

# Sturing van leerprocessen

E. BOL

*Psychologisch Laboratorium Rijksuniversiteit Utrecht*

## *Inleiding*

In dit artikel worden enige belangrijke karakteristieken van de leerpsychologische opvattingen van de Amerikaan Skinner en de Rus Gal'perin met elkaar vergeleken. Dit lijkt ons nuttig en interessant aangezien de door deze twee onderzoekers in de praktijk gevolgde methoden op het eerste gezicht zeer veel op elkaar lijken, waardoor meerdere malen het misverstand is ontstaan dat er eigenlijk geen verschil tussen bestaat. Daarbij is het niet de bedoeling om theoretische finesses te behandelen en evenmin om een volledig overzicht te geven van de theoretische achtergrond van beide onderzoekers, maar vooral om te laten zien waar belangrijke verschillen zijn gelegen.

Geen verschil bestaat er tussen Skinner en Gal'perin voor zover het hun streven betreft een onderwijs-technologie te ontwikkelen. Onder een dergelijke technologie wordt verstaan een verzameling van empirisch in de klas (dus niet alleen in het laboratorium) getoetste technieken, middelen en procedures, die zijn vervat in concrete onderwijs-leerpakketten, waarmee de leeractiviteiten van leerlingen door de docent in de juiste banen kunnen worden geleid. Zowel Skinner als Gal'perin heeft zich tot doel gesteld de situatie te doorbreken, waarbij men als docent van tevoren niet of nauwelijks weet welke de effecten zijn van het didactisch handelen in de klas. In plaats van achteraf (vaak met een gevoel van opluchting of onmacht) te constateren dat een bepaalde les al dan niet heeft gewerkt, willen zij het didactisch handelen zodanig 'programmeren' dat reeds tevoren vast staat welke resultaten zullen worden bereikt. Kortom zij streven beiden dus naar

*sturing van de leerprocessen*, d.w.z. het beheersen ('controleren') van de algemene verloopsvorm daarvan. We kunnen thans reeds opmerken dat dit ideaal nog ver van ons ligt, maar dat er wel belangwekkende resultaten zijn verkregen.

## *Skinner*

Het mag algemeen bekend worden verondersteld, dat het werk van Skinner heeft geleid tot de zog. geprogrammeerde instructie.

Iets minder bekend is het leerpsychologisch onderzoek waarvan deze didactische werkvorm is afgeleid. De aard van dit onderzoek is van belang aangezien de kenmerken van de geprogrammeerde instructie hierdoor in hoge mate zijn bepaald.

De opvattingen van Skinner over onderwijs-leerprocessen (zie bijv. Skinner 1954) zijn gebaseerd op leerexperimenten met dieren. De in deze experimenten gevolgde methode zullen we verduidelijken aan de hand van een voorbeeld.

Stel dat we een duif willen leren om in een bepaalde situatie tweemaal tegen een deurtje te pikken. We zorgen dat het dier enigszins hongerig is, alvorens het in een kooitje te zetten, waarin het bedoelde deurtje aanwezig is. De duif vertoont dan natuurlijk allerlei vormen van spontaan gedrag (bijv. draait met zijn kopje, trippelt heen en weer e.d.). We wachten tot de duif een beweging maakt in de richting van het deurtje. Op dat moment geven we hem enige graankorrels. Indien we iedere keer wanneer de duif zich in de richting van het deurtje begeeft enige graankorrels geven, dan blijkt dat de duif zich steeds meer in de omgeving van het deurtje gaat ophouden. Wanneer dit gedrag goed is ingeslepen, wordt ge-

wacht met het verstrekken van graankorrels tot de duif staande voor het deurtje z'n kop in de richting daarvan beweegt. Langs deze weg kan stapje voor stapje het gewenste eindgedrag worden opgebouwd.

Aan de hand van een groot aantal van dergelijke experimenten met dieren, formuleerde Skinner een viertal grondbeginselen voor de sturing van leerprocessen.

1. Het principe van de kleine stap.
2. Het principe van de actieve participatie.
3. Het principe van de onmiddellijke versterking.
4. Het principe van de geleidelijke opbouw.

