

## **Opvoedkundige Tegnologie / Educational Technology**

# **Geprogrammeerde onderrig: Skinner en Crowder se bydraes**

**Maj U. Bouwer\***

**The article: Programmed Instruction, The Contribution of Skinner and Crowder discusses exactly what is meant by the term Programmed Instruction, and the contribution made by Skinner and Crowder in particular are analysed. Recent developments in this field are looked at and the conclusion is drawn that the full potential of Programmed Instruction has not nearly been realised and that much still has to be accomplished in this field.**

### **Ter Inleiding**

Daar is diegene wat beweer dat die toenemende omvang en kompleksiteit van die Westerse kultuur, die toename in die studentebevolking en 'n langer adolessensie groter eise aan opleidingsinstansies begin stel het, wat uigeloop het op die outomatisering van die onderwys en opleiding, terwyl ander dit weer verbasend vind dat so iets nie reeds eerder gebeur het nie: 'In the age of gadgetry this commercialism and popularity may be almost unavoidable. The prospect of automating the school would seem natural in the American culture when the degree of automation becomes the index of modernity. (9:394)

In die beginjare het daar heelwat verwarring geheers oor wat geprogrammeerde onderrig nou eintlik is. Dit is onder andere gelyk gestel aan oudiovisuele hulpmiddels en is ook as sinoniem vir Opvoedkundige Tegnologie gebruik. De Cecco (1964:52) vermeld dan ook die stryd van geprogrammeerde onderrig om homself te isoleer van hierdie assosiasies wat so verkeerdelik gevorm is.

In 'n poging om hierdie probleem die hoof te bied, sal daar in hierdie artikel gepoog word om die begrip te verduidelik, asook hoe dit na aanleiding van Skinner en Crowder se bydraes ontwikkel het. 'n Kort toekomsblik sal verder ten slotte gewaag word.

### **Wat is geprogrammeerde onderrig?**

#### **Inleiding**

Alhoewel die term relatief nuut is, is die basiese beginsels wat onderskryf word, al deur Comenius, Pestalozzi en selfs Sokrates gebruik. Dit is

egter uniek in dié sin dat dit in een metode voorsiening maak vir die wetenskaplike kontrole van die beginsels van Sokrates, Comenius, Pestalozzi, sommige van Thorndike se wette, Kohnstamm se aktiwiteitskole, sekondêre versterking deur kondisionering van Skinner en terugkoppeling ontleen aan die kibernetika (10:96)

#### **Begripsomskrywing**

'Programmed instruction; Ideally, instruction that proceeds according to a pre-specified pattern intended to accomplish one or more performance objectives for a specified audience.' (18:11)

'Programmed Instruction' (Amerikaanse term) en 'Programmed Learning' (Engelse term), alhoewel dit 'n element van selfinstruksie het, moet egter nie as sodanig gesien word nie. Callender (1969:16) wys tereg daarop dat dit 'n instruksionele sisteem is waarvan boeke, onderrigmasjiene, oudiovisuele hulpmiddels, simulators asook die dosent/instrukteur wat die doelwitte formuleer en die resultate analiseer, 'n deel is. Die onderrigmasjiene of te wel meganisasie vorm dus slegs 'n deel van die aanbiedingsmetode, alhoewel dit aan die ander kant verantwoordelik was vir die ontstaan van die 'Programmed Instruction Movement' (6:9) of ander benaminge wat ook voorgestel is.

#### **Drie hoofsoorte programme**

Daar word tussen liniêre, intrinsieke en eksintrieke programme onderskei soos hieronder bespreek:

**\* Liniêre programme**

By die liniêre programme kontroleer die student sy eie foute – 'the technique is an attempt to adapt a simple conditioning model of learning to educational use . . .' (Crowder in 9:152)

**\* Intrinsieke programme**

By die intrinsieke of vertakkingsprogramme is korrektiewe informasie in die program ingeskryf met ander woorde: '... the intrinsic programming technique exploits the possibility of letting the students' choice of answers to questions included in the text, direct him to new or remedial material as appropriate' (Crowder in 9:152).

