

Algoritmen en aanschouwelijke schema's in het grammatica-onderwijs*

MIRIAM A. D. WOLTERS

Instituut voor Pedagogische en Andragogische Wetenschappen, afdeling Ontwikkelingspsychologie aan de R.U. te Utrecht

Samenvatting

In dit onderzoek hebben we de functie van een werkalgoritme vergeleken met de functie van een structuur-algoritme en een aanschouwelijk schema.

Het werkalgoritme is een algoritme waarin behalve aan de logische ook aan de psychologische aspecten aandacht is besteed. Dit in tegenstelling tot een structuur-algoritme dat alleen op de logische aspecten de nadruk legt. Het onderzoek is gedaan in aansluiting op een onderzoek van Kuljutkin en Suchobskaja, waarin geconcludeerd werd, dat een aanschouwelijk schema als methode om automatiseringsvaardigheden aan te leren beter functioneerde dan een algoritme. Een algoritme zou vanwege het stapsgewijze karakter belemmerend werken. Op grond van de gegevens uit het onderzoek van K. en S. hebben we een werkalgoritme kunnen samenstellen.

Het algoritme dat K. en S. gebruikt hebben in hun onderzoek, hebben we structuur-algoritme genoemd. Het gaat zowel in het onderzoek van K. en S. als in ons onderzoek om het aanleren van dezelfde grammatika-regel. Op grond van de resultaten uit ons onderzoek moeten we concluderen:

- a. dat het werkalgoritme een goede methode is om automatiseringsvaardigheden aan te leren, dit in tegenstelling tot het structuur-algoritme,*
- b. dat het aanschouwelijk schema in principe dezelfde functie heeft als een werkalgoritme.*

1. Inleiding

Met name in het basisonderwijs is het een veel voorkomend probleem, dat leerlingen moeite hebben met het onderbrengen van objecten in

klassen. Dat wil zeggen met de beantwoording van de vraag: Hoort object A tot klasse A?

Ter illustratie een voorbeeld uit het grammatica-onderwijs.

In de volgende drie samengestelde zinnen gaat het om het plaatsen van een punt of een vraagteken achter de zin.

1. Ik vroeg hem: 'Waar ga je vanmiddag voetballen'
2. Ik vroeg hem, waar hij vanmiddag ging voetballen
3. Vroeg je hem, waar hij vanmiddag ging voetballen

Wanneer we de vraag: Hoort object A tot klasse A? voor deze zinnen herformuleren, dan wordt het: Behoort zin 1 tot een klasse van zinnen waar een vraagteken achter gezet dient te worden? Hetzelfde geldt voor zin 2 en zin 3.

Om een antwoord te kunnen geven op deze vraag is het noodzakelijk dat we de kenmerken weten van de klasse zinnen waar een vraagteken achter geplaatst wordt. Kortom, we moeten de klasse zinnen waar we een vraagteken achter plaatsen identificeren.

Lev N. Landa ziet het gebruik van een algoritme als een praktisch hulpmiddel bij het identificeren van klassen (Landa, 1969). Onder een algoritme verstaat hij: Een voorschrift dat de elementaire

* Dit artikel is geschreven naar aanleiding van een doctoraalscriptie onder supervisie van Drs. J. de Jong (Psych. Lab. R.U. te Utrecht) en Drs. L. des Tombe (Inst. voor Algemene Taalwetenschappen R.U. te Utrecht).

operatie aangeeft, die in volgorde en in hun afhankelijkheid van in het voorschrift genoemde voorwaarden uitgevoerd moeten worden. Elementair wil zeggen feilloos en vlot realiseerbaar.

De definitie die Landa van een algoritme geeft sluit niet uit dat een algoritme een subjectief karakter kan hebben, d.w.z. in principe alleen door mensen (en niet door een machine) uitvoerbaar is. Naast formele operaties aan symbolen, kan een algoritme ook inhoudelijke, semantische, operaties bevatten, mits ze maar feilloos en vlot realiseerbaar zijn.

Het begrip elementair dient niet absoluut gezien te worden, maar geldt slechts voor bepaalde personen en op een bepaald moment.

