

De ontwikkeling van de intelligentie als mentale aanpassing aan nieuwe situaties

Citation for published version (APA):

Kingma, J., & Tomic, W. (1997). De ontwikkeling van de intelligentie als mentale aanpassing aan nieuwe situaties: Piagets theorie. In W. Tomic, & H. T. van der Molen (Eds.), *Intelligentie en sociale competentie* (pp. 57-80). Open Universiteit.

Document status and date:

Published: 01/01/1997

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

<https://www.ou.nl/taverne-agreement>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

pure-support@ou.nl

providing details and we will investigate your claim.

Downloaded from <https://research.ou.nl/> on date: 24 Apr. 2023

Open Universiteit
www.ou.nl



3

DE ONTWIKKELING VAN DE INTELLIGENTIE ALS MENTALE AANPASSING AAN NIEUWE SITUATIES: PIAGETS THEORIE

J. KINGMA
W. TOMIC

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk ligt het accent op onderzoekers die de kwalitatieve benadering van intelligentie voorstaan. Zij zijn vooral geïnteresseerd in de veranderingen die zich voordoen in de ontwikkeling van de intelligentie. Zij hebben belangstelling voor het type redenering dat bijvoorbeeld de adolescent begint te gebruiken en voor de verschillen in denktrant met een daaraan voorafgaande periode. Bij de kwalitatieve benadering gaat het om processen die ten grondslag liggen aan intelligent functioneren. Men kan op deze manier bijvoorbeeld inzicht verkrijgen in de veranderende manier van probleemoplossen gedurende de menselijke ontwikkeling. Men is niet uitsluitend geïnteresseerd in de score op een test, maar poogt een beschrijving te geven van de basisstructuren en het functioneren van intelligentie. Men bestudeert hoe een kind kennis opdoet over zijn wereld, hoe bij hem de begrippen worden ontwikkeld en hoe het redeneren gehoorzaamt aan bepaalde structurele eigenschappen die beschreven kunnen worden door modellen van de logica en wiskunde. Bij deze benadering is men primair geïnteresseerd in kwalitatieve verschillen in het intelligente gedrag op verschillende leeftijden. Daartoe bestudeert men intra-individuele verschillen in het intelligent functioneren op verschillende leeftijdsniveaus. Uiteraard wordt ook het bestaan van inter-individuele verschillen erkend. In sommige gevallen ziet men deze als een verklaring voor de waarneming dat een bepaalde kwalitatieve verandering in het intelligente gedrag bij de ene persoon vroeger zichtbaar wordt dan bij de andere.

Bij het weergeven van de kwalitatieve benaderingswijze zullen we ons vooral oriënteren op de opvattingen van Piaget en Vygotsky (zie daarvoor hoofdstuk 5).

De term 'cognitie' verwijst naar het geheel van de processen die te maken hebben met het verwerven en begrijpen van kennis, het oplossen van problemen en het anticiperen op resultaten van een uit te voeren handeling. Cognitieve ontwikkeling is te beschrijven als een verandering in het mentale apparaat gedurende de levensloop.

Piagets theorie over de ontwikkeling van de intelligentie is van grote invloed geweest op het denken over de cognitieve ontwikkeling in het algemeen. Om Piaget in de

tijd te kunnen plaatsen, is kennis van de in de jaren twintig heersende 'Zeitgeist' van belang voor het inzicht dat veel Piaget-taken typisch gemeengoed waren van een langere onderzoekstraditie, die nu vrijwel is vergeten.

Reeds aan het einde van de vorige en het begin van deze eeuw werd onderzoek verricht naar de ontwikkeling van het denken bij jonge kinderen. Eén van de vroegste longitudinale studies over de ontwikkeling van het denken werd door Preyer (1882) uitgevoerd bij zijn zoon Axel. Preyer onderzocht het begrip *objectpermanentie*, hetgeen inhoudt of het kind nog weet dat een object aanwezig is als het uit zijn gezichtsveld is verdwenen. Ook bestudeerde en beschreef hij de ontwikkeling van de taal en het begrip hoeveelheid bij zijn zoon. Vanaf de leeftijd van ongeveer één jaar kan het jonge kind bijvoorbeeld onderscheiden of een groepje van vier potloden qua aantal groter is dan een groepje van twee. Preyer (1882, p. 335-337) beschrijft dat 'Axel' op de leeftijd van ongeveer twee jaar en vijf maanden al enige notie had van het begrip 'meer' bij één tot drie objecten. Soortgelijke observaties werden door Binet (1890a) bij zijn dochter en zoon verricht. Stern en Stern (1907) voerden bij hun drie kinderen een dergelijk longitudinaal onderzoek uit als Preyer en zij constateerden dat de kinderen in hun derde levensjaar correct hadden aangegeven welke van twee verzamelingen met elk ten hoogste drie elementen meer elementen bevatte. Decroly en Degand (1912) voerden eveneens een longitudinale studie uit naar de ontwikkeling van hoeveelhedennoties bij het jonge kind. Zij startten hun onderzoek toen het door hen gekozen kind veertien maanden was en beëindigden het onderzoek toen het kind de leeftijd van vier jaar en tien maanden had bereikt. Op ongeveer tweeënhalfjarige leeftijd kon het kind onderscheiden dat drie chocoladepastilles of drie nootjes meer waren dan twee.

Na deze meer individuele studies bij peuters volgden al snel studies over kinderen van de eerste klassen van de basisschool (Descoedres, 1914, 1921). Het object van studie bestond uit de relationele oordelen van de kinderen over de numerieke equivalentie of inequivalentie van twee verzamelingen (vaak rijtjes) van in aantal variërende objecten. Met het stijgen van de leeftijd werd het aantal objecten in de verzameling steeds vergroot.

De eerste publicaties van Piaget over de ontwikkeling van het denken verschenen in de jaren twintig. Geheel in de sfeer van de toen heersende 'Zeitgeist' beschreef hij de ontwikkeling van het denken van zijn kinderen vanaf de geboorte tot de late kleuterjaren. Behalve de verwerving van het correcte oordeel over numerieke relaties (gelijkheid versus ongelijkheid), beschreef Piaget onder meer ook de ontwikkeling van de taal en het morele oordeel. In tegenstelling tot eerdere beschrijvende studies plaatste hij zijn observaties in een coherent theoretisch raamwerk over de ontwikkeling van de intelligentie. Het theoretische raamwerk werd in de loop der jaren door Piaget uitgebouwd en van nieuwe empirische bevindingen voorzien, gebaseerd op grotere groepen kinderen.

Het werk van Binet, dat van grote invloed is geweest op Piagets intelligentietheorie, beschrijven we in paragraaf 2. In paragraaf 3 wordt Piagets levensgeschiedenis in een notendop geschetst. Paragraaf 4 is geheel gewijd aan een beschrijving van Piagets theorie.

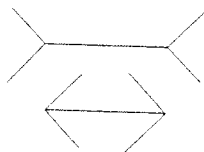
3.2 Binets Invloed op Piagets Intelligentietheorie

Piagets oeuvre over de ontwikkeling van de intelligentie bevat een groot aantal aspecten uit het werk van de Franse psycholoog Alfred Binet, die vooral bekend is geworden door de eerste gestandaardiseerde intelligentietest. Zowel de werkwijze die Binet hanteerde om

het intelligent handelen van kinderen te bestuderen, als de vele experimentele situaties (proefjes) waarin intelligente handelingen werden opgewekt, keren steeds terug in Piagets werk, overigens zonder enige bronvermelding (zie Pollack & Brenner, 1969).

Alfred Binet, geboren in 1857 te Nice in Frankrijk, had evenals Piaget een natuurwetenschappelijke achtergrond. Hij promoveerde aan de Sorbonne in Parijs op een biologisch onderwerp over het zenuwstelsel bij insecten. Tijdens deze studie verdiepte hij zich tevens in de psychologie. Vanaf 1890 publiceerde hij artikelen over de ontwikkeling van de intelligentie bij jonge kinderen (Binet, 1890a, 1890b, 1895a, 1895b, 1903a, 1903b; Binet, & Henri, 1894).

Binet observeerde het gedrag van zijn dochtertje Marguérite en zijn zoontje Armande. Via een vraaggesprek probeerde hij in de redeneertrant van zijn kinderen door te dringen. Ondertussen legde hij het kind verschillende proefjes voor die hij tijdens de vraag-en-antwoordspelletjes steeds manipuleerde. Hierbij ging het hem niet alleen om het correcte antwoord, maar evenzeer om de vraag waarom en hoe een kind tot een correcte of een incorrecte oplossing komt en/of door welke factoren van de proefopzet het kind wordt misleid, enzovoorts. In 1890 onderzocht Binet bij zijn kinderen de waarneming van lengte(verschillen) tussen twee of meer lijnen van verschillende lengte, bijvoorbeeld twee lijnen van respectievelijk 36 en 40 cm en twee van 38 en 40 cm. Hierbij ging het hem om het kleinste lengteverschil tussen de twee lijnen waarbij het kind nog ongelijkheid waarneemt. We zien hierin de voorloper van opgaven over *conservatie van lengte*. Conservatie verwijst naar het inzicht dat één kwantitatief aspect van een object of verzameling elementen, zoals lengte, aantal, hoeveelheid, volume, onveranderd blijft na een vormverandering (transformatie) van het object of de verzameling. Zo worden bij onderzoek naar conservatie van lengte (Binet, 1895a) het kind twee identieke stokjes met dezelfde lengte voorgelegd. De twee stokjes worden met de uiteinden parallel naast elkaar gelegd. Vervolgens wordt het kind gevraagd of de beide stokjes even lang zijn en of er één langer stokje bij ligt. Als het kind erkent dat de beide stokjes even lang zijn, dan worden er aan de uiteinden van het ene stokje naar buiten gerichte pijlpunten gelegd en aan de uiteinden van het andere stokje worden de pijlpunten naar binnen gericht (zie figuur 3.1).



Figuur 3.1: De Müller-Lyer-illusie.

Door de visuele illusie (Müller-Lyer-illusie) lijkt het ene stokje langer dan het andere. Het kind wordt nu gevraagd of beide stokjes van gelijke lengte zijn of dat één van beide stokjes langer is. Het jonge kind zal zich door de visuele illusie laten misleiden en met grote stelligheid beweren dat het ene stokje langer (of korter) is dan het andere stokje. Het oudere kind (ongeveer zes jaar) laat zich echter niet door de visuele illusie misleiden en zal stellen dat de twee stokjes even lang zijn, en argumenteren: 'Het zijn nog steeds dezelfde stokjes' of 'Er zijn alleen hoekjes bijgelegd', enzovoorts.

Op soortgelijke wijze kunnen twee rijtjes met elk evenveel fiches worden gemani-

puleerd. Na vormverandering van één rijtje wordt gevraagd of beide rijtjes evenveel fiches hebben of dat één rijtje er meer heeft (Binet, 1890a). Hier betreft het de vraag naar conservatie van aantal. Ook hier zullen jongere kinderen (jonger dan vijf jaar) veelal stellen dat het langere rijtje meer elementen bevat dan het kortere rijtje. Het kind toont inzicht in het begrip 'conservatie van aantal' indien het erkent dat beide rijtjes, ook na de vormverandering, evenveel elementen bevatten.