**\* Eksintrieke programme**

By eksintrieke programme word die leerproses van buite byvoorbeeld met behulp van die rekenaar, beheer in ooreenstemming met die student se prestasie – kibernetiese beginsels van selfregulering en selforganisasie van sisteme word dus gebruik om die kommunikasie tussen student en dosent/instrukteur te kontroleer.

**Ontwikkeling van opvoedkundige tegnologie en geprogrammeerde onderrig**

**Inleiding**

Om die koms en ontwikkeling van geprogrammeerde onderrig in perspektief te plaas, sal dit die moeite loon om kortliks die verskillende tydperke wat in die ontwikkeling van die Opvoedkundige Tegnologie onderskei kan word, na te gaan.

**Tydperke**

Die eerste tydperk wat onderskei word, is dié voor 1700 toe Sokrates en Comenius van die belangrikste bydraers was. In die tydperk 1700–1900 kan Pestalozzi met sy klem op die aanskouingsbeginsel en individuele verskille genoem word. Tydens die tydperk 1900–1945 word leerteorie wat op psigologie gefundeer is, geformuleer soos byvoorbeeld Thorndike se drie leerwette asook die Gestaltsielkunde se bydraes. Die depressie van 1933 lê egter verdere ontwikkeling aan bande. 'n Werklike opbloei van die tegnologie vind na die Tweede Wêreldoorlog plaas wat dan ook die tydperk 1945–1966 kenmerk. Teorieë wat nie empiries of prakties ingestel is nie word verwerp, terwyl die aanvraag om verhoogde produksie noodwendig lei tot die ge-

bruik van onderrigmasjiene en geprogrammeerde onderrig as sodanig dus veld wen. Vanaf 1966 val die klem meer op onderrig as op leer. Daar word gepoog om teorieë van onderrig te formuleer of te wel die fundering van die aard en wese van Opvoedkundige Tegnologie (24: 17, 22, 34, 49 en 3: 44, 46, 47, 49).

**Koms van Geprogrammeerde Onderrig**

Alhoewel die vroegste patent van 'n onderrigmasjien in 1809 in die VSA se patentkantoor geregistreer is (19:265) in 1866 gevolg deur Halcyon Skinner se spellingapparaat, Jevons se apparaat vir die oplossing van logiese probleme in 1873 (10:103), Montessori se didaktiese appaarte in 1907 (24:251) en die apparaat vir selfonderrig van skietkuns (17:8, 13:11), is reeds voorheen uitgewys dat geprogrammeerde onderrig voorsiening maak vir die beginsels van Sokrates, Comenius en Pestalozzi (23:54). Nog verder terug in die middeleeue word 'n tipe onderrigmasjien, die quantain, gebruik om wapenvaardigheid by ridders in te skerp (10:103).

Belangstelling in geprogrammeerde onderrig as onderrigvorm het egter eerstens in die VSA opgevlam omdat die aanvraag na opleiding verhoog is tydens die Tweede Wêreldoorlog, ook as gevolg van die tegnologiese ontwikkeling met sy baie vernuwinge en ná die lansering van die spoetnik in 1957 toe gevrees is dat Rusland 'n voorsprong het op die skoling van wetenskaplikes. Brittanje, Europa, Rusland en Unesco se belangstelling en bydraes was baie meer gematig.

Na 1963, nadat beseef is dat geprogrammeerde onderrig nie klasonderrig geheel en al kan vervang nie, het die belangstelling (ook in die SA Weermag) baie afgeneem (14:90, 91).

Geprogrammeerde onderrig wat dus begin het as eenvoudige liniêre programme en later vertakkingsprogramme, het met die koms van die vierde generasie rekenaar 'n baie sterk intrek in die onderrig geneem (10:18).

**Skinner se liniêre programme**

**Inleiding**

B.F. Skinner was 'n Amerikaanse Behaviouristiese leersielkundige. Aan die universiteit van Harvard het hy as professor in die eksperimentele sielkunde hom toegelê op navorsing met onder andere duiwe (14:9). Sy belangstelling in

die opvoedkunde kom per abuis nadat hy tydens 'n ope dag by sy dogtertjie se skool in 1950 beseef het hoe oneffektief onderwysmetodes is en dat leerlinge slegs leer om straf vry te spring.