Bij voorbeeld 'Zoek het onderwerp van de zin' zou een opdracht kunnen zijn die niet voor iedereen een elementaire operatie is. Alleen het kind dat geleerd heeft het onderwerp in de zin te bepalen en deze handeling als vaardigheid beheerst, kan feilloos en vlot de opdracht uitvoeren. Alleen voor dat kind is de gevraagde operatie elementair.

Een belangrijke factor die dus een rol speelt is de cognitieve ontwikkeling. Afhankelijk van de cognitieve ontwikkeling van het kind zal de ene operatie wel elementair zijn, de andere niet.

Landa is een voorstander van het gebruik van algoritmen in het onderwijs. Creatief denken vereist volgens hem noodzakelijkerwijs, dat men bepaalde operaties die een technische of instrumentele functie vervullen, automatisch beheerst. Hij legt vooral de nadruk op het feit dat een algoritme logisch en consequent moet zijn. We zullen in het vervolg spreken van een logisch structuur-algoritme of kortweg structuur-algoritme, wanneer we het hebben over het algoritme zoals dat door Landa bedoeld wordt.

Twee andere Russische psychologen I. N. Kuljutkin en G. S. Suchobskaja uit Leningrad zien naast het algoritme ook andere mogelijkheden om technische vaardigheden aan te leren.

In 1967 hebben zij een onderzoek verricht, waarin zij twee aanbiedingswijzen van boven-

genoemde grammatica-regel (vraagteken of punt zetten) vergeleken (Kuljutkin en Suchobskaja, 1969)¹. De ene aanbiedingswijze bestond uit een structuur-algoritme, de andere uit een aanschouwelijk schema. Zowel het structuur-algoritme als het aanschouwelijk schema zijn rationele schema's. Bij het structuur-algoritme ligt de nadruk op het verbaal stapsgewijze weergeven van de handelingsstructuur. Bij het aanschouwelijk schema daarentegen, ligt de nadruk op de visuele (schematische) weergave van de handelingsstructuur. Vergelijk figuur 1 en figuur 2.

Het tweede deel van hun onderzoek bestond uit een individueel experiment. De bedoeling hiervan was om meer inzicht te krijgen in het verloop van dit leerproces. Zij kwamen tot de conclusie dat de aanbiedingswijze met het aanschouwelijk schema een kortere weg naar de te bereiken eindhandelingsstructuur mogelijk maakte.

Na een grondige analyse van dit tweede gedeelte van het onderzoek van Kuljutkin en Suchobskaja (zie hiervoor: Het Utrechtse schoolonderzoek), kwamen we tot de volgende overwegingen:

- Als het aanschouwelijk schema over het algemeen genomen beter aansluit bij het optimale leerproces, waar ligt dan de oorzaak?
- Volgens K. en S. ligt de oorzaak daarvan in de verschillen qua structuur tussen de twee aanbiedingswijzen. Het structuur-algoritme zou te veel de nadruk leggen op de successieve stappen die nodig zijn om tot een oplossing te komen. Daardoor zou het proces vertraagd worden en automatisering van de vaardigheid belemmerd worden.
- De argumentering van K. en S. kon ons niet overtuigen. Naar ons idee behoeft het successieve karakter van een algoritme de automatisering van een vaardigheid niet te belemmeren. Zou de oorzaak niet kunnen liggen in het speciaal voor dit onderzoek gekonstrueerde algoritme, nl. het structuur-algoritme? De vraag is of dit structuur-algoritme voldoende psychologische mogelijkheden biedt voor een optimaal procesverloop.

- Zoals gezegd, moet het algoritme volgens Landa (structuur-algoritme) logisch en consequent opgebouwd zijn. Dit betekent echter wel dat hij zich weinig bekommert om de psychologische realisering van de rationele schemata. Op grond van deze overwegingen hebben we getracht een zgn. psychologisch werkalgoritme (kortweg werkalgoritme) te konstrueren.
- Dit werkalgoritme zou dan, ondanks de succesieve structuur ervan, toch het optimale procesverloop moeten garanderen.

Op grond hiervan zouden wij, in het gunstigste geval, de volgende resultaten mogen verwachten:

- a. een verschil tussen de konditie, waarbij gebruik gemaakt wordt van een werkalgoritme en/of aanschouwelijk schema enerzijds, en de structuur-algoritme konditie anderzijds.
- b. geen verschil tussen de werkalgoritme-konditie en de konditie waarbij een aanschouwelijk schema gehanteerd wordt.