Het principe van de *kleine stap* heeft betrekking op de opsplitsing van het leerdoel in een reeks achtereenvolgende subdoelen. Onder *actieve participatie* wordt verstaan, dat het subject bepaalde, voor een observator, waarneembare activiteiten moet vo trekken. Het is uiteraard van belang, dat de situatie waarin het leren plaats vindt zodanig wordt gekozen of ingericht, dat er een zo groot mogelijke kans bestaat op het voorkomen van de gedrags-elementen, waaruit het gewenste eindgedrag moet worden opgebouwd. De frequentie van het optreden van dergelijke gedrags-elementen kan vervolgens worden verhoogd met behulp van een *versterker* (hierboven in de vorm van graankorrels). Ook uit ouder psychologisch onderzoek was reeds bekend dat bepaalde activiteiten van een subject in frequentie kunnen worden verhoogd, door onmiddellijk na het optreden van de activiteit een gebeurtenis te laten plaats vinden die het subject informeert over de functie van die activiteit (onmiddellijke versterking). In ons voorbeeld leert de duif, dat het optreden van de gebeurtenis van de verschijning van graankorrels samenhangt met bepaalde activiteiten (bijv. het pikken tegen het deurtje).

De totale gewenste gedragsvorm wordt *geleidelijk opgebouwd* door de daarin voorkomende gedrags-elementen één voor één te versterken en in te slijpen. Hierbij wordt ieder nieuw gedrags-element steeds ingepast op de juiste plaats in het geheel.

Het principe van de geleidelijke opbouw houdt in, dat een volgend gedrags-element wordt

versterkt wanneer de vorige goed zijn verankerd.

Het interessante en het nieuwe van de werkwijze van Skinner is, dat hij zijn subjecten niet een verzameling van los van elkaar staande activiteiten leert, maar een verzameling deelactiviteiten tot een nieuw geheel samenvoegt. Het gaat hem m.a.w. om het opbouwen van goed geïntegreerde gehelen in het gedragsrepertoire.

Skinner was van mening dat dezelfde vier principes eveneens ten grondslag liggen aan het leren van mensen. Hoe men over een dergelijke generalisatie ook denken moge, laten we ons goed voor ogen houden dat hij hiermee de leerpsychologie verrijkte met een aantal duidelijk geformuleerde wetten, zij het dat deze alleen waren aangetoond voor een beperkt terrein. Hierdoor was het mogelijk zijn uitspraken op verantwoorde wijze empirisch te toetsen. De uitslag van dit onderzoek heeft er weinig twijfel over laten bestaan, dat het niet mogelijk is de vier principes zonder meer te generaliseren naar het leren van mensen. Vooral de eerste drie principes (kleine stap, actieve participatie en onmiddellijke versterking) bleken slechts zeer ten dele houdbaar. De geïnteresseerde lezer verwijzen we naar De Jong (1970) en Van Rookhuijzen (1972). Waardoor de geprogrammeerde instructie in de Skinner programma's slechts zeer ten dele aan de vaak hooggespannen verwachting voldeed, wordt duidelijk bij een nadere analyse daarvan.

Teneinde een actieve participatie van de zijde van de leerlingen te bewerkstelligen zijn deze programma's opgebouwd uit een aaneenschakeling van problemen die door de leerlingen moeten worden opgelost. Ieder antwoord moet hardop gesproken of in schrift weergegeven worden (waarneembaar voor een observator). Aangezien uitsluitend goede antwoorden ingeslepen moeten worden, zijn de problemen zo eenvoudig gekozen (eventueel nog van hints in de juiste richting voorzien) dat de leerlingen zo min mogelijk fouten maken. Dit sluit tevens direct aan bij de principes van de kleine stap en van de geleidelijke opbouw. Het gevolg hiervan is dat van de leerlingen een minimale intellectuele inspanning wordt gevraagd. In de praktijk blijken deze programma's dan ook voornamelijk tot het 'uit het

hoofd leren' van antwoorden aanleiding te geven, mede omdat volgens het principe van de onmiddellijke versterking direct na de beantwoording door de leerling het juiste antwoord wordt gegeven (vgl. Matyushkin 1971).

Een tweede oorzaak van het uitblijven van succes kan worden gezocht in de keuze voor leraar-vrij instructie-materiaal.

In wezen is dit helemaal niet essentieel voor geprogrammeerde instructie. Steeds meer begint het inzicht veld te winnen, dat volledig leraar-vrij onderwijs zeer hoge eisen stelt aan de motivatie van de leerlingen.