Eveneens ging Binet (1890b) na hoe kinderen van verschillende objecten, zoals tafel, lepel, moeder, vader, hoed, de eigenschappen beschrijven. In deze periode van zijn onderzoek stelde Binet (1890a) dat het begrip 'intelligentie' is te bestuderen in de gebieden van het redeneren, het beoordelen en het geheugen. Het gaat hem dan vooral om de kwalitatieve verschillen tussen de intelligentie van kinderen en volwassenen.

De methode en het terrein van Binets onderzoek bij jonge kinderen is een populair onderzoeksthema bij veel onderzoekers rond de eeuwwisseling (Kingma, 1981). In de intelligentietest van Binet en Simon (1905) is een aantal onderdelen (proefjes) in verschillende testitems ondergebracht. Zo treffen we onder andere aan: conservatie van lengte, de Müller-Lyer-illusie, het benoemen van objecten, vocabulaire-items, het ordenen (seriëren) van vijf blokken volgens toenemend gewicht. Er zijn ook testitems die een verdere bewerking zijn van proefjes uit zijn voorafgaande werk.

Binets experimentele bijdragen aan de kwalitatieve ontwikkeling van de intelligentie zijn echter veelal in de vergetelheid geraakt. In 1911 overleed hij. De verdere standaardisatie en validatie van de intelligentietest werd door zijn co-auteur Simon voortgezet. Binet kreeg vooral bekendheid door de eerste intelligentietest.

3.3 Jean Piaget

Jean Piaget werd op 9 augustus 1896 in Neuchâtel (Zwitserland) geboren. In 1918 promoveerde hij op een biologisch onderwerp over de aanpassing (adaptatie) van slakken aan de leefomstandigheden in enkele Zwitserse meren. Het onderwerp van adaptatie loopt als een rode draad door zijn verdere studie naar de ontwikkeling van de intelligentie. Tijdens zijn biologiestudie was Piaget geïnteresseerd geraakt in meer filosofische onderwerpen over kernvragen wat kennis of weten is (epistemologie). Na zijn promotie in 1918 vestigde Piaget zich in het begin van de jaren twintig in Parijs om zich aan de Sorbonne te verdiepen in het verschijnsel intelligentie. In deze periode maakte hij kennis met het werk van de toen al overleden Binet. Tijdens zijn verblijf in Parijs werkte hij naast zijn studie als onderzoeksassistent bij Simon, de co-auteur van Binet (Binet & Simon, 1922).

Piaget kreeg als opdracht een test, gebaseerd op syllogismen, te standaardiseren voor kinderen in de leeftijdsgroepen van 5 en 6 jaar. Een voorbeeld van een syllogisme is:

- Socrates is een mens. (premissie);
- Alle mensen zijn sterfelijk. (premissie);
- Socrates is sterfelijk. (conclusie).

Tijdens het afnemen van de testitems raakte Piaget geïnteresseerd in de vraag waarom kinderen op deze items foutieve antwoorden gaven. Piaget ontwikkelde toen een onderzoeksstrategie waarmee hij tot de kern van het intelligente handelen meende door te dringen. Deze tweeledige methode bestond ten eerste uit het vaststellen van het prestatieniveau (performance) in het oplossen van problemen (problem solving). Het tweede aspect van Piagets

methode (Piaget, 1926) bestond uit het analyseren van de ontwikkeling van begrippen bij kinderen (conceptformatie). Hierbij ging het hem er vooral om te traceren hoe het kind een bepaald probleem oplost. Welke strategie hanteert het kind, welke aspecten van de opgave (vraag) worden door het kind in ogenschouw genomen, enzovoorts. Piaget hanteerde in zijn onderzoek een psychologische interviewtechniek, die de klinische methode wordt genoemd. De onderzoeker ontlokt antwoorden aan het kind door gerichte vragen te stellen met de bedoeling de denkstappen in het redeneren te achterhalen.

Tijdens zijn verblijf in Parijs publiceerde Piaget een aantal artikelen van hoog niveau over de kinderlijke intelligentie (Piaget, 1920, 1921, 1922, 1923a, 1923b). Een aantal van deze artikelen werd gelezen door Edouard Claparède, de belangrijkste Zwitserse psycholoog van die dagen. Claparède was zo onder de indruk dat hij Piaget het directoraat aanbood van een onderzoekscentrum, het Rousseau Instituut in Genève. De research die Piaget in de beginjaren aan het Rousseau Instituut verrichtte, ging over meer sociale aspecten van de intellectuele ontwikkeling, zoals morele oordelen en concepten, hoe denkt het kind over zijn/haar omgeving en over taal en denken van het kind. Piaget trouwde met Valèrine Chatenay. Uit dit huwelijk werden drie kinderen geboren: Jacqueline, Lucienne en Laurent. Gedurende hun baby-, peuter- en kleuterjaren in de periode tussen 1925 en 1933, onderzocht Piaget hoe zij verschillende problemen oplosten. Het boek met de veelzeggende titel *De oorsprong van de intelligentie* verscheen in 1936 en gaat over het ontstaan van intelligentie in de eerste twee levensjaren. Enkele andere boeken waarin het accent meer op de ontwikkeling van kwantitatieve begrippen ligt (aantal, conservatie, classificatie, enzovoorts) werden aan het einde van de jaren dertig en begin jaren veertig in het Frans gepubliceerd. Pas in de jaren vijftig werden deze boeken in het Engels vertaald. Piaget kreeg hierdoor vooral grote bekendheid bij cognitief georiënteerde ontwikkelingspsychologen. Tot zijn overlijden op 16 september 1980 publiceerde Piaget samen met zijn collega's een genoeg niet te overziene reeks boeken en artikelen die van beslissende invloed zijn geweest op de identiteit van de westerse ontwikkelingspsychologie (Kingma & Koops, 1988).

3.4 Piagets grondgedachten over intelligentie

3.4.1 Structuur en functie van intelligentie

Volgens Piaget zijn er inzake intelligentie twee nauw aan elkaar gerelateerde aspecten te onderscheiden: de functie en de structuur van het intelligente handelen. De term 'structuur' verwijst naar een abstract begrip: een georganiseerde totaliteit waarbinnen de relaties tussen de elementen duidelijk zijn gedefinieerd. Ogenschoonlijk verschillende intelligente handelingen zijn volgens Piaget met een algemene abstracte structuur te beschrijven. De vraag is hoe we kunnen vaststellen of aan het intelligente handelen van een kind een bepaalde cognitieve structuur ten grondslag ligt. De aanwezigheid van een specifieke structuur wordt vastgesteld of gemeten door het kind taken, problemen of opgaven voor te leggen die een beroep doen op intelligente handelingen welke kenmerkend zijn voor een bepaald ontwikkelingsniveau.

'From the standpoint of measurement, Piaget's cognitive structures are the common properties of the intelligent acts of a given stage of mental growth.'

(Brainerd, 1978, p. 19).

Dit houdt in dat de aanwezigheid van een algemene structuur van intelligent handelen *indirect* wordt afgeleid door zowel het *resultaat* van de oplossing van een opgave te beschouwen als de *wijze waarop* het kind tot de oplossing komt. Brainerd (1978, p. 19) gebruikt een treffende analogie uit de linguïstiek, waarmee duidelijk wordt hoe een abstracte structuur is te typeren. Neem de volgende vier zinnen: 'Jim pushed John', 'Fido bit Mary', 'Mother spanked Tom' en 'Teacher praised Dick'. Elk van de vier zinnen stelt iets anders voor. Toch ligt aan deze vier zinnen één algemene structuur ten grondslag, namelijk: onderwerp, gezegde en lijdend voorwerp. Door middel van een meer abstracte structuur is dus op het oog een veelheid van verschillende handelingen te typeren.

Tijdens zijn verblijf in Parijs kwam Piaget tot de conclusie dat de discrepantie tussen het denken van een volwassene en dat van een kind toe te schrijven was aan het feit dat zij verschillende strategieën hanteren bij het oplossen van syllogismen. De ontwikkeling van de intelligentie is te beschrijven in termen van kwalitatieve veranderingen van de cognitieve structuren. De ontwikkeling vertoont een invariante, dat wil zeggen: voor elk individu dezelfde opeenvolging in kwalitatief verschillende stadia. Piaget onderscheidt de volgende vier stadia: het sensomotorische, het pre-operationele, het concreet-operationele en het formeel-operationele stadium. In elk van de te onderscheiden opeenvolgende ontwikkelingsstadia ligt aan het intelligent handelen een kwalitatief andere en steeds complexere structuur ten grondslag. Elk ontwikkelingsstadium wordt getypeerd door zijn eigen structurele kenmerken. Er is dus sprake van een structurele reorganisatie van het intelligent handelen in de loop van de cognitieve ontwikkeling.

Alhoewel het intelligent handelen kwalitatief verschillend is in de opeenvolgende ontwikkelingsstadia, is de functie van de intelligentie in de verschillende stadia identiek. Het handelen en het denken van een kind en de volwassene vertonen een functionele overeenkomst. De functie van de intelligentie betreft volgens Piaget (1957) de tendentie naar *organisatie* en *adaptatie*.

De cognitieve structuren die zich vormen, zijn een manifestatie van de organisatiefunctie van de intelligentie. Volgens het principe van de organisatie is elke intelligente handeling gerelateerd aan andere intelligente handelingen. Alhoewel de cognitieve structuren in de loop van de ontwikkeling veranderen, is de tendentie naar organisatie volgens Piaget altijd aanwezig.

Organisatie houdt een tendentie in om structuren te integreren. Een bepaalde structuur bestaat dus niet onafhankelijk van andere structuren, maar door de tendentie naar organisatie bestaat er een onderlinge coördinatie. De tendentie naar organisatie is verantwoordelijk voor de cognitieve continuïteit over korte of langere perioden in de tijd.

'Cognitive organization accounts for the fact that there is some degree of sameness in intelligence across time.'

(Brainerd, 1978, p. 23).

De adaptieve functie van de intelligentie is volgens Piaget (1957, 1975) identiek aan andere biologische activiteiten. De adaptatie bestaat uit twee processen: *assimilatie* en *accommodatie*. *Assimilatie* is het opnemen van elementen in de aanwezige structuur, hetzij fysiologisch of cognitief. De informatie uit de omgeving wordt opgenomen en geïnterpreteerd in termen van de aanwezige structuur. Wanneer we een onbekend voorwerp moeten benoemen, dan doen we dit in termen die wij reeds kennen (Kingma & TenVergert,

1993). De structuur is richtinggevend aan onze waarneming en dus ook aan het assimilatieproces. Bij het waarnemen van een volstrekt onbekend fenomeen kunnen we er geen betekenis aan toekennen. We proberen het te interpreteren (assimileren) in het bestaande raamwerk, onze cognitieve structuur. Zo zullen wij in Nederland ongeveer een drietal soorten sneeuw kunnen onderscheiden: natte sneeuw, stuifsnieuw en gewone sneeuw. De Eskimo's in Groenland onderscheiden wel meer dan zeven soorten sneeuw. Een bepaalde sneeuwsoort die wij niet, maar de Eskimo's wel kunnen onderscheiden, zullen wij interpreteren in termen van één van de ons bekende sneeuwsoorten. Het assimilatieproces structureert dus de externe omgeving voor de persoon, het is zijn/haar interpretatie van de informatie uit de omgeving.