2. *Het Utrechtse schoolonderzoek*

Het onderzoek is opgezet om drie methoden, waarmee bovengenoemde grammatikaregel aan te leren is, te vergelijken. De drie methoden zijn: een methode met behulp van een structuur-algoritme

een methode met behulp van een werkalgoritme
een methode met behulp van een aanschouwelijk schema.

Het leek ons noodzakelijk om, alvorens met dit onderzoek te beginnen, een vooronderzoek te doen om na te gaan of opgaven, analoog aan die van Kuljutkin en Suchobskaja, zin hebben voor het Nederlandse grammatica-onderwijs. En zo ja, welke leerlingen uit welke klas van het Nederlandse basisonderwijs het meest geschikt zijn als proefpersonen in dit onderzoek.

Daartoe hebben de leerlingen van een 5e klas en een 6e klas van een basisschool de in het Nederlands vertaalde, en aan de Nederlandse situatie aangepaste zinnen uit het experiment van

Kuljutkin en Suchobskaja voor zich gekregen met de instructie achter iedere zin óf een punt óf een vraagteken te zetten. Gescoord werd het aantal fouten over de tien zinnen.

De resultaten lieten zien dat leestekenfoutenpercentage voor de 5e en 6e klas respectievelijk 30 en 17% was. Uit de grootte van deze foutenpercentages hebben we geconcludeerd dat:

- a. een onderzoek analoog aan dat van Kuljutkin en Suchobskaja zin heeft voor het Nederlandse grammatica-onderwijs.
- b. leerlingen van de 5e klas van het basisonderwijs de meest geschikte proefpersonen zijn voor dit onderzoek.

2.1 *Methode*

Aan het experiment hebben vier 5e klassen ($n = 116$) en twee 6e klassen ($n = 48$) deelgenomen. Om vier vergelijkbare groepen samen te stellen werden in iedere klas op dezelfde manier als in het vooronderzoek, de vertaalde en aangepaste Russische zinnen gegeven met de instructie óf een punt óf een vraagteken te zetten achter iedere zin. Aan de onderwijzer(es) van iedere klas werd gevraagd de leerlingen uit de klas te ordenen naar zwak, middelmatig en goed. Op basis van deze gegevens, het aantal leestekenfouten en het oordeel van de klasseonderwijzer, werd iedere klas in vier vergelijkbare subgroepen onderverdeeld.

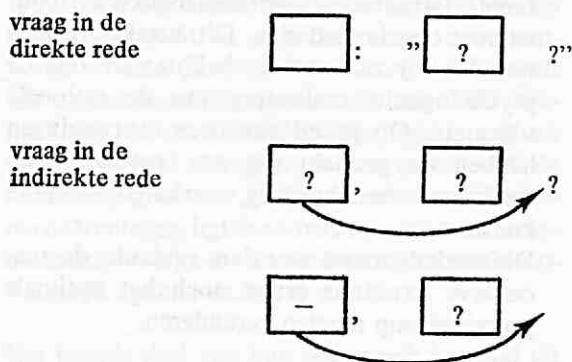
Voordat we ingaan op de procedure tijdens het experiment eerst iets meer over de zinnen en de verschillende aanbiedingswijzen die gebruikt werden.

In het experiment werden de volgende twaalf zinnen gebruikt:

1. Kees vroeg aan zijn vrienden: 'Hoe zullen we naar het zwembad gaan'
2. De juffrouw vraagt, waarom de jongens te laat gekomen zijn
3. Piet wilde weten, waarom de voetbalwedstrijd uitgezonden zou worden
4. Weten jullie, in welke tijd van het jaar de kinderboekenweek is

5. Hebben jullie je tante gevraagd, waar zij vandaan komt
6. Het jongetje zei tegen de postbode: "Waar hebt u geslapen"
7. Kunnen jullie al raden hoe het verhaal afloopt
8. Iedereen heeft mij gevraagd, waar jij gaat wonen
9. Het meisje vroeg aan de groenteboer: "Waar komen de cocosnoten vandaan"
10. Vroeg Jan, hoe laat het was
11. Het meisje begreep, waarom haar vriendin zo kwaad was
12. De agent zei tegen de oppasser: "Bij welk nummer horen de olifanten"

Figuur 1. Het aanschouwelijk schema.