Echter verreweg de belangrijkste tekorten van de Skinner programma's zijn gelegen in de inadequate *sturing* van de onderwijsleerprocessen. In het onderwijs gaat het er in het algemeen niet om leerlingen de antwoorden op vragen te laten memoriseren. Het doel is veelal de leerlingen te leren opereren met een begrippenapparaat, zodat ze in staat zijn de juiste antwoorden op vragen af te leiden uit de beschikbare gegevens. Anders gezegd de leerprocessen die in het onderwijs door de docent c.q. door het programma moeten worden gestuurd hebben niet zozeer betrekking op het leren leveren van een uitwendige prestatie, maar op het verwerven van denkhandelingen (mentale handelingen). De door Skinner ontwikkelde didactische procedure richt zich slechts op het opbouwen van welomschreven uitwendige prestaties (vgl. Landa 1972). Uit een grote hoeveelheid leerpsychologisch onderzoek (dat overigens door Skinner op theoretische gronden wordt aangevochten) is bekend, dat mensen op totaal verschillende manieren tot een bepaalde prestatie kunnen komen. Bijv. indien iemand achter de vermenigvuldiging  $2 \times 312$  het getal 624 invult, dan kan deze prestatie als volgt tot stand zijn gekomen:

- a. hij kende het antwoord uit het hoofd (eventueel zonder te kunnen vermenigvuldigen);
- b. door de som van  $312 + 312$  te bepalen;
- c. door de som van  $(2 \times 2) + (2 \times 10) + (2 \times 300)$  te bepalen e.d.

Voorts kunnen de bewerkingen onder b. en c. uit het hoofd of op papier zijn uitgevoerd. De Skinner programma's zijn zodanig ingericht, dat

de leerlingen leren om bepaalde vragen te beantwoorden zonder dat er in feite wordt gecontroleerd op welke wijze de antwoorden tot stand zijn gekomen. Het is dus mogelijk dat een leerling het correcte antwoord geeft, maar dit doet op basis van een andere methode dan de in het leerprogramma bedoelde. Dit betekent dat deze programma's te kort schieten voor zover het onderwijs is bedoeld om leerlingen bepaalde mentale operaties en handelingen (d.w.z. bepaalde denkwijzen) aan te leren, aangezien er geen of onvoldoende controle wordt uitgeoefend op de werkelijke uitvoering van de operaties of handelingen. Dit vloeit voort uit Skinner's overtuiging dat het uitwendig gedrag eenduidig samenhangt met een gegeven situatie. Deze samenhang is volgens hem voor mensen en dieren niet principieel verschillend.

Om een leerproces effectief te kunnen sturen is het noodzakelijk dat men de wetmatigheden daarvan kent (Talsyna 1972, Matyushkin 1971).

Voordat men de leerprocessen van mentale handelingen kan gaan sturen, moet men daarom eerst de wetmatigheden daarvan bestuderen. Dit laatste is volgens Skinner niet mogelijk (en ook niet nodig), aangezien mentale handelingen niet observeerbaar zijn voor meerdere onafhankelijke observatoren.

### *Gal'perin*

Hoewel Gal'perin op het punt van de observeerbaarheid van mentale handelingen niet van mening verschilt met Skinner, gaat hij er van uit dat het mogelijk is uit het uitwendig handelen af te leiden of een bepaalde mentale handeling is verworven. Dit berust op de aanname dat er een functionele betrekking bestaat tussen mentale en uitwendige handelingen. Mentale handelingen hebben volgens Gal'perin voor de mens een *oriënterende functie*. D.w.z. de mens kan door het denken van een handeling 'in het hoofd' zich veranderingen in een situatie voorstellen en op die manier nagaan welke de mogelijke gevolgen zijn van een uitwendige handeling. Onder *oriëntering* wordt verstaan, het analyseren (verkennen) van de voorhanden zijnde gegevens met het oog

op een bepaalde doelstelling. Bijv. wanneer iemand  $x$  moet oplossen in de vergelijking  $x^2 + x = 12$  dan moet hij eerst vaststellen om welk type vergelijking het gaat en vervolgens de juiste bewerkingen bepalen. Na deze oriënterende activiteit kan hij de gewenste berekeningen uitvoeren. Stel dat dit met behulp van potlood en papier gebeurt, zodat we de verschillende stappen die gedaan zijn kunnen zien, dan is het in principe mogelijk vast te stellen welke mentale handelingen tevoren door de persoon in kwestie moeten zijn voltrokken (het bepalen van het type vergelijking en van de bewerkingen). Het zal duidelijk zijn dat het in de praktijk doorgaans niet eenvoudig is om problemen te construeren, aan de hand waarvan met enige zekerheid kan worden vastgesteld of bepaalde mentale handelingen al dan niet zijn uitgevoerd (vgl. Landa 1972).

Gal'perin benadert dit probleem dan ook anders. Hij heeft een theorie opgesteld over het ontstaan van mentale handelingen. Uitgangspunt is dat *elke* handeling een doelgericht veranderen aan objecten is. Bijv. het openen van een deur betekent een verandering aan het materiële object (ding) 'deur'. De uitwendige handeling die deze verandering bewerkstelligt wordt een *materiële* handeling genoemd.