'As is always the case with interpretation, the sophistication and accuracy of the interpretation depends on the individual's level of mental sophistication (structure). The more mentally sophisticated the individual is, the more sense will be made from incoming information.'

(Brainerd, 1978, p. 24).

Accommodatie is het complementaire proces van assimilatie. *Accommodatie* is het proces van verandering van bestaande structuren om deze geschikt te maken voor het opnemen van nieuwe, onbekende informatie. De hamvraag blijft waarom het *accommodatie*proces in werking treedt als tijdens het assimilatieproces de informatie uit de omgeving wordt geïnterpreteerd in termen van de reeds aanwezige structuur. Het *accommodatie*proces treedt in werking als er veranderingen in de informatie van de omgeving optreden waardoor de persoon een conflict ervaart, omdat zij zich ervan bewust is dat het fenomeen iets anders is dan zij met het bestaande cognitieve gereedschap aankan. Dit conflict verstoort het evenwicht. Om de cyclus van het assimilatieproces niet te verstoren, moet de structuur een verandering (*accommodatie*) ondergaan, zodat de nieuwe gegevens weer kunnen worden geïncorporeerd. *Accommodatie* omvat dus de aanpassing van het betekenisstelsel aan de objecten en de informatie uit de omgeving (Kingma & Koops, 1988).

Een belangrijk aspect bij het ervaren van een conflict is de discrepantie tussen wat de informatie (*reality*) is in termen van de bestaande structuur en de notie dat deze informatie (*appearance*) waarschijnlijk onjuist is. Er is sprake van een discrepantie tussen weten en toeschijnen. Ervaart het kind dit als een onevenwichtige toestand, dan zal het zelf proberen deze toestand op te heffen door actief met deze onbevredigende, conflictueuze situatie aan de slag te gaan.

Een kind ervaart bijvoorbeeld dat een blokje ijzer zwaarder is dan een veel groter stuk piepschuim. Dit *schijnt* op dat moment voor hem of haar niet logisch te zijn, omdat de werkelijke grootte van elk object voor het kind de maatstaf is om over het gewicht van een object te oordelen. Het kind gaat nu uit zichzelf met verschillende objecten manipuleren en komt tot het inzicht dat niet alleen de grootte van het object, maar ook de soort een belangrijke parameter is voor het bepalen van het gewicht. Het maakt wel degelijk wat uit of een object van ijzer, hout of piepschuim is. Dit nieuwe inzicht weerspiegelt de *accommodatie* van de cognitieve structuur. Deze structuurwijziging maakt verdere assimilatie van deze nieuw ontdekte kenmerken mogelijk.

In de loop van de ontwikkeling wordt het kind voortdurend geconfronteerd met conflicten tussen wat schijnt en wat blijkt. Het zal er dan ook steeds opnieuw naar stre-

ven een toestand van onevenwichtigheid op te lossen door actief vanuit zichzelf te gaan manipuleren met elementen of objecten uit de omgeving.

Het intrinsieke streven naar evenwicht (equilibratie) als zelfregulerende activiteit wordt dan ook wel als motor van de ontwikkeling van de intelligentie betiteld in Piagets theorie (Kingma, 1981). De accommodatie breidt zich voortdurend uit over nieuwe objecten en situaties. Door de structuurwijziging worden nieuwe elementen geassimileerd, de werkelijkheid of de omgeving wordt nu waargenomen in termen van de nieuwe structuur. In essentie is accommodatie aan nieuwe situaties een differentiatie van een vorige structuur en de integratie ervan in een nieuwe structuur.

Piagets functionele invarianten zijn brede principes van het intelligente handelen, die kenmerkend zijn voor het doen en denken op alle ontwikkelingsniveaus gedurende de levensloop. Zoals in het voorafgaande reeds is beschreven, onderscheidde Piaget de ontwikkeling van de intelligentie in vier opeenvolgende, discrete, kwalitatieve stadia.

'Each stage is characterized by an overall structure of which the main behavior patterns can be explained.'

(Piaget & Inhelder, 1969, p. 153).

Tijdens de stadiagewijze ontwikkeling worden de structuren van het voorafgaande stadium gereorganiseerd en uitgebreid door de adaptieve handelingen van het kind, waardoor een nieuwe onderliggende structuur ontstaat, die een bepaald evenwicht vertoont, dat kenmerkend is voor het desbetreffende stadium.

3.4.2 Ontwikkelingsstadia

Elk stadium vergt een bepaalde *voorbereidingsperiode*. Daarna treedt een periode in van stabilisering van het bereikte niveau. In elk stadium toont het kind ook kwantitatieve vooruitgang in het oplossen van problemen. Het zal bijvoorbeeld meer rekenopgaven aankunnen en sneller tot een oplossing komen. De cognitieve inhoud van deze kwantitatieve vooruitgang is nog steeds uit de algemene structuur van het desbetreffende stadium te verklaren. De voorbereidingsperiode van het intelligente handelen in een daaropvolgend stadium treedt in als een kind al enige notie begint te krijgen van de begrippen die tot het volgende stadium behoren. In ons eerderbeschreven voorbeeld over de relatie en grootte van het object en de soort van materiaal van het object, zal het kind soms alleen op het kenmerk van de grootte van twee objecten letten om deze op het kenmerk van het gewicht te vergelijken. Soms zal het de twee belangrijkste kenmerken, namelijk soort en grootte, tegelijkertijd in ogenschouw nemen. Met andere woorden: in de voorbereidingsperiode vertoont het kind een instabiel oplossingspatroon van opgaven of cognitieve inhoud die tot het volgende stadium behoren. Wanneer de instabiliteit van het intelligente handelen inzake het oplossen van de in deze nieuwe stadia gerelateerde problemen verdwijnt, dan wordt geconcludeerd dat de voorbereidingsperiode is beëindigd. De nieuwe structuren functioneren als een geïntegreerd geheel dat kenmerkend is voor dat stadium. Het intelligente handelen zal eerst alleen nog maar op een beperkt aantal relatief eenvoudige problemen kunnen worden toegepast. Langzamerhand leert het kind complexere problemen van hetzelfde type op te lossen.

De vier stadia zijn, zoals gezegd, het *sensomotorische*, het *pre-operationele*, het *con-*

creet-operationele en het *formeel-operationele* stadium. Volgens Piaget doorlopen alle kinderen deze vier stadia in dezelfde volgorde. Let wel, de leeftijd van het kind geeft nog geen zekerheid omtrent het stadium waarin het zich bevindt. Anders gezegd: de leeftijd op zich verklaart niet het intellectuele ontwikkelingsniveau van het kind. Piaget (1975) stelt dat de meeste volwassenen slechts in een paar begripsgebieden het formeel-operationele denken kunnen toepassen. Het gaat dan om gebieden die hen bekend zijn of waarvoor zij grote interesse hebben. Ook vertonen mentaal geretardeerde kinderen hetzelfde ontwikkelingsverloop als normaal lerende kinderen. Sommige van deze kinderen zullen niet verder komen dan het beginniveau van het pre-operationele stadium. Andere kinderen uit de geretardeerde groep bereiken soms tegen de volwassenheid het niveau van het intuïtieve denken dat kenmerkend is voor het pre-operationele stadium. Piaget meent waar te kunnen maken dat alle personen de stadia in dezelfde volgorde doorlopen in hun ontwikkeling. Niet alle personen zullen echter het formeel-operationele stadium bereiken.

Een wijdverbreid misverstand over Piagets theorie is dat het denken zich in een bepaald stadium op één niveau afspeelt. Vaak kunnen personen één niveau van denken gebruiken om een bepaald probleem op te lossen, terwijl een ander type probleem op een ander niveau wordt opgelost (Kingma & TenVergert, 1993).

3.4.2.1 Het sensomotorische stadium

De ontwikkeling in dit stadium is gebaseerd op informatie die door de zintuigen (sensorisch) worden waargenomen en op de handelingen of lichaamsbewegingen (motoriek) van het kind. Piaget (1936) onderscheidt zes niveaus (of substadia) in de ontwikkeling van de sensomotorische intelligentie. We beperken ons in dit hoofdstuk tot de belangrijkste concepten die het kind zich eigen maakt. Voor een uitgebreidere beschrijving wordt verwezen naar Brainerd, 1978; Loth, Verhofstadt-Denève & Vijt, 1989.

De pasgeborene komt ter wereld met een aantal aangeboren reflexen en perceptuele vaardigheden. De zuig- en grijpreflexen zijn de belangrijkste aanknopingspunten voor de eerste interacties van het kind met de buitenwereld. Als het kind voor het eerst de borst krijgt, zal de moeder de tepel voor in de mond van de pasgeborene brengen. Na enige dagen zal, als de moeder de tepel niet precies voor de mond van de baby plaatst, het kind eerst niet weten wat te doen. Het zal weliswaar de zuigreflex tonen, maar nog niet direct een zoekgedrag naar de tepel. Nadat dit enkele keren is gebeurd, zal de baby met zijn mond een zoekende beweging maken naar de tepel van de moederborst. Deze kleine verandering in het gedrag van de baby toont dat het zuiggedrag zich adapteert aan de kenmerken van de omgeving. Ook laat dit voorbeeld zien dat er uit een reflex een ontluikende structuur ontstaat. In dit stadium vindt een ontwikkeling plaats van ongedifferentieerd reflexniveau naar een relatief coherente organisatie van sensomotorische en preverbale acties (Kingma & Koops, 1988). Zelfs in de eerste drie weken ontwikkelen baby's een aantal coördinaties tussen verschillende soorten waarnemingen, zoals horen en zien.

'Although they cannot locate a sound accurately by looking in the correct direction, they are surprised and even distressed when a sound they expect to come from one direction comes from another.'

(Scarr, Weinberg & Levine, 1986, p. 150).

Een grote vooruitgang in de ontwikkeling is dat het jonge kind in staat is intelligente procedures uit te voeren bij het zoeken naar personen of objecten die niet in het directe gezichtsveld waarneembaar zijn. Volwassenen nemen veel van de gegevens uit de omringende wereld als een gegeven iets. Bijvoorbeeld de stoel waarop je zit, is een andere stoel dan die waarop je collega zit; een stoel is iets anders dan een tafel. Wanneer ik mijn pen op het bureau leg en door het raam naar buiten kijk, dan weet ik dat de pen nog steeds op het bureau ligt. Volwassenen verwarren niet hun waarnemingen met de fysieke realiteit van de dingen (objecten) uit de omgeving. Een belangrijke stap voor het jonge kind is de ontdekking dat objecten een eigen bestaan hebben. Dit gebeurt wanneer het kind zich de objectpermanentie heeft eigen gemaakt. Bij kinderen jonger dan 18 maanden geldt de zegswijze 'out of sight is out of mind'. Hun bewustzijn van een object is nog afhankelijk van de visuele waarneming ervan. Jongere kinderen vormen nog niet een mentale voorstelling (representatie) van het object. Wanneer een speelgoedbeest voor het jonge kind wordt geplaatst, zal het er met interesse naar kijken. Wordt er tussen het speelgoedbeest en het kind een ondoorzichtig scherm (stuk papier) geplaatst, dan blijft het niet verder kijken in de oorspronkelijke richting van het speelgoedbeest. Het kind ziet het object nog niet als een afzonderlijk ding, het schijnt haar dat de objecten (scherm/speelgoedbeest) in elkaar overgaan. Wanneer kinderen zich het concept van objectpermanentie hebben eigen gemaakt, zullen ze naar verdwenen of verborgen objecten gaan zoeken. Het nieuwe in het intelligente handelen is dat het kind mentale voorstellingen kan oproepen van de objecten, zonder dat het bedoelde object in het gezichtsveld is. Het handelen in dit stadium wordt nog gekenmerkt door *egocentrisme*, dat wil zeggen: door een gebrek aan differentiatie tussen eigen en vreemd, zelf en ander, gedachte en daad, binnen- en buitenwereld (Kingma & Koops, 1975, 1988). Met de verwerving van de objectpermanentie doet juist een eerste symptoom zijn intrede dat erop wijst dat het kind minder egocentrisch wordt. Het kind krijgt het inzicht dat de objecten en hij zelf verschillende entiteiten zijn.