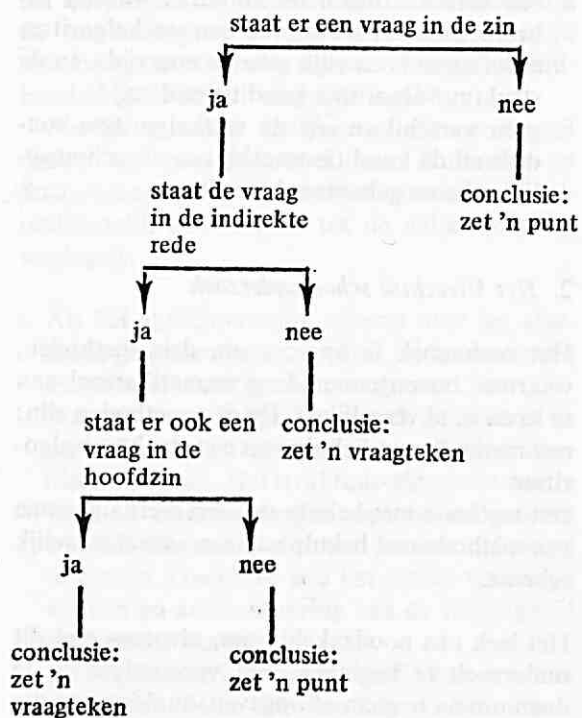


Figuur 2. Het structuraalgoritme.

Behalve naar zinnen in de direkte en de indirekte rede is er ook onderscheid gemaakt naar zinnen waarin het werkwoord *vragen* wel en waarin het werkwoord *vragen* niet aanwezig is. Dit komt omdat we het idee hadden dat het gebruik van het werkwoord *vragen* als faktor van belang zou kunnen zijn.

In schema ziet het er als volgt uit: De cijfers verwijzen naar de nummers van de zinnen.

	werkwoord vragen gebruikt	werkwoord vragen niet gebruikt
indirekte vraag met vragende hoofdzin	5,10	4,7
indirekte vraag	2,8	3,11
direkte vraag	1,9	6,12



2.2 De drie aanbiedingswijzen

Wij bespreken eerst de twee aanbiedingswijzen die Kuljutkin en Suchobskaja in hun onderzoek gebruikt hebben, n.l. het aanschouwelijk schema en het structuraalgoritme.

Kuljutkin en Suchobskaja hebben een klassikaal onderzoek gedaan om de twee bovengenoemde aanbiedingswijzen met elkaar te vergelijken. De

resultaten lieten geen verschil zien tussen de twee aanbiedingswijzen. In aansluiting hierop hebben ze een aanvullend individueel onderzoek gedaan in de hoop wat meer inzicht te krijgen in het procesverloop dat samen zou gaan met respectievelijk het aanschouwelijk schema en het structuraalgoritme als aanbiedingswijze.

Op grond van het individuele experiment kwamen zij tot de konklusie dat de proefpersonen die met het aanschouwelijk schema werkten, bij de beslissing welk leesteken ze zouden zetten, veelal een criterium (A) hanteerden dat meer kans van slagen bood dan de overige criteria.

Kriterium (A) bestaat uit twee subcriteria welke in tijd op elkaar moeten volgen.

- a. staat de zin in de direkte of in de indirekte rede? Als de zin in de direkte rede staat kan het vraagteken meteen gezet worden.
- b. is de hoofdzin van een zin in de indirekte rede vragend? In dat geval wordt het vraagteken gezet. Is deze niet vragend dan wordt een punt gezet.

Dit criterium (A) wordt door de ppn. die met het aanschouwelijk schema werkten in 71% van de gevallen gebruikt. Door de ppn. die met het struktuur algoritme werkten in 31% van de gevallen.

Het gebruik van criterium (A) is vooral ook gunstig omdat het hier om een automatiseringsvaardigheid gaat. In staat zijn om snel te identificeren is een faktor die van belang is.