Mentale handelingen houden de veranderingen in aan niet-materiële objecten, zoals voorstellingen en begrippen (bijv. mathematische bewerkingen). Volgens Gal'perin zijn voorstellingen en begrippen waaraan bepaalde handelingen kunnen worden voltrokken niet iets specifiek persoonlijks (al hebben ze natuurlijk wel persoonlijke elementen). Ze zijn gevormd door de menselijke gemeenschap op basis van verschijnselen in de materiële werkelijkheid. Het fysische begrip kracht bijv. is een streng omschreven entiteit, die als zodanig door meerdere mensen wordt gekend.

Dit begrip bestaat dus onafhankelijk van het bewustzijn van een bepaalde persoon. Dit betekent dat de mentale objecten (voorstellingen en begrippen), die in het onderwijs moeten worden overgedragen op de leerlingen, objectief beschrijfbaar zijn. De mentale handelingen die aan een bepaald mentaal object kunnen worden voltrok-

ken, hangen samen met de eigenschappen van dat object. Essentieel in de redenering van Gal'perin is nu, dat de eigenschappen van mentale objecten, geabstraheerde en gegeneraliseerde eigenschappen zijn van materiële objecten. De mentale handelingen vormen een soort afgeleide van materiële handelingen. In de omgang met de dingen leert het subject, dat bepaalde eigenschappen van objecten samenhangen met bepaalde handelingsmogelijkheden (alle ronde dingen kan men laten rollen, ongeacht hun kleur). Echter deze eigenschappen zijn verbonden met concrete materiële objecten en vormen derhalve nog geen mentale objecten. Mentale objecten ontstaan pas wanneer de algemene eigenschappen worden losgemaakt (geabstraheerd) uit het concrete. Een dergelijke abstractie wordt volgens Gal'perin mogelijk gemaakt door het gebruik van symbolen (taal). Eerst worden daartoe de materiële handelingen vervangen door *verbale* handelingen d.w.z. handelingen die worden voltrokken in hardop gesproken woorden. Vervolgens worden de verbale handelingen uitsluitend 'in het hoofd' uitgevoerd. Tenslotte ontstaan de mentale handelingen uit dit spreken voor zich zelf.

Op grond van deze theoretische overwegingen heeft Gal'perin didactische materialen en werkvormen ontwikkeld. In de praktijk werd nagegaan voor een aantal vakken (rekenen/wiskunde, grammatica, elementaire natuurkunde, technisch onderwijs) hoe de vereiste mentale handelingen optimaal aangeleerd konden worden.

Door de activiteiten van de leerlingen zorgvuldig te sturen bleek het mogelijk om volgens de boven geschetste ontwikkeling stap voor stap mentale handelingen op te bouwen. De resultaten van dit onderzoek overtreffen iedere verwachting. Zo is het onderzoeksteam er in geslaagd kinderen van ongeveer acht jaar logische principes te leren. Uit allerlei controlevragen bleek zonneklaar dat de kinderen deze principes ook werkelijk begrepen.

De bij dit onderwijs algemeen gevolgde procedure ziet er als volgt uit.

### 1. De oriënteringsfase

Het doel van deze fase is om de leerlingen voor te

bereiden op de uitvoering van materiële handelingen in de volgende fase. De leerlingen moeten in veel gevallen nog leren zich te oriënteren op het leer materiaal met het oog op de uit te voeren handelingen. Op welke kenmerken van het materiaal moet worden gelet, welke indicaties moeten worden gebruikt voor het uitvoeren van een bepaald handelingsonderdeel e.d.

## 2. De materiële handeling

In deze fase wordt de uitvoering van de materiële handeling geleerd en geoefend. Men kan, aldus Gal'perin, een nieuwe handeling niet leren op grond van informatie over de handeling alleen, maar men moet hem ook uitvoeren. De informatie over de handeling is noodzakelijk om zoveel mogelijk fouten te voorkomen (Gal'perin is een fervent tegenstander van fouten tijdens het leerproces); de uitvoering van de handeling is nodig om de handeling zelf te leren beheersen. Bovendien kan bij een volledige uitvoering van de materiële handeling worden gecontroleerd of een leerling zich op de juiste wijze oriënteert aan het materiaal. Wanneer men een kind wil leren rekenen, dan blijkt het noodzakelijk hem eerst het begrip 'eenheid' te leren. Dit kan worden bereikt door het kind te leren meten met allerlei verschillende soorten maten. Het kind ontdekt dan, dat 'één' niet wil zeggen een ding, maar een maateenheid. Langs deze weg kan het abstracte getalbegrip worden opgebouwd (Gal'perin, 1972). I.p.v. met voorwerpen kan een materiële handeling ook worden uitgevoerd aan afbeeldingen en schemata.