Een tweede belangrijk niveau van ontwikkeling in dit stadium is dat het kind in staat is tot doelgerichte handelingen en hierbij nieuwe middelen vindt door het combineren van verschillende (mentale) handelingen. Bijvoorbeeld, het jonge kind probeert het probleem niet via trial and error op te lossen, maar toont een meer begripsmatige of inzichtelijke methode. Piaget (1936) observeert dat Jacqueline (1 jaar en 8 maanden) gras heeft geplukt en naar binnen wil. Ze wil de deur opendoen, maar kan dit niet zonder het gras te laten vallen. Ze legt het gras voor de deur en doet daarna de deur open. Tenslotte pakt zij het gras op en loopt ze naar binnen. We zien dat verschillende intelligente handelingen worden gecombineerd met het oog op het bereiken van het gestelde doel.

Een ander aspect van de ontwikkeling is dat het kind kan *terugkeren naar het beginpunt* van het handelen. Als het blokje van A naar B verplaatst is, kan het kind het blokje in het beginpunt A terugzetten. De ontwikkeling van de representatie is ook noodzakelijk om oorzaak en gevolg te kunnen onderscheiden. In ongeveer dezelfde periode als de verwerving van de objectpermanentie begint het kind met de eerste taaluitingen in de vorm van korte zinnen. Door middel van de taal kan het kind zich ideeën vormen over gebeurtenissen uit het verleden of in de toekomst.

Door zowel de taal als door het kind ontwikkelde symbolen en de objectpermanentie wordt representatie mogelijk. Representatie is het vermogen om door middel van tekens of symbolen een afwezig object of een al dan niet voltooide handeling mentaal op te roepen en zich voor te stellen (Kingma & Ten Vergert, 1993).

3.4.2.2 Het pre-operationele stadium

Sensomotorische intelligentie is nog niet erg bruikbaar bij het vooruitblikken (anticiperen) op de uitkomst van een gebeurtenis die nog niet heeft plaatsgevonden. Om te kunnen anticiperen zijn volgens Piaget operaties nodig. Operaties zijn handelingen die zich op mentaal niveau afspelen en ook omkeerbaar (reversibel) zijn. We zien dat objectpermanentie en het kunnen terugkeren naar het beginpunt van de handeling in het sensomotorische stadium belangrijke voorbereiders zijn van de ontwikkeling van operaties. De verwerving van de mentale operaties is volgens Piaget het belangrijkste kenmerk van de intelligentie. De eerste stap van fysieke handeling naar denkhandeling (operatie) is het verinnerlijken van de fysieke handeling. Het pre-operationele stadium is het voorportaal van het cognitieve bouwwerk van de operaties die het kind zich in het hieropvolgende concreet-operationele stadium eigen maakt.

Ofschoon de cognitieve processen van de kleuter op een veel hoger niveau staan dan die van de peuter, betreft het nog steeds mentale representaties van handelingen in het heden. Voor mentale operaties is het omkeerbaarheidsprincipe (reversibiliteit) van eminent belang, omdat hierdoor verschillende dimensies van een object tegelijkertijd in ogenschouw kunnen worden genomen. Doordat het principe van reversibiliteit nog niet door het pre-operationele kind wordt beheerst, wordt haar denken gekenmerkt door inflexibiliteit. Dat betekent dat het denken zich richt op één gebeurtenis per tijdseenheid en dat het totaalbeeld van de in de loop van de tijd optredende gebeurtenissen niet kan worden geïntegreerd. Een goed voorbeeld van de 'one-way logic' wordt geïllustreerd door het proefje waarin twee strippen papier worden gebruikt (Woolfolk, 1987). De ene strip is de 'weg' voor de proefleider en de andere is de 'weg' voor het kind. De proefleider legt de plaatjes in een bepaalde volgorde. Het kind heeft de andere set plaatjes en hem wordt gevraagd eenzelfde 'weg' te maken als de proefleider. Het pre-operationele kind (omstreeks 4 jaar) is in het algemeen in staat de plaatjes in dezelfde volgorde neer te leggen als de proefleider. Het pre-operationele kind is dus in staat te kopiëren. Het heeft dan de 'one-way logic' van het pre-operationele stadium bereikt. Een verdere manipulatie van de proefopzet van dit experiment doet een beroep op het omkeerbare denken. De plaatjes worden weggenomen en de proefleider bouwt opnieuw een weg. Vervolgens wordt het kind gevraagd eenzelfde weg te bouwen als de proefleider, maar in omgekeerde richting. In figuur 3.2 is te zien dat het pre-operationele kind weliswaar met het juiste plaatje begint (het huisje) en daarna ook correct het boompje ernaast legt, maar dat het zich plots fixeert op het leeuwje (het beginpunt van de proefleidersserie). Het kind heeft dus moeite met het omkeren van de volgorde van de plaatjes uit de serie van de proefleider. Als het kind zich het omkeerbare denken heeft eigen gemaakt, dan is zij in staat de twee volgordes tegelijkertijd te beoordelen, het keert van de ene volgorde terug naar de andere en andersom. Door de 'one-way logic' wordt de aandacht, vaak plotseling, gefixeerd op één aspect. Hierdoor krijgt het nog geen overzicht van de onderlinge relaties van de verschijnselen. Door een toename in het gebruik van symbolen en de taal, waardoor het kind steeds minder afhankelijk wordt van concrete situaties, is er in dit stadium een grote vooruitgang in het intelligente handelen te bespeuren. De enorme ontwikkeling van de woordenschat (tot meer dan 2000 woorden) is dan ook indrukwekkend. De kinderen creëren ook hun eigen symbolen om iets aan te duiden of mentaal op te roepen. Handelingssymbolen zijn bijvoorbeeld het doen alsof je een kopje leegdrinkt, terwijl het kopje leeg is. Via imitatie en spel worden regels uit de omgeving overgenomen. Deze enorme vooruitgang wordt echter nog belemmerd door de 'one-way logic', die gaandeweg tegen het einde van dit stadium bij het oplossen van problemen terzijde wordt geschoven.

De 'weg' van de proefleider

De 'weg' van het kind in omgekeerde volgorde



Figuur 3.2: Het omkeren van voorwerpen in het pre-operationele stadium. Bron: Woolfolk, 1987

3.4.2.3 Het concreet-operationele stadium

De overgang van het pre-operationele naar het concreet-operationele stadium wordt ingeluid als het kind voor het eerst in staat is tot het omkeerbare denken. De conservatie-opgaven zijn volgens Piaget het middel bij uitstek waarmee we dit denken af kunnen leiden uit de oplossingsmethode van het kind. Met conservatie bedoelt Piaget het onveranderlijke aspect van een object na vormverandering (of transformatie). Bekende conservatie-opgaven zijn bijvoorbeeld conservatie van aantal, lengte, hoeveelheid, substantie, gewicht, omtrek, oppervlakte en volume (zie voor een overzicht Loth, Verhofstadt-Denève & Vijt, 1989, p. 36).

Eén van de eerste *conservatie*principes wordt door het kind verworven in het conceptgebied *aantal*. Bij het afnemen van deze opgaven legt de proefleider het kind twee parallelle rijtjes met elk evenveel fiches voor. Eerst wordt het kind gevraagd of in het ene rijtje evenveel fiches liggen als in het andere. Als het kind erkent dat beide rijtjes evenveel fiches bevatten, dan legt de proefleider de fiches van één rijtje verder uit elkaar. Vervolgens wordt het kind gevraagd of beide rijtjes evenveel elementen bevatten, of dat één van de rijtjes meer fiches heeft. Het pre-operationele kind zal met grote stelligheid beweren dat het langere rijtje meer fiches bevat. Als het kind daarna wordt gevraagd 'Hoe weet je dat dat rijtje meer fiches heeft?', dan zal het soms zeggen dat het rijtje langer is, of beslist zeggen: 'Dat weet ik'. In het algemeen let het pre-operationele kind op één opvallende dimensie, in dit geval de lengte. Als het kind na de vormverandering erkent dat de twee rijtjes hetzelfde aantal fiches hebben, dan wordt afgeleid uit de argumentatie op de vraag 'Kun je me vertellen waarom zij evenveel hebben?' of 'Hoe weet je dat?', of het kind de notie van conservatie van aantal heeft. De redenering moet in één van de drie volgende categorieën zijn onder te brengen: additie-subtractieargumenten ('Er is niets bij gedaan of weggenomen, daarom zijn er evenveel fiches'), inversieargumenten ('Je kunt de fiches weer op dezelfde plaats terugleggen'), of compensatieargumenten ('Het is langer, omdat de fiches verder uit elkaar zijn gelegd').

Ook al voldoet het kind aan de zojuist genoemde criteria, toch wordt door Piaget en de zijnen op grond hiervan nog niet geconcludeerd dat het kind tot conservatie van aantal in staat is. Er worden na deze vormveranderingen (transformaties) van de fiches nog andere manipulaties uitgevoerd. Bijvoorbeeld, de fiches van het ene rijtje worden nog verder uit elkaar gelegd. Daarna wordt de vraag over het gelijke aantal fiches gesteld en wordt het kind steeds om een motivering of uitleg van het oordeel gevraagd. Kinderen die zich na extreme vormverandering weer laten misleiden, worden in een overgangsniveau ingedeeld. Er wordt besloten dat het kind tot conservatie van aantal in staat is, operationeel conserveerder is, als het inzake verschillende transformaties steeds behalve een correct

gelijkheidsoordeel ook een *adequate* uitleg hiervoor heeft gegeven, die in één van de drie bovengenoemde antwoordcategorieën is onder te brengen. Kinderen die wel een correct oordeel, maar een incorrecte uitleg geven, worden door Piaget als kinderen in transitie beschouwd. Zij bevinden zich in de fase tussen non-conserveerder en operationeel conserveerder in het bedoelde conceptgebied, zoals in ons voorbeeld het conceptgebied van aantal (Piaget & Szeminska, 1941).

