, og samfunnet, bidro til. Vi lærte både å svømme og kjøre bil ved å gå forsiktig fram, og slik er det vel med det meste vil lærer. Er ikke trening for eksempel innenfor idrett og musikk, temmelig god uten å bygge på programmert opplæring? Er det dermed i hovedsak *gradsforskjeller* mellom programmert og annen opplæring, og er normalt intelligente og motiverte personer med gode forutgående atferder så fleksible at de kan lære på mange måter, slik at forskjeller i opplæring har mindre å si? Er forskjellene store nok til å begrunne de store endringene som Skinner forfektet, hvis han overhodet hadde rett i alt? Kanskje læreren, som har vært der i hele opplæringens historie, er vanskelig å supplere eller erstatte, og hva med brukervennlighet; bør det tradisjonelle velges hvis det er enklere og gir tilnærmet likt resultat?

Men det er kanskje noe annet for barn og andre med lærevansker, lav motivasjon og/eller dårlige forutgående atferder, det vil si personer med utviklingshemning

eller lavt evnenivå, spesifikke lærevansker, autisme, ADHD, atferdsforstyrrelser og andre tilstander som forbindes med nedsatt respons på opplæring? De trenger kanskje noe grundigere, eller som det står på Morningside Academys hjemmeside: «Morningside gir elever som sliter, muligheten til å ta igjen det tapte, bygge opp og komme videre slik at de kan oppnå sitt største potensial.» Elevene går der fordi de har hatt lite utbytte av tradisjonell opplæring.

I 2004 spurte Sulzer–Azaroff om Skinner hadde rett i alt om opplæringsteknologi. Ut fra lang erfaring mente hun «Nesten» (s. 133). Reglene som opplæringsmaskinene fungerte etter, «virker ikke bare i formell opplæring, men også overalt ellers» (s. 134). Programmert opplæring har likevel en beskjeden posisjon. Root & Rehfeldt mener at den kan forbedre nettundervisning, et stadig vanligere alternativ til vanlige forelesninger. Layng (2023) mener at det generelt er «spennende muligheter. Skinners visjon om en virkelig teknologi for opplæring som gjelder nesten alle, kan være nærmere sin realisering nå enn noen gang» (s. 8). Brukt med måte, og der det har noe å tilføre, som bør begrunnes vitenskapelig, *tror* jeg alt i alt at det er best at Layng får rett.

Referanser

- Baum, W. (2018). Three laws of behavior: Allocation, induction, and covariance. *Behavior Analysis: Research and Practice*, 18, 239–252.
- Benjamin, L. T. Jr. (1988). A history of teaching machines. *American Psychologist*, 43, 703–712.
- Bjork, D. W. (1993). *B. F. Skinner. A life*. New York: Basic Books.
- Chomsky, N. (1959). *Verbal behavior*. By B. F. Skinner. *Language*, 35, 26–58.
- Evans, A. L., Bulla, A. J. & Kieta, A. R. (2021). The precision teaching system: A synthesized definition, concept analysis, and process. *Behavior Analysis in Practice*, 14, 559–576.
- Forsøksrådet for skoleverket (1980). *Individuell matematikkundervisning: IMU-prosjektet. Noen erfaringer fra et forsøk på å differensiere undervisningen ved å bruke et selvinstruerende læremiddel*. Oslo: Forsøksrådet for skoleverket.
- Goodman, J. (1960). *Growing Up Absurd*. New York, NY: Vintage.
- Goodman, J. (1964). *Compulsory Mis-education*. New York, NY: Vintage.
- Greer, R. D. (1997). The comprehensive application of behavior analysis to schooling (CABAS). *Behavior and Social Issues*, 7, 59–63.
- Grepperud, G. (2021). *Som å koke suppe på en spiker. En kritisk, didaktisk refleksjon om teknologi og læringseffekter*. Tromsø: Universitetet i Tromsø.
- Hayes, S. C., Barnes-Holmes, D. & Roche, B. (red.), *Relational frame theory. A post-Skinnerian account of human language and cognition* (s. 21–49). New York, NY: Kluwer Academic/Plenum.
- Holland, J. G. (1960). Teaching machines: An application of principles from the laboratory. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 275–287.
- Johnson, D. A. (2014). The need for an integration of technology, behavior-based instructional design, and contingency management: An opportunity for behavior analysis. *Mexican Journal of Behavior Analysis*, 40, 58–72.
- Keller, F. S. (1968). «Good-bye, teacher ...». *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1, 79–89.
- Klintwall, L. & Eikeseth, S. (2014). Early and intensive behavioral intervention (EIBI) in autism. I V. Patel, V. Preedy & C. Martin (eds.), *Comprehensive Guide to Autism* (s. 117–137). New York, NY: Springer.
- Kunnskapsdepartementet (2024). *Det digitale (i) livet. Balansert oppvekst i skjermenes tid*, NOU 2024: 20. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Layng, T. V. J. (2023). Skinner's *The Technology of Teaching*. Past and present.