Hy baseer sy aanvanklike eksperimente op die destydse leerteorie en wette van leer wat deur Thorndike geformuleer is. In aansluiting by die wet van gevolg is hy van mening dat onmiddellike beloning van 'n handeling, waarborg dat die handeling herhaal sal word. 'n Tweede handeling kan op dieselfde wyse aangeleer word. Hy bewys hierdie stelling met sy duiwe wat hy onder andere leer om tafeltennis te speel – 'n procedure wat hy 'operant conditioning' noem. (23:41, 14:9, 16:10, 25:99)

### Skinner se programme

Volgens Skinner is daar behalwe ten opsigte van kompleksiteit, nie 'n verskil tussen die prosesse wat 'n dier se gedrag bepaal en verbale menslike leer nie en leer en opleiding is dus bloot die meganiese inslyping van nuwe gedragswyses of 'n versameling van korrekte response (14:11, 17:83). In 1954 bring hy in sy 'The Science of Learning and the Art of Teaching' geprogrammeerde onderrig in 'n opvoedkundige sin (gebaseer op sy beginsels of gedragswette) onder die aandag (24:253, 13:12).



*Hy leer vinnig ... Elke keer as ek die bal slaan, gee hy my 'n saadjie.*

Sy program wat hy beskou as 'a schedule of reinforcement' (23:43) vertoon sekere kenmerke:

### \* Duidelike doelstellings

Juis omdat hy die swak onderwystegniese toeskryf aan vae doelstellings, is besinning oor die uiteindelijke gedrag wat bereik moet word vir hom belangrik – die veld wat die program moet dek moet dus duidelik afgebaken word deur meetbare doelwitte in gedragsterme te formuleer (25:107, 23:43, 8:36).

### \* Klein eenhede

Die leerstof moet in klein selfverduidelikende eenhede of raampies verdeel word, sodat studente nie maklik probleme sal ondervind nie en baie moontlikhede vir bekragtiging bestaan.

### \* Oorvleueling tussen raampies

Elke eenheid of raampie moet aansluit by die vorige deur 'n sekere mate van oorvleueling (23:43). Die gemeenskaplike elemente maak dan voorsiening vir 'n mate van hersiening (10:102).

### \* Aktiwiteit

Elke eenheid moet in 'n sekere sin onvolledig wees sodat die student gestimuleer sal word om dit te voltooi, met ander woorde om iets te doen. (23:43)

### \* Sigbare respons

Hy beklemtoon dat die respons sigbaar ('overt') moet wees – om net oor 'n antwoord te dink is nie vir hom aanvaarbaar nie (23:47). Die respons moet verder deur die leerder self gekonstrueer word, nie net herken of gekies word nie (13:12). Hy is dus 'n teenstander van eenvoudige keuse-items omdat die student toegelaat word om verkeerd te repondeer, of al het hy tog reg gekies sal die assosiasie met die verkeerdelike stimuli nog altyd bestaan (13:29). Openlike response wat uitgewerk en neergeskryf word, het verder die voordeel dat die kontrolering daarvan met die korrekte respons onmiddellik moontlik is (14:17).

### \* Leidrade

Die nodige leidrade of suggesties moet teenwoordig wees om foutiewe response uit te skakel, maar dit is ook gewens dat die leidrade mettertyd verminder word. Soorte leidrade is byvoorbeeld gebroke response, invuloefeninge, tematiese leidrade, volgorde en visuele leidrade (14:16, 17).

### \* Foute

'According to Skinner the programme should not include an error-rate of more than 5%' (23:43). Volgens sy siening het foute 'n negatiewe invloed op leer, want respondering hou die moontlikheid in dat die gedrag herhaal sal word en foute dus versterk word. Die moontlikheid vir foute moet dus uitgeskakel word deur onder andere die klein eenhede en die ooreenstemming tussen raampies. Probleme wat deur die meeste studente nie opgelos kan word nie, beskou hy as swak, op verkeerde plek in die volgorde of te wyte aan 'n te groot stap – daarenteen beskou didaktici 'n vraag wat deur almal korrek geantwoord word, as nie van veel waarde nie (10:122).