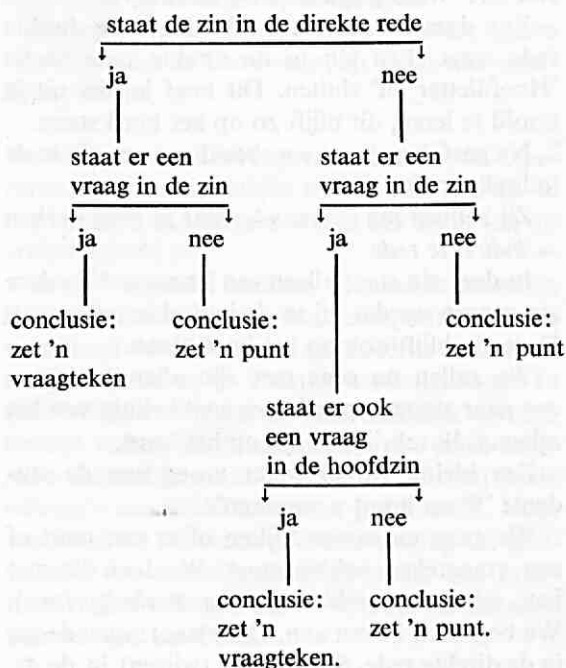
Materiaalfaktoren kunnen dit identifikatieproces versnellen. Een zin in de direkte rede zal sneller herkend worden dan een zin in de indirekte rede. Immers een zin in de direkte rede heeft duidelijk in het oog springende leestekens (: 'hoofdletter') in tegenstelling tot een zin in de indirekte rede. Op grond van criterium (A) en het feit dat de invloed van materiaalfaktoren een rol kan spelen hebben wij een zgn. psychologisch werkalgoritme samengesteld (zie fig. 3).

Naast de drie experimentele groepen (de groepen die werkten met het aanschouwelijk schema, het struktuur algoritme of het werkalgoritme) is er nog een kontrolegroep, een groep die zonder aanbieding van een hulpmiddel de leestekens moest invullen.

2.3 Procedure

Iedere klas werd verdeeld in vier vergelijkbare

Figuur 3. Het werkalgoritme.



groepen. Eén van de groepen (variërend van 5-10 ppn.) werd 's morgens door de proefleider uit de klas gehaald en in een leeg lokaal verzocht achter de tafeltjes (die in de vorm van een rechthoek waren neergezet) te gaan zitten. Het schema (= aanbiedingswijze) en het stencil met de zinnen werden uitgedeeld, met het verzoek er naam en klas op te zetten. Dan volgde de instructie:

'Jullie hebben allemaal een papier voor je met zinnen. Als je goed naar de zinnen kijkt zie je, dat er niets aan het einde van de zin staat. Kunnen jullie je nog herinneren, dat jullie een tijd geleden ook zo'n stencil met zinnen gekregen hebben? . . . Je moest toen achter iedere zin een punt of een vraagteken zetten. Weten jullie dat nog? . . . Daar zijn toen nogal wat fouten mee gemaakt. Nu wil ik eens kijken of jullie het op een andere manier beter kunnen. Jullie hebben dit keer allemaal een schema gekregen. Als we nu dat schema eens bekijken . . . dan zien jullie daar een paar moeilijke woorden staan. Direkte en indirekte rede. Ik zal jullie vertellen wat dat

betekent. Ik schrijf nu een zin op het bord:
Jan zei: 'Waar ga je heen' = *direkte rede*

Van deze zin zeggen we dat hij in de direkte rede staat. Een zin in de direkte rede heeft: 'Hoofdletter en' sluiten. Dit hoef je niet uit je hoofd te leren, dit blijft zo op het bord staan.

Nu geef ik nog een voorbeeld van een zin in de indirecte rede:

Zij hebben mij gevraagd, waar jij ging werken = *indirekte rede*

In deze zin staat alleen een komma. Van deze zin zeggen we dat hij in de indirecte rede staat. Deze zin blijft ook op het bord staan.

We zullen nu eens met zijn allen proberen, een paar zinnen op te lossen met behulp van het schema. Ik schrijf een zin op het bord.

Een kleine Utrechtenaar vroeg aan de student: 'Waar komt u vandaan?'

We gaan nu samen kijken of er een punt of een vraagteken achter moet. We doen dat met het schema (*aanbiedingswijze werkalgoritme*). We beginnen boven aan. Daar staat: staat de zin in de direkte rede. Staat de zin (wijzen) in de direkte rede? . . . Ja . . . Waarom? . . . Dus gaan we verder onder ja.