Uit het bovenstaande blijkt dat Piaget grote waarde hechtte aan *taaluitingen*, zoals het geven van argumenten voor de oplossing van opgaven. Wanneer het kind de correcte oplossing ook met logische argumentatie weet te onderbouwen volgens de door Piaget gestelde criteria, in ons voorbeeld één van de drie antwoordcategorieën, dan wordt geconcludeerd dat het kind de cognitieve structuur bezit om dit type problemen aan te kunnen. Geeft het kind daarentegen wel een correcte oplossing, maar laat het de onderbouwing met argumenten achterwege, dan wordt besloten dat de structuur partieel aanwezig is (Kingma & TenVergert, 1993). Met andere woorden: taal is de expressie van de cognitieve structuur.

Het kind dat kan conserveren in een bepaald conceptgebied, zoals lengte en volume, is in staat tot het uitvoeren van omkeerbare (reversibele) operaties (denkhandelingen) in dat conceptgebied. In het concreet-operationele stadium verwerft het kind het conservatieprincipe in verschillende conceptgebieden. Doordat het concreet-operationele kind reversibele operaties kan hanteren, is het in staat een transformatie, verandering van de situatie, in gedachten te neutraliseren. Het kan immers vanuit de nieuwe situatie naar de oorspronkelijke situatie terugkeren. Het gevolg hiervan is dat het verschillende operaties met elkaar in verband kan brengen.

Op het niveau van de mentale voorstellingen heeft de intrede van het reversibele denken een geweldige invloed. Representatie van anticiperende beelden doet haar intrede. Anticiperende beelden verschaffen het kind het middel om in gedachten vooruit te zien wat de gevolgen zijn van een bepaalde handeling of reeks van handelingen. Wanneer het kind zich bijvoorbeeld in gedachten een voorstelling maakt van hoe een pop eruit zal zien als die pop bepaalde kleertjes worden aangetrokken, dan wordt het resultaat ervan als mentaal beeld voorgesteld. De verschillende operaties worden geïntegreerd in een coherent systeem waarmee het kind de omgeving aankan.

Een belangrijk aspect dat synchroon verloopt met de verwerving van conservatie in een bepaald conceptgebied, is het vermogen tot transitief redeneren in datzelfde conceptgebied. Als het kind bijvoorbeeld door middel van operaties de conservatie van lengteopgaven kan oplossen, dan kan het ook de transitiviteitsoperatie in het conceptgebied lengte toepassen. In een transitiviteitsopgave over lengte worden bijvoorbeeld vier stokjes A, B, C en D gebruikt, die al dan niet in lengte verschillen. Vervolgens worden de stokjes paarsgewijs aan het kind voorgelegd, bijvoorbeeld A (rode stokje) en B (het witte stokje) waarbij $A > B$ is. Het kind wordt gevraagd welk stokje langer is. Het mag hierbij de stokjes die kleine lengteverschillen hebben van ongeveer 3 mm, naast elkaar leggen. Wanneer het kind erkent dat $A > B$ is, wordt het volgende paar stokjes aan het kind voorgelegd: B (het witte stokje) en C (het blauwe stokje) waarbij $B = C$. Als het kind besluit dat $B = C$ (even lang zijn), dan worden deze stokjes weggenomen, waarna C (het blauwe stokje) en D (het gele stokje) worden getoond, waarbij $C > D$. Daarna worden alle stokjes voor het kind door elkaar op de tafel gelegd. Vervolgens wordt de vraag gesteld over de lengterelatie tussen A en D. Een oplossing waarbij denkoperaties worden gebruikt, verloopt volgens Piaget (1941, 1942) via de middelste termen: A en D worden als het ware indirect verge-

leken via B en C. Vandaar de term 'transitief redeneren'. Het pre-operationele kind zal een stokje aanwijzen dat volgens hem het langste of het kortste is. Het oordeel kan weliswaar juist zijn, maar toch zal Piaget dit nog niet als een uiting voor een operatie zien als het kind het onderdeel nog niet weet te onderbouwen wanneer de vraag wordt gesteld: 'Hoe weet je dat het rode stokje langer is?' of 'Kun je mij vertellen waarom dat zo is?'. Als het kind antwoordt: 'Dat zie ik', of 'Dat weet ik', of 'Dat is zo', dan wordt besloten dat het transitieve redeneren nog niet aanwezig is in de cognitieve structuur van het kind. Als in de uitleg naar voren komt dat het kind de middelste term in ogenschouw heeft genomen om tot het correcte relationele oordeel te komen, dan wordt besloten dat de operatie van het transitief redeneren aanwezig is voor het conceptgebied lengte. Met andere woorden: Piaget hanteert ook in de transitiviteitsopgaven het criterium 'beoordeling-plus-uitleg'.

Seriatie

Voor het leggen van relaties tussen de verschillende elementen van nieuwe en oude kennis zijn de reversibele en transitieve operaties van groot belang. Het kind is nu in staat begrippen op een bepaalde manier te classificeren en objecten te ordenen volgens een bepaalde dimensie (seriëren). Seriëren wordt in de ontwikkelingspsychologische literatuur gedefinieerd als het vermogen om verschillende objecten op één of meer dimensies in een dalende of stijgende reeks te rangschikken (Kingma, 1981, 1982). Op basis van het aantal kenmerken waarop de rangschikking gebaseerd is, wordt onderscheid gemaakt tussen enkelvoudige seriatie, het rangschikken volgens één kenmerk, bijvoorbeeld de lengte van objecten, en meervoudige of multi-pele seriatie, rangschikken volgens twee of meer kenmerken, bijvoorbeeld lengte en kleur. Men kan zich afvragen of het kind zich dit ordeningsprincipe niet op veel jongere leeftijd kan eigen maken. Immers, de peuter van ongeveer anderhalf jaar is al in staat een toren te bouwen van geneste kubussen, of blokken die naar grootte geordend zijn. Toch wordt door Piaget (1941) het resultaat van deze rangschikking nog niet als een uiting van het operationele seriëren beschouwd. Doordat de verschillen tussen de objecten vrij aanzienlijk zijn, gaat het jonge kind louter en alleen op haar waarneming af. Het operationele seriëren geschiedt op grond van operaties (denkhandelingen). Om vast te stellen dat het kind de seriatie werkelijk op een operationeel niveau oplost en zich dus niet alleen op de waarneming baseert, gebruikte Piaget in zijn seriatie-opgaven objecten waarin onderlinge verschillen op een bepaald kenmerk in een reeks gering zijn. Zo gebruikte hij lengteverschillen kleiner dan 5 mm tussen opeenvolgende stokjes of buisjes. De afname van een seriatie-opgave verloopt als volgt (zie Kingma, 1981). De proefleider toont het kind een drietal poppetjes en demonstreert dat je kunt zien of het ene poppetje langer is dan het andere door ze tegen elkaar te leggen. Daarna zet de proefleider de drie poppetjes in een stijgende reeks voor het kind neer. Vervolgens krijgt het kind tien stokjes kriskras door elkaar op de tafel gelegd. De proefleider vraagt: 'Kun jij de stokjes zo neerleggen dat het een trapje is van klein naar groot net zoals bij de poppetjes?'. Ondertussen wijst de proefleider naar de poppetjes. Ook al produceert het kind een correcte serie van de stokjes met onderling zeer kleine lengteverschillen, dan kan men volgens Piaget nog niet besluiten dat er sprake is van operationele seriatie. De strategie die het kind hanteert, wordt in de oordeelsvorming betrokken.

Piaget onderscheidt drie niveaus in de ontwikkeling van het seriëren: non-seriatie, partiële seriatie en operationele seriatie. Het kind wordt als non-serieerder beschouwd als het geen correcte reeks heeft gevormd (Piaget, 1942; Piaget & Szeminska, 1941) of als bij toeval een correcte reeks is ontstaan. Bij toeval correct seriëren wil zeggen dat het kind niet alle

logisch noodzakelijke vergelijkingen tussen de objecten heeft uitgevoerd, maar desondanks een correcte reeks heeft gevormd. Ondanks het feit dat de lengteverschillen klein zijn, kan het bij toeval een correcte serie vormen. Dat kan vooral voorkomen als het aantal te ordenen voorwerpen klein is, bijvoorbeeld vier of vijf. Geeft men het kind daarna tien stokjes, dan laat het kind het afweten en produceert het een incorrecte reeks. Geeft men het non-seriërende kind een set geneste kubussen (kubussen die in elkaar passen) volgens Piagets criterium, dan bouwt het feilloos een toren. Wanneer men het kind een tiental Matruska-poppetjes met grote lengteverschillen voorzet, dan vormt het moeiteloos een correcte reeks. Het voorbeeld maakt duidelijk dat voor het kunnen vaststellen van operationele seriatie de verschillen tussen de opeenvolgende objecten van de reeks gering moeten zijn.

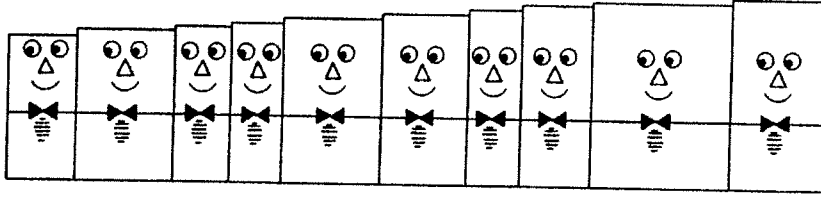
Een kind wordt door Piaget als een partieel serieerder bestempeld als het weliswaar een correcte serie heeft gevormd, maar niet op grond van aaneengeschakelde transitiviteitsoordelen. Bijvoorbeeld, als het kind uit een serie van tien stokjes eerst het kleinste stokje A pakt en vervolgens het volgende stokje B, dan moet het kind het daaropvolgende stokje C met B vergelijken en op grond van de transitieve vergelijking ($A < C$) C achter B leggen. Een kind dat haar transitiviteitsoordeel niet vertrouwt, zal proberen dit oordeel te verifiëren door A nog eens met C te vergelijken. Ook kan het voorkomen dat het kind de elementen niet op basis van transitiviteitsoordelen, maar op het oog correct in de reeks legt. Deze vergelijkingen worden dan door Piaget (1942) als directe of perceptuele oordelen betiteld. Zowel de perceptuele oordelen als de verificatie van het transitiviteitsoordeel worden als kenmerken van de partiële serieerder beschouwd. Dit geldt eveneens als het kind veel zelfcorrecties uitvoert tijdens het construeren van de serie, dat wil zeggen, het herstellen van eerdere foutieve plaatsingen van de objecten.

Het kind wordt als operationeel serieerder beschouwd als het via aaneengeschakelde transitieve oordelen vlot een correcte serie voortbrengt. Evenals bij de ontwikkeling van conservatie maakt het kind zich de seriatie geleidelijk eigen in verschillende conceptgebieden, bijvoorbeeld eerst lengte en daarna gewicht, enzovoorts. Hierbij is het vermogen te conserveren in het bedoelde conceptgebied, dus het omkeerbare denken, noodzakelijk om een operationele seriatie in dat conceptgebied uit te voeren. Tijdens het uitvoeren van de verschillende aaneengeschakelde relationele oordelen is de reversibiliteitsoperatie, bijvoorbeeld $A > C$, dan is $C < A$ van eminent belang.