### \* Bekragtiging

'n Korrekte respons moet onmiddellik bekragtiging of versterk word. In die geval van die mens dien die onmiddellike kennisname van resultate as genoegsame bekragtiging (16:25). Skinner het juis tot sy gebruik van die liniêre program gekom deur die effek van bekragtiging te analiseer en tegnieke te ontwerp wat die bekragtiging presies gemanipuleer het sodat dit op presies die regte tyd gekom het (1:4).

Die intensiteit of grootte van die versterking, bekragtiging of beloning word nie as van soveel belang geag as die aantal nie – vandaar die klein stappies met die klein moontlikheid vir foute wat dan ook baie bekragtiging moontlik maak (14:15).

Hy maak ook gebruik van 'n metode van versterking wat onderbroke van aard is – 'intermittent reinforcement'. Elke respons hoef nie versterk te word nie, versterking wat kan lei tot 'n hoër vlak van akademiese aktiwiteite moet egter plaasvind volgens 'n bepaalde skedule (14:12, 3:126), byvoorbeeld na 'n gemiddelde aantal response ('variable ratio schedule'), na 'n spesifieke tydsverloop vanaf vorige bekragtiging ('fixed-interval schedule') na enige tydsverloop ('variable-interval schedule') (1:42).

### \* Induktiewe metode

Ook die gebruik van die induktiewe metode speel 'n betekenisvolle rol. Aangesien nuwe feite eers in die program aangebied word nadat die studente die nodige agtergrond het, daarvoor gereed is en die noodigheid daarvoor besef, is die suksesvolle afhandeling daarvan ook 'n versterkende element (22:161).

Alhoewel Skinner se liniêre program in 'n akademiese omgewing ontstaan het, gee Skinner toe dat daar tekortkominge is – 'n antwoord is byvoorbeeld slegs reg of verkeerd en geen voorsiening word dus gemaak vir korreksie of teruggryping na vorige instruksie nie (14:18). Hy verdedig homself ook teen die aanklag dat sy program meganiese leer in die hand werk en word deur Goldbeck ondersteun as hy sê die liniêre program '... avoids rote learning and provides understanding by eliciting the desired stimulus – response connection under a variety of conditions' (13:16).

Om vir die tekortkominge van sy oorspronklike program te voorsien, het heelwat variasies ontstaan, soos byvoorbeeld die 'skip-linear' waar studente wat reeds oor sekere kennis beskik, 'n aantal raampies kan oorslaan, asook die 'multi-track programme' waar die student (afhange van sy individuele kennis) die hoof-tak of sub-tak van die program volg.

### Skinner se onderrigmasjiene

Skinner se vereiste dat elke respons van elke student op die regte tyd bekragtig moet word (iets wat die dosent/instrukteur nie eers vir 'n enkele student kan doen nie) het die idee van 'n masjien na vore gebring (1:6). Alhoewel hy vandag beskou word as die vader van die onderrigmasjiene (8:17), sien hy nie die masjiene as plaasvervanger vir die dosent/instrukteur nie – dit kan slegs sekere funksies oorneem (11:23).



**Die Masjiene vervang nie die instruksie nie, neem net sekere funksies oor.**

Hy het begin deur Pressey se masjien verder te ontwikkel, byvoorbeeld in sy Disc Device waar studente 'n antwoord moes kies (3:144). Nuwe ontwikkelinge waarvoor sy masjiene bekend was, was byvoorbeeld om die keuse van 'n antwoord te vervang met 'n antwoord wat gekonstrueer moes word (8:17), asook die deeglike georganiseerde programmering van die leerstof. Sy eerste masjien was vir gebruik by rekenkunde en die onderrig van spelling.

Alhoewel heelwat tyd bestee is aan die ontwikkeling van die onderrigmasjien om die leerproses te kontroleer (12:438) is Skinner se liniêre program ook daarsonder, in boekvorm, bruikbaar. Oneerlikheid (oorslaan van sekere raampies) kan aan bande gelê word deur die vorm waarin die boek ontwerp is.