Daar staat: staat er een vraag in de zin. Staat er een vraag in deze zin? . . . Ja . . . Waar dan? . . . Wat doen we dan? . . . Vraagteken zetten.

(*Aanbiedingswijze aanschouwelijk schema*) We beginnen links. Daar staat onder elkaar: eerst, vraag in de direkte rede, en dan, vraag in de indirecte rede. Is deze zin (wijzen) een vraag in de direkte rede of een vraag in de indirecte rede? . . . Direkte rede . . . Waarom? . . . Dus we moeten in de bovenste regel blijven. In welk deel van deze zin staat de vraag? . . . Het tweede . . . En in welk hokje staat het vraagteken? . . . Ook in het tweede . . . En wat staat er achter de hokjes? . . . Een vraagteken. Wat zetten we dus achter deze zin? . . . Een vraagteken.'

Dit werd op dezelfde manier gedaan met nog drie andere zinnen, nl.:

2. Ik wil graag weten, waar hij deze zomer heen-gaat
3. Michiel vroeg aan zijn buurjongen: 'Ga je mee voetballen?'

4. Hebt u in de krant gelezen, wat er in Amsterdam gebeurd is

Voor de *aanbiedingswijze strukturaalgoritme* vond een analoge instructie plaats.

De controlegroep kreeg alleen de instructie een punt of een vraagteken te zetten achter iedere zin.

2.4 Resultaten

Tabel 1.

<i>Aanbiedingswijze</i>	<i>Leesteken- foutengemiddelde</i>
Aanschouwelijk-schema	1.82
Werkalgoritme	2.00
Kontrolegroep	2.43
Strukturaalgoritme	2.76

1. Er bestaat geen significant² verschil tussen de controlegroep, de aanschouwelijk-schema-groep en de werkalgoritme-groep.
2. De strukturaalalgoritme-groep doet het significant slechter dan de werkalgoritme-groep en de aanschouwelijk-schemagroep.
3. De strukturaalalgoritme-groep doet het significant slechter dan de controlegroep.

Zoals we gezien hebben vonden Kuljutkin en Suchobskaja in hun klassikale onderzoek geen verschil tussen de twee experimentele groepen, maar wel een duidelijk verschil tussen de controlegroep en de experimentele groepen.

Over punt 2 en 3 uit de resultaten waren we zeer tevreden. Voor punt 2 is dat vanzelfsprekend; punt 3 verraste ons tegelijkertijd. Daaruit blijkt nl. dat het strukturaalalgoritme erg belemmerend werkt en wel zodanig, dat de strukturaalalgoritme-groep het significant slechter doet dan de controlegroep, die geen enkel hulpmiddel kreeg.

We vroegen ons echter af, wat de oorzaak was van het resultaat genoemd onder punt 1.

Waarom vonden K. en S. na één training een duidelijk verschil tussen de controlegroep en de experimentele groepen? Naar ons idee kan een aantal factoren dit resultaat verklaren.

K. en S. gaven in hun onderzoek naar algoritmen en aanschouwelijk-schema's aan, dat de proefpersonen relatief vertrouwd waren met dit soort schema's. Dit in tegenstelling tot onze proefpersonen.

Zowel voor de controlegroep als voor de experimentele groep namen K. en S. een volledige zesde klas van de school. Zouden eventuele verschillen tussen die klassen onderling, de gevonden verschillen in resultaten kunnen verklaren?

Wij willen er op wijzen, dat in ons onderzoek gewerkt werd met gematchte groepen uit één bestaande klas.

We hadden het idee dat in ons experiment de ppn. tijdens één training een teveel aan informatie te verwerken kregen. Een tweede training zou deze moeilijkheid kunnen overbruggen.

Resultaten van het na-experiment

Tabel 2.

Aanbiedingswijze	Leesteken-foutengemiddelde
Aanschouwelijk-schema	0.75
Werkalgoritme	1.12
Kontrolegroep	2.43
Struktuur-algoritme	1.81

1. Er is geen significant verschil tussen de aanschouwelijk-schemagroep en de werkalgoritme-groep.
2. De aanschouwelijk-schemagroep doet het significant beter dan de struktuur-algoritme-groep.
3. Er is geen significant verschil tussen de struktuur-algoritme-groep en de controlegroep.
4. De aanschouwelijk-schemagroep en de werkalgoritme-groep doen het significant beter dan de controlegroep.