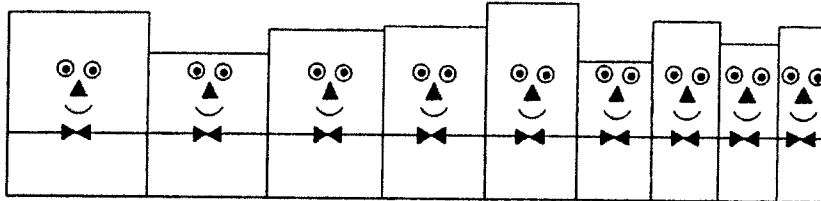
Uit deze beschouwing van de ontwikkeling van de intelligentie blijkt dat de ontwikkeling van de operaties (denkhandelingen) gerelateerd is aan de tendentie naar organisatie. Is het kind in staat tot operationeel seriëren in een bepaald conceptgebied, dan laat het zich niet van de wijs brengen door irrelevante kenmerken van het materiaal en maakt het evenmin wat uit als de onderlinge verschillen tussen de objecten moeilijk zijn waar te nemen. Figuur 3.3 geeft een overzicht van deze 'moeilijke' seriatietaken.

Classificatie

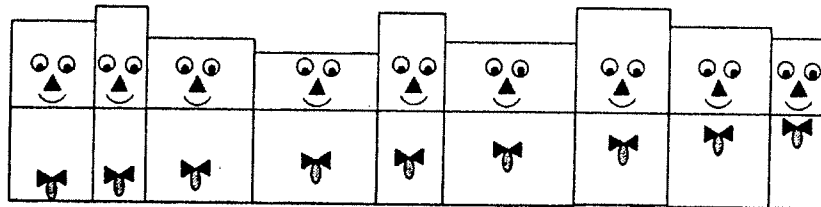
Het sorteren, ordenen of classificeren van objecten kan geschieden op basis van overeenkomst met één kenmerk. Wanneer bijvoorbeeld kleur relevant is, dan worden de rode figuurtjes bij elkaar gelegd, daarna de gele figuurtjes, enzovoorts. Dit is enkelvoudige classificatie, omdat hierbij steeds op één dimensie of één kenmerk van de te sorteren objecten wordt gelet. Het classificeren kan ook worden gebaseerd op twee of meer kenmerken van objecten. Dan is er sprake van multipele of meervoudige classificatie (Piaget & Inhelder, 1967). In het pre-operationele stadium is het kind al tot bepaalde vormen van ordenen in



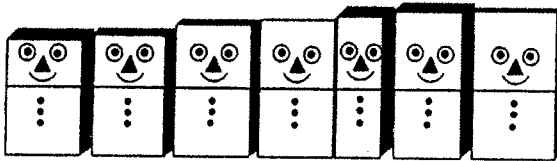
a. enkelvoudige seriatie op lengte (irrelevant: breedte)



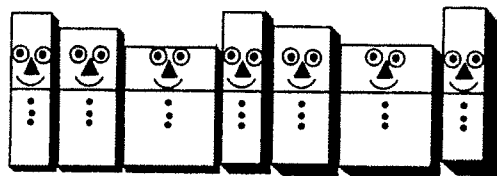
b. Enkelvoudige seriatie op breedte (irrelevant: lengte)



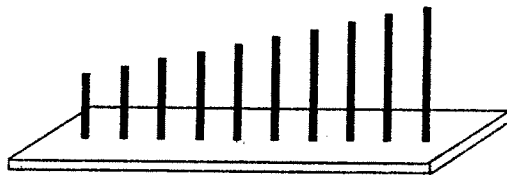
c. Enkelvoudige seriatie op hoogte van de dasjes (irrelevant: lengte en breedte)



d. Enkelvoudige seriatie op lengte (irrelevant: dikte, breedte en gewicht)



e. Enkelvoudige seriatie (zeer geringe lengteverschillen)

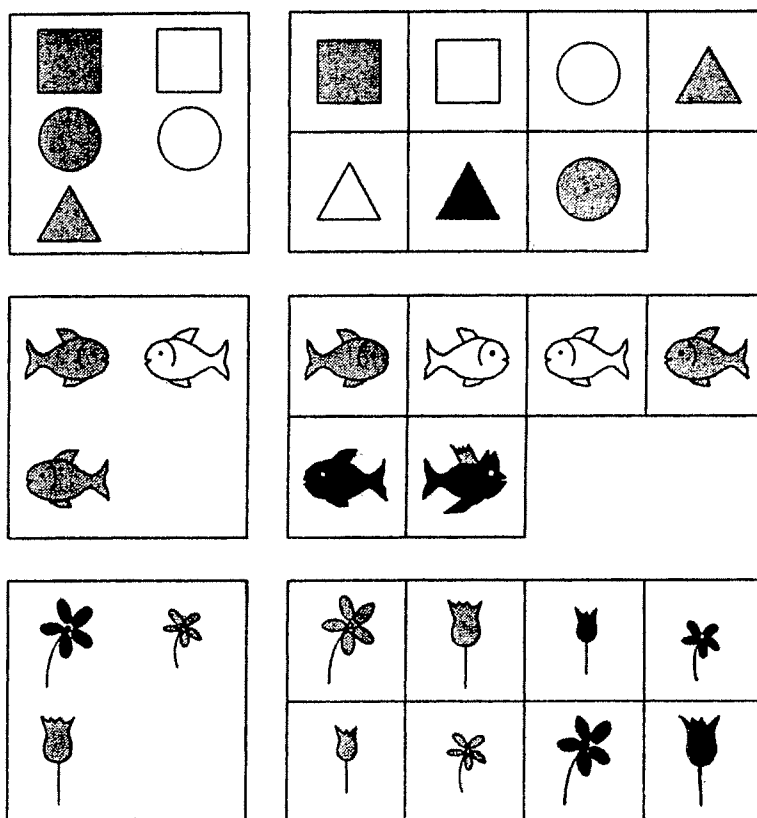


f. Enkelvoudige seriatie (zeer geringe lengteverschillen)

Figuur 3.3: Enkele seriatietaken uit een representatieve verzameling. Bron: Kingma, 1981, 1984c

staat, zoals het gereedschap dat bij het werken in de tuin hoort: een hark, schop, kruiwagen, enzovoorts. Het ordenen geschiedt dan veelal op de gemeenschappelijke functie van de objecten. Als het pre-operationele kind figuurtjes op bijvoorbeeld kleur moet sorteren, dan zal het vaak eerst een paar (twee of drie) figuurtjes van dezelfde kleur bij elkaar leggen. Vervolgens gaat het bijvoorbeeld volgens het kenmerk grootte de figuurtjes sorteren. Het pre-operationele kind past nog geen consistente regels toe bij het sorteren. Opvallend is dat Piaget bij het sorteren van objecten veelal lette op de wijze waarop het kind sorteerde. In andere meervoudige-classificatietaken werd door Piaget evenals dat bij conservatie-opgaven het geval is, het criterium 'beoordeling-plus-uitleg' gehanteerd.

Om vast te stellen of het kind de cognitieve structuur van de klassenlogica heeft, worden vaak schriftelijke multiple-choiceachtige classificatietaken gebruikt (Kingma, 1983a, 1983b; Kingma & Koops, 1983a, 1983b; Kingma & Ten Vergert, 1986, 1987; Kingma & Van den Bos, 1987).



Figuur 3.4: Enkele voorbeelden van classificatie-items. Het kind moet een plaatje uit een set alternatieven kiezen dat gelijk is aan het plaatje in de kolom en voorts de kenmerken van het object in de rij naast de lege cel van de matrix. Bron: Kingma & Ten Vergert, 1987

Voordat de meervoudige-classificatietaken aan de kinderen worden voorgelegd, wordt door de proefleider het oplossingsprincipe uitgelegd met behulp van een aantal proefopgaven. Hierbij wordt het kind duidelijk gemaakt dat het uit een aantal plaatjes dat ene plaatje moet

zoeken dat gelijk is aan het plaatje in de eerste kolom en bovendien kenmerken heeft van één van de objecten naast de lege cel in de matrix. Tevens moet het kind hierbij de relatie tussen de twee figuurtjes in de bovenste rij van de matrix in ogenschouw nemen. In figuur 3.4 staat in de laatste matrix op de bovenste rij een grote zwarte bloem links naast een kleine lichte bloem, terwijl in de onderste rij links een grote lichte tulp staat afgebeeld. Het kind moet voor het correct oplossen van deze opgave dus de relatie tussen de bovenste twee bloemen in acht nemen. Vervolgens moet het op de dimensie 'grote lichte tulp' letten en ook verticaal in de rechterkolom op de bovenste kleine bloem. Het correcte plaatje dat in de lege cel van de matrix hoort, is dan de kleine zwarte tulp. Uit deze beschrijving wordt duidelijk dat het omkeerbare denken een belangrijke operatie is bij het oplossen van deze multi-pele-classificatie-opgaven en dat hierbij verscheidene dimensies (aspecten) tegelijkertijd in ogenschouw dienen te worden genomen. Als het kind het plaatje heeft aangewezen dat in de lege cel van de matrix thuishoort, dan is dat volgens Piaget nog geen voldoende bewijs dat aan de oplossing een operationele denkwijze ten grondslag ligt. Het kind wordt hierna nog gevraagd: 'Kun je mij vertellen waarom dat plaatje daar hoort te staan?' of 'Waarom is dat zo?'. Het kind moet evenals dat bij transitiviteits- en conservatie-opgaven het geval is, ook in de multi-pele classificatie-opgaven behalve een correcte keuze van het plaatje ook de keuze op een adequate (logische) wijze weten te onderbouwen. Hieruit moet blijken dat het kind op de verschillende dimensies heeft gelet voor de keuze van dat ene plaatje. Een juiste argumentatie zou dan de cognitieve structuur van de klassenlogica in het denken weerspiegelen. Weet het kind de correcte keuze niet van duidelijke (logische) argumenten te voorzien, dan is er volgens Piaget nog geen sprake van een operationele structuur van de klassenlogica in het denken. Kan het kind op een operationele wijze de meervoudige-classificatie-opgaven oplossen, dan behoort het oplossen van klasseninclusieproblemen ook tot de mogelijkheden. Klasseninclusieproblemen doen een beroep op de kennis dat een klasse altijd kleiner is dan elke inclusieve klasse waarvan zij deel uitmaakt. Kohnstamm (1967) deed in Nederland uitgebreid onderzoek naar de ontwikkeling in het oplossen van klasseninclusieproblemen bij jonge kinderen.