Ten spyte van die feit dat die dieresielkunde-georiënteerde beloningsteorie te arm is om as basis te dien vir menslike leer met sy kompleksiteit, moet Skinner se werk nie gering geskat word nie. Sy groot bydrae lê dan juis daarin dat hy die aandag gevestig het op die beplanning van die leerstof en die nodigheid van 'n wetenskaplike benadering uitgewys het (8:48)

## **Crowder se vertakkingsprogramme**

### **Inleiding**

N.A. Crowder was gedurende die Tweede Wêreldoorlog in diens van die VSA Lugmag waar hy 'n kontak gehad het om tegnisi op te lei in die opsporing van foute in elektriese apparate. Sy vertakkingsprogramme het dus in 'n semi-nywerheidsituasie ontstaan met die klem op doeltreffende instruksie om werksprestasie te verhoog (23:47, 48 en 2:8–10).

### **Crowder se werk**

Sy aanvanklike werk was leerstof en vrae wat op kaartjies aan studente verskaf is. Die korrekte antwoord was agter op die kaartjie, maar omdat hy gevoel het die student moes die rede vir die antwoord weet, het hy verder navorsing gedoen (23:48).

Hy het nie belang gestel in hoe studente leer nie; vir hom was dit belangrik of hulle wel leer (5:148), en dit moes hy uitvind deur terugvoer. Hy sien onderrig dus as 'a feedback controlled process' (4:609). Die studente se respons was vir hom 'n aanduiding daarvan of die kommunikasie effektief was, al dan nie – dit was dus 'n

aanduiding van 'n interne proses wat gewysig, gekorrigeer of versterk moet word (13:31).

Sy program het voorts bestaan uit 'n klompie informasie (nie meer as 'n bladsy nie) tesame met 'n aantal meervoudige keusevrae. Die student moes op grond van die kommunikasie wat met hom plaasvind deur middel van die teks een van die meervoudige keuse-antwoorde kies. Sy respons het die volgende materiaal wat hy sien, bepaal – was hy korrek, is hy na die volgende raampie of eenheid verwys en ook verwittig hoekom sy antwoord korrek was; indien hy verkeerd was, is hy blootgestel aan informasie waarmee hy sy fout kon oorkom (24:253). Sy doel is dus nie kondisionering nie, maar diagnose – elke respons is diagnostiese materiaal, want of dit lei na remediële materiaal, of dit lei na meer gevorderde leerstof (13:12, 8:51).

Crowder waarsku teen alternatiewe wat op die oog af vanselfsprekend as verkeerd geklassifiseer kan word. Die gevaar bestaan dat die student die regte antwoord kies omdat dit die enigste een is wat moontlik korrek kan wees. Die programmeur sal dus heelwat tyd moet bestee aan die negatiewe sy van die taak (16:33).

Anders as Skinner, beskou Crowder 'a question that everyone passes as a waste of space' (14:19). Die verklaring van foute is vir hom belangriker as die voorkoming daarvan en hy is dus bereid om tot 15% foute in sy programme toe te laat (13:34).

Alhoewel Crowder nie leerteorie as uitgangspunt neem nie, is sy stellings tog eksperimenteel bewys deur didaktiese eksperimente op denksigologiese grondslag (8:53, 54) en maak sy tegniek tog vir aspekte soos die aktiwiteitsbeginsel, die korrekte rangskikking en aanbieding van die leerstof, onmiddellike kennis van resultate en individuele leertempo, voorsiening (13:32).

Alhoewel vertakkingsprogramme veral aanbeveel word vir komplekse stof waar meer insig nodig is, waar diskriminasie en kwalitatiewe leer moet plaasvind, kan die tekortkominge (wat op sigself 'n volle artikel sal verg) nie negeer word nie (2:56). Hier kan slegs genoem word dat Crowder sy gebruik van meervoudige keusevrae verdedig deur daarop te wys dat alle handeling in die lewenswerklikheid op keuses berus (14:20).