## 3. De verbale handeling

In deze fase moet de leerling leren z'n handelingen verbaal te formuleren, terwijl geen materiële objecten meer worden gebruikt. Het is daarbij van belang dat hij zodanig formuleert, dat dit ook voor anderen duidelijk is. Het gaat erom dat de leerling kan toetsen bij de volwassene (docent) of de verbale handelingen correct worden uitgevoerd. Hij wordt daarbij geconfronteerd met de eisen van het objectief-logische denken.

## 4 en 5. Inwendig spreken en mentale handeling

In deze twee fasen wordt de uitwendige handeling overgebracht op een innerlijk plan. Eerst spreekt de leerling nog uitvoerig voor zich zelf (niet meer hardop), tenslotte krijgt dit spreken een steeds fragmentarischer karakter en ontwikkelt zich het mentale handelen.

## Slotwoord

We hopen in het voorafgaande een enigszins duidelijk beeld te hebben geschetst van het werk en het denken van Skinner en Gal'perin. We merken nog op, dat de uitgebreide informatie over Gal'perin is te vinden in het boek 'Sovjetpsychologen aan het woord' (Van Parreren en Carpay 1972). Als belangrijkste overeenkomsten tussen de door de beide onderzoekers ontwikkelde programma's kunnen we aanmerken:

1. de programma's zijn er op gericht, dat de leerlingen zomin mogelijk fouten maken;
2. centraal staan de activiteiten van de leerlingen zelf;
3. het gewenste eindgedrag wordt stap voor stap opgebouwd;
4. de opeenvolging van stappen en de inhoud daarvan zijn in empirisch onderzoek geverifieerd;
5. het doel is d.m.v. sturing van de onderwijsleerprocessen deze processen optimaal te laten verlopen;
6. de programma's zijn gebaseerd op leerpsychologische overwegingen, doch de uitwerking daarvan berust op onderzoek in de klas.  
De belangrijkste verschillen zijn:
  1. Skinner werkt uitsluitend met leraar-vrije cursussen, terwijl Gal'perin juist het grootste belang hecht aan de samenwerking tussen leerling en leraar in een onderwijssituatie (waarbij bepaalde onderdelen gerust leraar-vrij kunnen zijn);
  2. beide onderzoekers denken vanuit een totaal verschillende theoretische achtergrond; Skinner houdt zich daardoor alleen bezig met het opbouwen van uitwendig gedrag (en neemt aan

dat dit voldoende is); Gal'perin daarentegen acht de opbouw van mentale handelingen noodzakelijk om een maximale generaliseerbaarheid van het uitwendig gedrag naar nieuwe situaties te bewerkstelligen;

3. Skinner begint leraar-vrij terwijl Gal'perin leraar-vrij wil eindigen d.w.z. de programma's moeten zodanig zijn ingericht dat de docent zich zelf uiteindelijk overbodig maakt, doordat de leerling zelfstandig is geworden.

### Literatuur

Gal'perin, P. J., (1972) Het onderzoek van de cognitieve ontwikkeling van het kind. *Pedagogische Studiën* 97 441-454.

Jong J. de (1972) Leerpsychologie en geprogrammeerde instructie.

In C. F. van Parreren en J. Peeck (Eds.), *Informatie over leren en onderwijzen*. Wolters-Noordhoff Groningen p.p. 55-89.

Landa, L. N., (1972) Diagnostiek en geprogrammeerde instructie. In C. F. van Parreren en J. A. M. Carpay (Eds.), *Sovjetpsychologen aan het woord*. Wolters-Noordhoff Groningen p.p. 290-310.

Matyushkin, A. M., (1971) Psychological problems in programmed instruction. *Soviet psychology*, 10, 128-154.

Parreren, C. F. van en Carpay, J. A. M., (1972) *Sovjetpsychologen aan het woord*, Wolters-Noordhoff Groningen.

Rookhuijzen, R. F. van, (1972) Het effect van de kognitieve structuur en het versterkingsprincipe op de leerprestatie en de juistheidservaring in een lineair leerprogramma. Doktoraalskriptie. Subfaculteit Psychologie, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Skinner B. F. (1954) The Science of learning and the Art of Teaching. *Harvard Educational Rev.*, 24, 86-97.

Talysina, N. F., (1972) Theoretische Probleme des programmierten Unterrichts. In J. Lompscher (Ed.), *Probleme der Ausbildung geistiger Handlungen*. Berlin. p.p. 261-311.