In een typisch klasseninclusieprobleem geeft men de kinderen voorbeelden van twee ondergeschikte klassen (zeven mannen en drie vrouwen) en een bovenliggende klasse (mensen). Het kind wordt gevraagd: 'Zijn er meer mannen dan mensen?'. De vraag houdt dus in dat het kind de ondergeschikte klasse moet vergelijken met de bovengeschikte klasse. Kinderen jonger dan zeven jaar zullen vaak antwoorden dat er op het plaatje meer mannen dan mensen zijn. Als de vraag aan hetzelfde kind wordt gesteld over de twee ondergeschikte klassen (mannen versus vrouwen), dan zal het veelal moeiteloos een correct antwoord geven. Kinderen die over de inclusietaken een correct oordeel geven, moeten dit oordeel logisch kunnen beargumenteren. Om te kunnen besluiten of de cognitieve structuur van de klassenlogica ten grondslag ligt aan de oplossing, moet men kunnen afleiden dat het kind begrepen heeft dat subklassen bij samenvoeging tezamen de gehele klasse vormen (mannen en vrouwen is mensen). Omgekeerd, wanneer de subklasse van een klasse wordt afgetrokken, blijft de andere subklasse bestaan (mensen min mannen is vrouwen). Uit de beschrijving van de correcte logische argumenten blijkt dat het omkeerbare denken het kind het mentale gereedschap verschaft waarmee het van het geheel naar de subklassen kan gaan en omgekeerd.

De integratie van de operaties

Indien het kind de seriatie-, conservatie- en classificatietaken op een operationele wijze kan

oplossen, dan concludeert Piaget (1942) dat de kenniselementen in een operationele structuur zijn geordend volgens de relatiologica en de klassenlogica. Niettemin is aan het intelligent handelen in dit stadium nog een grote beperking opgelegd. Het is nog sterk gebonden aan de aanwezigheid van concrete objecten, dat wil zeggen dat het denken beperkt blijft tot die klassen en relaties waarmee het concreet te maken heeft. Hierdoor wordt de generaliseerbaarheid van het intelligent handelen nog beperkt. Juist de generaliseerbaarheid is vereist voor het oplossen van meer complexe taken (Kingma & Koops, 1988). In het stadium dat hierop volgt, het formeel-operationele stadium, wordt deze hinderpaal overwonnen.

3.4.2.4 Het formeel-operationele stadium

Het concreet-operationele stadium wordt gevolgd door het stadium van de formele operaties. 'Formeel' beklemtoont dat het gaat om de vorm en niet om de inhoud. Deze operaties kunnen op iedere cognitieve inhoud worden toegepast, ook op een denkbeeldige.

Piaget laat ongeveer vanaf het elfde of twaalfde jaar de vierde en laatste periode in de ontwikkeling van de intelligentie beginnen (Inhelder & Piaget, 1958). Het denken van het kind begint het niveau van abstractie te bereiken. Het is abstracter dan het denken in de voorafgaande periode. Abstracter betekent dat het denken algemener is en verder afstaat van de onmiddellijke ervaring dan het denken van het kind op de basisschool. Door de formele operaties kan het denken betrekking hebben op dingen die niet rechtstreeks waarneembaar zijn en op gebeurtenissen die niet rechtstreeks ervaren hoeven te worden. Nu wordt ook met betrekking tot abstracties logisch denken mogelijk. Het individu is in deze ontwikkelingsperiode in staat om abstract te denken over de toekomstige mogelijkheden. De manier van denken ondergaat een verandering die Piaget in verband brengt met de rijping van cerebrale structuren. Het eigene van deze ontwikkelingsperiode is dat de benaderingswijze en de formulering van de oplossing anders worden dan in de voorafgaande jaren. Het kind verwerft het vermogen om buiten zijn eigen wereld en opvattingen te denken en te redeneren. Het betreedt de wereld van de ideeën, van de mogelijkheden. De werkelijkheid wordt door het kind niet langer zonder meer genomen zoals deze zich voordoet, maar met hypothesen benaderd.

We zien dat het kind langzamerhand steeds minder afhankelijk wordt van de concrete situaties. Het kan in gedachten reversibele operaties uitvoeren op een *hypothetisch* niveau. Door verdere integratie van de structuren uit het voorafgaande stadium kan de puber/adolescent meer complexe problemen oplossen.

'De puber/adolescent beleeft gewoonlijk een intens genoeg aan discussies over hypothetische problemen. Hij is in staat tot alle denkbare combinaties tussen hypothesen. Hij is in beginsel rijp voor het wetenschappelijke experiment (toetsing van hypothesen aan de empirie). De puber/adolescent verwerft de bekwaamheid om te denken over relaties tussen operaties en hij kan nadenken over de operaties zelf. De operaties zijn dusdanig gestructureerd dat zij op een flexibele wijze kunnen worden gebruikt.'

(Kingma & Koops, 1988, p. 201).

De algemene abstracte cognitieve structuur van dit stadium zou dan volgens de propositiologica te beschrijven zijn.

In tegenstelling tot het sensomotorische stadium en het concreet-operationele stadium is voor het proefondervindelijk vaststellen van deze operaties van de formeel-operationele structuur relatief weinig onderzoek gedaan.

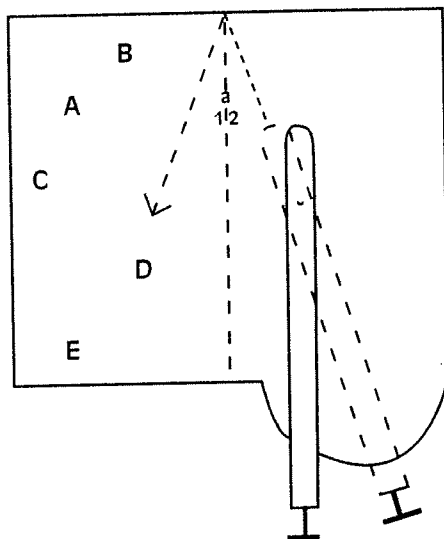
De structuur van het formeel-operationeel redeneren maakt nieuwe operaties mogelijk, te weten: *hypothetisch-deductief* redeneren, *propositioneel* redeneren en *combinatorisch* redeneren (Piaget, 1947; Inhelder & Piaget, 1958). Deze operaties kunnen onder de noemer *wetenschappelijk-experimenteel* redeneren gebracht worden. We zullen deze operaties achtereenvolgens beschrijven.

Hypothetisch-deductief redeneren

Reeds eerder is vermeld dat Piaget de ontwikkeling van de intelligentie beschreef aan de hand van een reeks proeven. Personen van verschillende leeftijden krijgen een probleem voorgelegd. Met een verslag van de wijze waarop de kinderen te werk gaan en met de antwoorden die zij op bepaalde vragen geven, worden dan de verschillen in het intelligente functioneren geïllustreerd. Gebruikmakend van deze werkwijze ontdekte Piaget dat bij het oplossen van problemen vanaf ongeveer het elfde of twaalfde jaar het denkproces hypothetisch-deductief van aard is. Vanaf deze leeftijd wordt het denken experimenterend denken. Vanuit vooronderstellingen kan men in dit stadium van de ontwikkeling gevolgtrekkingen maken, deze gevolgtrekkingen toetsen aan de concrete werkelijkheid en naar gelang van het resultaat van deze toetsing zijn vooronderstellingen behouden of wijzigen. Het individu is in deze periode in staat zijn vooronderstellingen te beschouwen als willekeurige probeersels die met de feiten geconfronteerd moeten worden. De meeste kinderen beneden de twaalf jaar zijn tot een dergelijk hypothetisch denken niet in staat. Het denkproces verloopt in een opeenvolging van het stellen van hypothesen, vooronderstellingen, en het maken van deducties, gevolgtrekkingen. De puber/adolescent treedt de werkelijkheid met een expliciete hypothese tegemoet, toetst deze en wijzigt of bevestigt de hypothese op grond van de opgedane ervaring. Er is dus sprake van verificatie als controle op de inductief verzamelde ervaringsgegevens. Deze houding is een grondtrek van van dit ontwikkelingsstadium. Het kind onder de twaalf jaar, doorgaans het kind van de basisschool, kent dit procédé meestal nog niet.

Piaget gebruikt de biljartproef als illustratie van het hypothetisch-deductief denken (Inhelder & Piaget, 1958). In deze proef wordt een knikker door een buisje geschoten, zodat slechts via terugkaatsing een poppetje geraakt kan worden dat op een willekeurige plaats neergezet kan worden (A, B, C, D, E, zie figuur 3.5). Tot ongeveer elf/twaalf jaar zien we de kinderen zo ongeveer mikken en door het ordenen van ervaringsgegevens tot resultaten komen. Wil het poppetje geraakt kunnen worden, dan moet de hoek van inval gelijk zijn aan de hoek van terugkaatsing. In figuur 3.5 zijn dit de hoeken a1 en a2.

Aangezien het kind deze regel niet kent, is het de vraag of het dit ontdekt en of het deze regel weet te formuleren. Vanaf ongeveer twaalf jaar slagen kinderen erin na enkele pogingen alle hypothesen te formuleren over de factoren die een rol kunnen spelen. Via het empirisch gevonden feit dat het raken van het poppetje afhankelijk is van de hoek die de knikker maakt, komen de kinderen tot de formulering van de hypothese: Deze hoek (invalshoek a2) moet gelijk zijn aan de hoek bij het terugkaatsen (hoek a1). Het gaat nu niet meer om het combineren van feitelijke gegevens dat tot resultaten leidt. Het feitelijke wordt gezien als bijzonder geval van een algemene regel.



Figuur 3.5: Biljartproef als illustratie van het hypothetisch-deductief denken. Bron: Inhelder & Piaget, 1958

Propositioneel redeneren

De term 'propositioneel redeneren' verwijst naar het verschijnsel dat het denken niet meer uitsluitend betrekking heeft op concrete situaties, maar in plaats daarvan vooral op beweringen, op proposities (Piaget, 1947). De gegevens van de werkelijkheid worden samengevat in (algemene) beweringen. Met deze beweringen wordt dan verder gewerkt. Propositiones zijn elementen van het formele denken. Zij zijn abstract in die zin dat het waarheidsgehalte van een bewering losgemaakt kan worden van de ervaring. Of een bewering waar is, kan op logische gronden worden bepaald uit het waarheidsgehalte van andere beweringen. In deze periode wordt het mogelijk om 'als...dan'-redeneringen op te zetten. Deze vorm van redeneren, eerder afgeleid uit de vorm dan uit de inhoud van de beweringen, is nieuw in de ontwikkeling van het individu. Het is eerder deductief dan inductief te noemen. Bij inductief redeneren wordt uitgegaan van het specifieke, bijvoorbeeld van een ervaren gebeurtenis. Van daaruit probeert men algemene conclusies te trekken. De uiteindelijke conclusies zijn niet beter dan de gegevens waarop zij gebaseerd zijn. Een kind dat bijvoorbeeld nooit een Deense dog of sint-bernard gezien heeft, zou kunnen concluderen dat honden kleine dieren zijn. In het algemeen worden onontkoombare generalisaties, gebaseerd op logische noodzakelijkheid, door middel van deductie verkregen. Aangezien de waarheid of onjuistheid van een gededuceerde conclusie onafhankelijk is van de empirische inhoud van de premissen, is het mogelijk vanuit premissen te redeneren die nog niet ervaren zijn of die zelfs in strijd zijn met de ervaring. Zo zou je kunnen aannemen dat de baan van een projectiel niet door de zwaartekracht beperkt wordt, of dat er levende organismen zouden bestaan met een ademhalingssysteem dat op waterstof gebaseerd is. Deze vorm van hypothetisch-deductief redeneren is kenmerkend voor het stadium van de formele operaties.