3. Diskussie

Op grond van de resultaten van het na-experiment kunnen we konkluderen, dat een tweede training inderdaad geleid heeft tot een significant verschil tussen de twee experimentele groepen:

aanschouwelijk-schema en werkalgoritme enerzijds en de controlegroep anderzijds.

De struktuur-algoritme-groep kwam tot betere resultaten dan de controlegroep, maar niet significant betere.

De resultaten van het experiment en het na-experiment spreken duidelijke taal. Welke zijn nu de implicaties voor datgene wat in het begin van dit artikel gesteld is?

Zoals we gezien hebben, bestond er zowel in het experiment als in het na-experiment geen significant verschil tussen de konditie aanschouwelijk-schema en de konditie werkalgoritme. In feite betekent dit, dat er geen duidelijk verschil bestaat tussen het functioneren van beide schema's. Kennelijk wordt er door de ppn. bij beide schema's eenzelfde criterium gehanteerd. Voor ons betekent dit evenwel dat de poging tot konstruktie van een algoritme op grond van criterium A (het optimale procesverloop) als geslaagd kan worden beschouwd.

Met betrekking tot de verwachting: een verschil tussen de konditie werkalgoritme en/of aanschouwelijk schema enerzijds, en de konditie struktuur-algoritme anderzijds, kan het volgende opgemerkt worden:

De werkalgoritme-groep kwam tot betere resultaten dan de struktuur-algoritme-groep, zowel in het experiment als in het na-experiment, in het experiment tot significant betere resultaten.

De groep die het aanschouwelijk schema hanteerde, kwam zowel in het experiment als in het na-experiment tot significant betere resultaten dan de struktuur-algoritme-groep.

Uit deze gegevens kunnen we konkluderen, dat de verklaring van K. en S. voor de door hen gevonden verschillen foutief is. Volgens K. en S. namelijk, was het stapsgewijze karakter van een algoritme in negatieve zin van invloed op de resultaten. De foutieve verklaring van K. en S. blijkt verder nog uit de resultaten van dit onderzoek wat betreft 'schemafouten'.

Schemafouten zijn fouten gemaakt door de ppn. in de gebruikte schema's - aanschouwelijk-schema resp. algoritmen. Behalve het zetten van

Tabel 3

<i>Aanbiedingswijze</i>	<i>Experiment Schemafoutengemiddelde</i>	<i>Na-experiment Schemafoutengemiddelde</i>
Aanschouwelijk-schema	2.25	1.75
Werkalgoritme	2.70	1.25
Struktuur-algoritme	4.41	3.13

een punt of een vraagteken achter de zin werd de ppn. ook gevraagd bij iedere zin de 'route' tot de beslissing d.m.v. kruisjes op het ernaast liggende schema aan te geven; hetwelk gold voor de algoritmen. Werd het aanschouwelijk-schema als hulpmiddel gehanteerd, dan werd de beslissing aangegeven d.m.v. een kruisje achter één van de drie alternatieven. Dit ook voor iedere zin afzonderlijk.

De resultaten gaven het volgende te zien: (zie tabel 3).

Gebleken is, middels de DMRT, dat in het experiment een significant verschil bestond tussen struktuur-algoritme-konditie enerzijds en werkalgoritme- en aanschouwelijk-schema-konditie anderzijds.

Eveneens is gebleken dat in het na-experiment een significant verschil te zien was tussen het struktuur-algoritme en het werkalgoritme, en een net niet significant verschil tussen struktuur-algoritme en aanschouwelijk-schema.

Verder vinden we in het experiment zowel als in het na-experiment – zoals te verwachten was – geen significant verschil tussen de aanschouwelijk-schema-konditie en de werkalgoritme-konditie.

Dit alles ondersteunt de konklusies die getrokken zijn naar aanleiding van de resultaten uit experiment en na-experiment wat betreft de leestekenfouten.

In tabel 3 lezen we tevens dat het werkalgoritme nog tot betere resultaten leidt dan het aanschouwelijk-schema, tenminste wat betreft schemafouten.

Een algoritme kan wel degelijk als methode worden gebruikt zonder dat dit de voortgang van het leerproces in de weg staat. Waarschijnlijk kan

zo'n werkalgoritme het gemakkelijkst als kognitief schema gebruikt worden. Dit impliceert dat handelen via een algoritme intentioneel is. Men kan naar believen over dat handelen beschikken en bovendien is het generaliseerbaar.