Onderrigmasjiene wat spesifiek vir gebruik van vertakkingsprogramme ontwikkel is, is die Auto-

tutor Mark I, Autotutor Mark II, Grundytutor en die SSL Teaching Machine (8:64, 6:39).

## Toekomsblik

Vertegniserings van die samelewing het bygedra tot die feit dat 'n hulpmiddel soos geprogrammeerde onderrig aangehang is om die dosent/instrukteur by te staan. Die feit dat vandag se samelewing al hoe meer tegnies raak, dat kennis vandag steeds uitbrei, onder andere as gevolg van die mens se dieper indringing in die hemelruim, skyn 'n groot toekoms vir geprogrammeerde onderrig te beloop en 'n nuwe professie, dié van 'teaching engineer' word dan ook voorsien (17:87, 14:88, 3:182, 21:379).

Toffler waarsku egter dat outomatisasie nie oorbeklemtoon moet word nie; dat die mens van die toekoms nie 'n robot of massamens sal wees nie, maar juis as gevolg van die oormaat van verskeidenheid ('n gevolg van die tegnologiese samelewing) 'n persoon met 'n eie individuele persoonlikheid sal wees (28:257). Daar moet dus oor die toekoms besin word met inagneming van die invloede, voordele en probleme wat die tegnologie vir die eksistensie van die mens en vir sy onderrig inhoud (3:178).

Stolurow het dan ook reeds in 1964 voorspel dat 'n teorie van onderrig of te wel instruksionele-, onderrig-, of opvoedkundige tegnologie ontwikkel sou moes word om te verseker dat die onderrig by die hele opvoedkundige sisteem inskakel. Dit het dan ook intussen ontwikkel en moet verseker dat daar in die onderrig voorsien word vir die Gestalt- en denksigologie, vorming en kulturele volwassenheid en vir sy gesindheidsvorming (8:116–123, 27:403). Antwoorde sal ook gevind moet word op vrae soos: wat is die gevolge van verskillende volgordes na dieselfde doelwit (vertakkingsprogramme) op die kognitiewe struktuur; wat is die invloed van die instrukteur se persoonlikheid en hoe kan voorkennis meer effektief geïmplementeer word (26:438, 439)? Dit is dan ook juis hier, by die verdere ontwikkeling van die opvoedkundige tegnologie, wat geprogrammeerde onderrig sy rol kan speel. Alhoewel daar in die laaste 15 jaar min van geprogrammeerde onderrig gehoor is as gevolg van die opkoms van die mediategnologie (video, minirekenaars en kombinasies daarvan), beklemtoon Jurgemeyer (1982:20) dat sy bydrae by die verdere ontwikkeling van die opvoedkundige tegnologie, herondersoek moet word 'as a way of avoiding the reinvention of the wheel'. Hy noem

byvoorbeeld die klein stappies, spesifisering van doelwitte, sistematiese benadering tot die leerstof, vinnige kennis van resultate, studente-aktiwiteite, aanmoediging en evaluering van materiaal (wat as bruikbare basis kan dien by TV en rekenaarlesse) – kortliks leerteorie.

## Ten slotte

'Indeed it is quite clear that the full potentiality of programmed learning has yet to be realized: indeed, it is capable of realizing middle-order cognitive and affective objectives – particularly when more flexible approaches, such as computer assisted instruction (CAI) are employed.' (7:171).

\* Maj U. Bouwer, BA (TOD) is S02 Opvoedkundige Tegnologie by HSP.