Een voorbeeld ter verduidelijking. Een puber/adolescent is in staat naar aanleiding van de instructie: 'Laten wij ervan uitgaan dat steenkool wit is', een redenering op te zetten. Een jonger kind kan een veronderstelling in strijd met de concreet zichtbare werkelijkheid

nauwelijks aanvaard. Het zal antwoorden dat steenkool immers zwart is. In plaats van met objecten, kan de puber/adolescent nu ook met beweringen werken.

Nog een voorbeeld. Kinderen beneden de twaalf jaar krijgen de volgende redenering voorgelegd: 'Ik ben blij dat ik niet van uien houd, want als ik ervan hield, zou ik ze altijd eten en ik houd er niet van om iets te eten wat ik niet lekker vind'. Het kind beneden de twaalf jaar merkt de contradictie tussen de veronderstelling: 'Als ik ervan hield' en de feitelijkheid: 'Ik houd er niet van' doorgaans niet op. Propositionen spelen een belangrijke rol als een vorm van redeneren waarin verbanden in hypothesevorm als oorzakelijk gesteld worden en met het oog op hun gevolg worden geanalyseerd.

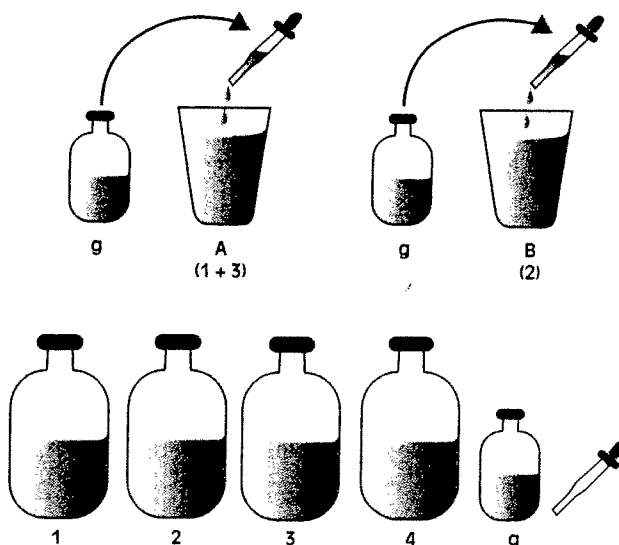
Combinatorisch redeneren

Volgens Piaget (1972) is de puber/adolescent in staat alle mogelijke combinaties van afzonderlijke eigenschappen van objecten na te gaan, kwantitatieve relaties tussen eigenschappen uit te drukken in proporties en causale relaties over het wel of niet voorkomen van bepaalde combinaties af te leiden. Piaget stelt zich de vraag op welke leeftijd het kind tot systematiek zou komen, wanneer de opgave is via systematische combinatie tot een resultaat te komen.

Met de vloeistofproef, zie figuur 3.6, is het mogelijk combinatorisch denken te illustreren (Inhelder & Piaget, 1958; Karplus, 1971). Het kind krijgt vijf flesjes met verschillende vloeistoffen voor zich. De vloeistoffen zien er hetzelfde uit, zijn zowel kleurloos als reukloos. De flesjes zijn genummerd: 1 = zwavelzuuroplossing, 2 = water, 3 = waterstofperoxide, 4 = thiosulfaat, 5 = een druppelflesje met g aangeduid, bevat een jodiumverbinding van kalium.

Het is bekend dat waterstofperoxide (3) kaliumjodide (g) in een zuur (1) doet oxideren. De samenstelling 1 + 3 + g zal dus een gele kleur opleveren. Aangezien water (2) neutraal is, zal toevoeging ervan geen verandering in de kleur brengen. Toevoeging van het thiosulfaat (4) aan de combinatie (1 + 3 + g) zal de kleur ontnemen. De puber/adolescent krijgt twee glazen, één vol 1 + 3, en één vol 2. Voor de ogen van de persoon doet men enkele druppels g in beide glazen en laat hem/haar de verschillende chemische reacties vaststel-

Figuur 3.6: De vloeistofproef als illustratie van het combinatorisch denken.
Bron: Inhelder & Piaget, 1958; Karplus, 1975



len. De vraag is dan om de gele kleur zelf te maken, gebruikmakend van 1, 2, 3, 4, en g. Dus de vraag is, welke combinatie van vloeistoffen een geel mengsel doet ontstaan. Een kind in het concreet-operationele stadium gaat onsystematisch allerlei combinaties proberen. Als het door toeval de juiste combinatie vindt, is het niet in staat direct die combinatie te reproduceren. Een kind dat formele operaties kan hanteren, zal eerst bedenken welke combinaties van vloeistoffen mogelijk zijn en gaat dan deze combinaties systematisch beproeven. Wanneer het de juiste combinatie gerealiseerd heeft, kan het deze ook direct reproduceren.

Gerichtheid op het niet-actuele

Het formele denken dient niet opgevat te worden als het achteraf structureren van de werkelijkheid en evenmin als systematisering van de ervaringsgegevens die eerst verworven moeten zijn. Het is een ontwerp, een organisatie van de werkelijkheid voorafgaande aan het experimenteren en ervaren. Op de voorgrond staat de *mogelijkheid* in plaats van de actualiteit die pregnant aanwezig is in het concreet operationele stadium. Het gaat om het 'wat zou kunnen zijn' en niet alleen maar om het 'wat is'. De werkelijkheid is als het ware secundair aan de mogelijkheid. De bestaande wereld is slechts één verwerkelijking van de verzameling van mogelijke werelden.

Met het formele denken in deze periode zijn we beland bij het eindstadium van de ontwikkeling van de intelligentie. Het individu vanaf het elfde of twaalfde jaar onderscheidt zich van het kind doordat het in zijn reflectie het momentane van het kinderlijke denken doorbreekt. In het dagelijkse beleven en ervaren is het niet-actuele steeds present. De puber/adolescent komt tot het ontwerpen van theorieën en systemen in de meest ruime zin van het woord. Hij reflecteert op zijn eigen denken en construeert vooral theorieën over intermenselijke relaties. Vanuit functioneel standpunt kan dit beschouwd worden als een hefboom door middel waarvan socialisatie mogelijk wordt gemaakt. De belangstelling voor sociale, politieke en levensbeschouwelijke problemen is vaak heftig (De Wit & Van der Veer, 1977). Pubers/adolescenten hebben interesse voor wereldproblemen als milieuverontreiniging, oorlog en rassendiscriminatie, en kunnen ook actief meedenken over de mogelijkheden om deze problemen op te lossen. Sommigen maken zelfs een religieuze crisis door. Wezenlijk voor de puberteit is de gerichtheid op het niet-actuele, het komende en het toekomstige. Deze heroriëntatie wordt door de formele operaties mogelijk gemaakt. Het formele denken is tegelijkertijd een reflectie van de intelligentie op zichzelf en een omkering van de verhouding tussen het werkelijke en het mogelijke. Deze aspecten van het formele denken maken de nagestreefde deelname aan maatschappelijke activiteiten mogelijk.

Het formele denken: slechts door enkelen bereikt

In het voorgaande hebben we reeds gesteld dat Piaget vooral geïnteresseerd was in de relatief universele verschijnselen van de ontwikkeling van de intelligentie. Over de eerste drie stadia, te weten: de periode van de sensomotorische, de pre-operationele en concrete operaties kan gezegd worden dat er inderdaad maar één patroon mogelijk is waarlangs de intelligentie zich blijkt te ontwikkelen. Doorgaans is er sprake van een volledige ontwikkeling van de kenmerken van het intelligente functioneren in deze drie perioden. De feiten spreken anders voor de ontwikkeling van de formele operaties. Zij verschillen aanmerkelijk van de ontwikkeling van de concrete operaties, ofschoon de vroege publicaties van Piaget nadrukkelijk de indruk wekken dat formeel denken in de puberteit regel is. Alle opgenomen verslagen getuigen ervan dat de proefpersonen functioneren op een formeel niveau.

Piaget ontdekte heel veel logica in de denkprocessen van pubers/adolescenten.

Uit empirisch onderzoek van anderen blijkt echter dat de kenmerken van het formele denken bij lange na niet bij alle pubers/adolescenten, ook niet bij de zeer begaafden, en evenmin bij alle volwassenen optreden. Slechts een zeer bescheiden deel van de individuen boven de twaalf jaar blijkt volledig aan de kenmerken van het formele denken te voldoen (Laurendeau-Bendavid, 1977; Keats, 1985; Shea, 1985). Er zijn samenlevingen bekend waarin zelfs de volwassenen niet eens volledig functioneren op het niveau van de concrete operaties (Dulit, 1972; Kelly, 1971). Samenvattend merken Segall et al., (1990) op:

'Yet research has shown that the majority of adolescents and adults in Western societies, even those schooled at the level of high school or university, do not reason in formal operational fashion except under certain conditions and in certain domains (particularly in their professional specialization).'

(Segall et al., 1990, p. 154).

We concluderen dat de theorie van Piaget over de formele operaties alleen gedeeltelijk ondersteund wordt. Zoals het een goed wetenschapper betaamt, heeft Piaget zijn opvatting gereviseerd op grond van het onderzoek van anderen. Hij stelt dat alle volwassenen het vermogen hebben tot formeel-operationeel redeneren, maar dat dit vermogen zich alleen onder gunstige omstandigheden manifesteert (Piaget, 1947). Piaget heeft zijn opvatting inzake formele operaties geadapteerd aan de werkelijkheid.

3.5 Terugblik

Piaget is de belangrijkste geleerde geweest die jarenlang de kwalitatieve benadering van de intelligentie gedomineerd heeft. Zijn individuele bijdrage aan de psychologie in deze eeuw is buitengewoon groot geweest. Bijna zijn gehele werkzame leven is gewijd aan de vraag hoe de intelligentie zich ontwikkeld heeft.

Piagets theorie over de ontwikkeling van de intelligentie heeft betrekking op de mentale adaptatie aan nieuwe situaties. Een soort evolutieproces herhaalt zich in de ontwikkeling van de pasgeborene tot de jongvolwassene. Bij het verschijnen van de formele operaties heeft de persoon het cognitieve gereedschap dat hem of haar in staat stelt zich te kunnen adapteren aan een sterk veranderende situatie. In vergelijking met de huidige empirische dominantie in de psychologie gebruikte hij ter beantwoording van de vraag hoe intelligentie zich ontwikkeld heeft, tamelijk onorthodoxe methoden. Piaget poneerde dat de ontwikkeling van de intelligentie gekenmerkt wordt door vier duidelijk te onderscheiden stadia, die op een karakteristieke manier de interactie van het kind organiseren met zijn omgeving. Hoewel de snelheid van de intelligentie-ontwikkeling per kind kan variëren, is de volgorde van de ontwikkeling voor alle kinderen gelijk. Piaget baseerde zijn stadiatheorie ten eerste op observaties van het gedrag van zeer jonge kinderen en ten tweede op de wijze waarop deze kinderen bepaalde taken oplossen. Een groot aantal van deze taken is ontleend aan zowel het experimentele werk van Binet als aan diens intelligentietest. Hierdoor is dan ook de grote mate van overlap tussen 'Piagettaken' en intelligentietests te verklaren. In het hoofdstuk dat hierop volgt, gaan we hier nader op in.