- Operants*, 11, 2, 7–8.
- Lindsley, O. R. (1991). Precision teaching's unique legacy from B. F. Skinner. *Journal of Behavioral Education*, 1, 253–266.
- Løkke, G. E. H., Løkke, J. A. & Arntzen, E. (2008). Precision teaching, frequency-building, and ballet dancing. *Journal of Precision Teaching and Celeration*, 24, 21–27.
- Mannin, A., Coyne, R., Ferrari, C., Neseli, M., McGee, C. Mollaoglu, S. & Leader, G. (2023). Personalized system of instruction in higher education: A systematic review. *Journal of Behavioral Education*. <https://doi.org/10.1007/s10864-023-09530-8>.
- Martinsen, T. (2003). *Multimedia og IKT i undervisningen*. Nesna: Høgskolen i Nesna.
- Neill, A. S. (1960). *Summerhill: A Radical Approach to Child Rearing*. New York, NY: Hart.
- O'Donnell, R. (2025, 15. mars). The Morningside model of generative instruction: Transforming education for the forgotten 40 %. <https://www.thebehavioracademy.com/blog/what-is-the-morningside-model-of-generative-instruction>
- Palmer, D. C. (2006). On Chomsky's appraisal of Skinner's *Verbal Behavior*: a half century of misunderstanding. *The Behavior Analyst*, 29, 253–267.
- Pressey, S. L. (1963). Teaching machine (and learning theory) crisis. *Journal of Applied Psychology*, 47, 1–6.
- Robbins, J. K. (2011). Problem solving, reasoning, and analytical thinking in a classroom environment. *The Behavior Analyst Today*, 12, 1, 41–47.
- Rutherford, A. (2017). B. F. Skinner and technology's nation: technocracy, social engineering, and the good life in 20th-century America. *History of Psychology*, 20, 290–312.
- Sidman, M. (2010). Errorless learning and programmed instruction: The myth of the learning curve. *European Journal of Behavior Analysis*, 12, 167–180.
- Skinner, B. F. (1945). Baby in a box. Introducing the mechanical baby tender. *Ladies' Home Journal*, 62, 30–31, 135–136, 138. Også utgitt i Skinner, B. F. (1953). *Science and Human Behavior*. New York, NY: Macmillan.
- Skinner, B. F. (1954). The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, 24, 86–97.
- Skinner, B. F. (1957). *Verbal Behavior*. Englewood–Cliffs, NJ: Prentice–Hall.
- Skinner, B. F. (1958). Teaching machines. *Science*, 128, 969–977.
- Skinner, B. F. (1965a). The technology of teaching. *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 162, 427–443.
- Skinner, B. F. (1965b). Why teachers fail. *Saturday Review*, October 16th, 80–81, 98–102.
- Skinner, B. F. (1968). *The Technology of Teaching*. Englewood–Cliffs, NJ: Prentice–Hall.
- Skinner, B. F. (1976). *Particulars of my life*. New York: Knopf.
- Skinner, B. F. (1971). *Beyond freedom and dignity*. New York: Knopf.
- Skinner, B. F. (1983). *A matter of consequences. Part three of an autobiography*. New York: Knopf.
- Skinner, B. F. (1984). The shame of American education. *The American Psychologist*, 39, 947–954. Også utgitt i B. F. Skinner (1987), *Upon Further Reflection* (s. 113–130). Englewood Cliffs, NJ: Prentice–Hall.
- Staddon, J. (2006). Did Skinner miss the point about teaching? *International Journal of Psychology*, 41, 555–558.
- Sulzer–Azaroff, B. (2004). The shaping of behaviorists: B. F. Skinner's influential paper on teaching machines. *European Journal of Behavior Analysis*, 5, 129–135.
- Watters, A. (2021). *Teaching Machines. The History of Personalized Learning*. Cambridge, MA: The MIT Press.