## Bibliografie

1. Barnett, W.G. & Proctor, L. 1963. *Automation in Education: a study of the nature and problems of automated teaching and programmed learning*. Johannesburg: Johannesburg College of Education Monograph.
2. Callender, Patricia. 1969. *Programmed learning: its development and structure*. London: Longmans.
3. Coetzee, J.H. 1981. *Onderwystegnologie in Tydsperspektief (DTO)*. Pretoria: Universiteit van Suid-Afrika.
4. Crowder, N.A. Automatic tutoring by Intrinsic Programming, in *Teaching Machines and Programmed Learning: a source book*, editor A.A. Lumsdaine and R. Glaser, USA: National Education Association, 1960, p 286–298, 609.
5. Crowder, Norman A. On the differences between linear and intrinsic programming, in *Educational Technology: Readings in Programmed Instruction*, editor J. de Cecco, London: Rinehart and Winston, 1964, p 142–152.
6. Davey, D. Mackenzie & McDonnell, P. 1964. *Programmed Instruction*. London: Institute of Personnel Management.
7. Davies, I.K. 1971. *The Management of Learning*. London: McGraw-Hill.
8. De Block, Prof Dr A. 1968. *Geprogrammeerde Instruktie*. Rotterdam, Universitaire Pers.
9. De Cecco, John P. 1964. *Educational Technology: Readings in Programmed Instruction*. London: Holt, Rinehart and Winston.
10. Du Plooy, W.J. 1981. *Algemene Didaktiek DTO*. Gids 1. Pretoria: Universiteit van Suid-Afrika.
11. Fry, Edward B. Teaching Machines: The coming automation, in *Educational Technology: Readings in Programmed Instruction*, editor John P. de Cecco, London: Holt, Rinehart and Winston 1964, p 21–27.
12. Glaser, Robert, Homme, Lloyd E. & Evans, J.L. 1959. An evaluation of textbooks in terms of Learning Principles, in *Teaching Machines and Programmed Learning: a source book*. USA: National Education Association, 1960, p 437–451.
13. Gouws, L.A. 1967. *Geprogrammeerde onderrig*. Pretoria: van Schaik.
14. Hattingh, D.L. 1976. *Geprogrammeerde onderrig*. Pretoria, RGN (Verslag 0–42).
15. Jurgemeyer, Fred H. Programmed Instruction: lessons it can teach us, *Educational Technology*, May 1982, p 20–21.
16. Kay, Harry. General Introduction to teaching machine procedures, in *Teaching Machines and Programming*, editor K. Austwick, London: Pergamon Press, 1964, pl – 41.
17. Kruger, J.H. 1971. *Houdingsverandering na Geprogrammeerde Onderrig, soos bepaal deur 'n houdingskaal: 'n Empiriese studie*. Ongepubliseerde proefskrif PU vir CHO.
18. Mager, Robert F & Pipe, Peter. 1977. *CRI Course Control Documents USA*: Mager Associates.
19. Mellan, Ibert. 1936. Teaching and Educational Inventions in *Teaching Machines and Programmed Learning: a source book*, editor A.A. Lumsdaine and R. Glaser, USA: National Education Association, 1960, p 265–274.
20. Porter, Douglas. 1957. A critical view of a Portion of the literature on Teaching Devices, in *Teaching Machines and Programmed Learning: a source book*, editor A.A. Lumsdaine and R. Glaser, USA: National Education Association, 1960, p 114–132.

21. Ramo, Simon. 1957. A new Technique of Education, in *Teaching Machines and Programmed Learning: a source book*, editor A.A. Lumsdaine and R. Glaser, USA: National Education Association, 1960, p 367–381.
22. Reid, R.L. Linear Programming and Learning, in *Teaching Machines and Programming*, editor K. Austwick, London: Pergamon Press, 1964, p 36–173.
23. Richmond, K. 1965. *Teachers and Machines*. London: Collings.
24. Seattler, P. 1968. *A History of Instructional Technology*. New York: McGraw-Hill.
25. Skinner, B.F. 1954. The Science of Learning and the Art of Teaching in *Teaching Machines and Programmed Learning: a source book*, editor A.A. Lumsdaine and R. Glaser, USA: National Education Association, 1960, p 99–113.
26. Stolurow, Lawrence M. Implications of Current Research and Future Trends, in *Educational Technology: Readings in Programmed Instruction*, editor John P. de Cecco, London: Holt, Rinehart and Winston, 1964, p 432–446.
27. Stolurow, Lawrence M. Problems in Evaluating Automated Instruction, in *Educational Technology: Readings in Programmed Instruction*, editor John P. de Cecco, London: Holt, Rinehart and Winston, 1964, p 396–404.
28. Toffler, A. 1980. *Future Shock*. London: Pan books.