Deze voordelen van werkalgoritmen gelden niet onbepaald. Een werkalgoritme, dat ook een subjektief algoritme is, heeft altijd betrekking op bepaalde type regels of opgaven. Het hangt van het belang van het type regel of de opgave af, of het de moeite waard is om er een werkalgoritme voor te leren.

Niet alleen het inhoudelijk aspect van het type regel of opgave moet overwogen worden. Juist de frequentie, waarin een bepaald type regel of opgave binnen het onderwijs voorkomt is belangrijk. Alleen wanneer een bepaald type regel of opgave regelmatig voorkomt, is het zinvol om leerlingen een werkalgoritme te leren.

Met leren wordt hier niet bedoeld 'uit het hoofd leren', maar een leren dat incidenteel plaatsvindt door het herhaaldelijk gebruiken van het algoritme. Het gaat als het ware vanzelf door het kontinu gebruiken.

In de eindfase van het experiment is aan de proefpersonen gevraagd het gebruikte schema te reproduceren. Het doorwerken van de 12 zinnen met behulp van het schema leidde tot een vrijwel korrekte reproductie door:

57% van de ppn. in de konditie werkalgoritme,
48% van de ppn. in de konditie aanschouwelijk schema, en
32% van de ppn. in de konditie struktuur-algoritme.

Dit betekent dat zelfs na het werken met slechts 12 zinnen het schema in een redelijk percentage

van de gevallen al 'geleerd' is.³

Het is opvallend dat in de konditie werkalgoritme een groter percentage proefpersonen het gebruikte 'schema' korrekt reproduceerde, dan in respectievelijk de kondities aanschouwelijk schema en structuur-algoritme.

Er zijn echter nog twee factoren die een rol spelen bij de beslissing of een bepaald werkalgoritme in het onderwijsprogramma moet worden opgenomen. Als een werkalgoritme erg ingewikkeld is, zou een niet-algorithmische oplossingswijze wel eens efficiënter kunnen zijn.

We dienen ons echter wel te realiseren welke de nadelige gevolgen kunnen zijn, wanneer iemand een bepaalde regel te langzaam of verkeerd toepast.

In het 'Utrechtse schoolonderzoek' is nader ingegaan op de structuur van de zinnen en het gebruik van het werkwoord *vragen* daarbij. Er werd verondersteld dat het gebruik van het werkwoord 'vragen' van belang zou kunnen zijn.

Vraagzinnen in de indirecte rede, waarin het werkwoord *vragen* gebruikt wordt, bleken moeilijker gevonden te worden dan vraagzinnen in de indirecte rede, waarin het werkwoord 'vragen' niet gebruikt wordt. Deze uitspraak geldt a fortiori voor die indirecte vraagzinnen, waarin de hoofdzin niet vragend is.

Noten

1. Zie voor een samenvatting Van Parreren en Carpay, blz. 128 e.v.
2. Het al of niet bestaan van een significant verschil tussen de leestekenfoutgemiddelden is getoetst met de Duncan Multiple Range Toets (DMRT). Het significantieniveau hebben we aangehouden op 0,05.
3. In het na-experiment is deze reproductie-fase bij gebrek aan tijd niet ingelast.

Literatuur

- Kuljutkin U. N. en Suchobskaja G. S., Het gebruik van aanschouwelijke schema's bij het leren van grammatikale vaardigheden. (in het Russ.) *Voprosy psichologii* 1967 no. 1.
- Landa L. N., *Diagnostik und programmierter Unterricht*. München 1966.
- Landa L. N., *Algorithmierung im Unterricht*. Berlin 1969.
- Landa L. N., Algoritmen en heuristieken in het onderwijs en het programmeren van de denkactiviteiten van de leerlingen, *Pedagogische Studiën* 1970 (47) 293-307.
- Landa L. N., Diagnostiek en geprogrammeerde instructie. In: *Sovjet-psychologen aan het woord*. Groningen 1972, pp. 290-310, Russ. publ. in 1966.
- Parreren, C. F. van, en Carpay J. A. M. (red.), *Sovjetpsychologen aan het woord*. Groningen 1972.