



WETENSKAPLIKE BYDRAES VAN DIE PU VIR CHO
Reeks H: Inouguerele Redes Nr. 23

**PROGRAMMEERDERS OF INTERPRE-
TEERDERS? – DIE ROL VAN HEDEN-
DAAGSE STATISTICI**

J.C. Geertsema

Potchefstroomse Universiteit vir CHO
1976

PROGRAMMEERDERS OF INTERPRETEERDERS? – DIE ROL VAN HEDENDAAGSE STATISTICI

Daar is tans opnuut 'n besef van die noodsaaklikheid dat die wetenskap en die gewone man nader aan mekaar gebring moet word. Dit word deur die Amerikaanse denker en fisikus, Warren Weaver, soos volg gestel¹⁾: „Many scientists – and the public which they have over and falsely impressed – have created a horrid and dangerous gap between science and the rest of life ... What we must do – scientists and non-scientists alike – is close the gap. We must bring science back ... to take its place as a friendly and understanding companion to all the rest of life”.

In 'n onlangse nommer van *Science*²⁾, orgaan van die *American Association for the Advancement of Science*, word daar juis in die redaksionele artikel oor hierdie saak gehandel onder die opskrif *Understanding of science*. In dié artikel word 'n plan van aksie aangekondig om begrip van die wetenskap by die Amerikaanse publiek te bevorder. Die organiseerders van die plan beoog benutting van die massakommunikasie-middels, veral televisie, 'n nuwe tydskrif, 'n lesing-program en navorsing oor die oorsake en oorkoming van wanopvattinge oor die wetenskap by die breë publiek.

Die artikel meld veral die volgende sake waarvan die publiek begrip behoort te kry:

Eerstens, 'n begrip van die wetenskap self, sy struktuur en sy werkswyse: „To understand science, one must acquire a taste, or at least a tolerance, for the beauty of mathematical models, of the structure of galaxies or crystals, of DNA. One must appreciate the process itself – data that fall into place after years of analysis, finding the missing element that completes a table, predicting an event on the basis of careful calculations and a flash of insight – as an end in itself”.

Tweedens moet die publiek insig kry in die nut van die wetenskap: „One must understand that the scientist, while not a rainmaker who can deliver solutions to specific problems on short order, nevertheless addresses himself to relevant problems of the day – that, in ways difficult to specifically foresee and almost impossible to control, scientific efforts do “pay off” and are not just idle games. The public must learn that scientific findings are always tentative and may prove erroneous or obsolescent, but that their tentative guide is more valid and safe than any other approach to the world”.

Die artikel sluit af deur die omvang en moeilike aard van die gestelde taak te beklemtoon en sê dan: „The future of science in America may well depend on this effort”. 'n Mens kan nie help om raak te sien dat hierdie laaste sin die hele motivering vir die bekendstellingspoging verraai nie, naamlik om onder-

steuning en veral finansiële ondersteuning vir die wetenskap te verkry. Dit is natuurlik nie verkeerd om finansiële ondersteuning vir die wetenskap te bevorder nie, maar dit kan tog seker nie dien as belangrikste motivering vir die bekendstelling van die wetenskap nie. Hoewel mens van hierdie punt in die artikel ook duidelike sententiale en neutralistiese elemente bevat, is daar tog 'n belangrike waarheidskern teenwoordig, naamlik: die wetenskap moet bekendgestel word, daar moet by die publiek meerderde begrip kom vir die aard en werkswyse van die wetenskap asook vir die nut daarvan.

Dit alles hang nou saam met die doel van die wetenskap. Die standpunt van die Christen hieroor word duidelik bewoord deur H. G. Stoker^{3, 4}: „Die hoogste doel van die wetenskap is meteen die hoogste doel van die hele lewe van die mens, van sy bestaan en van al sy doen en late, naamlik die eer en verheerliking van God Drie-enig, uit Wie, deur Wie en tot Wie alle dinge — ook die menslike wetenskap is”.

Aan hierdie hoogste doelstelling word dan die volgende twee doelstellings gekoppel:

Eerstens: Deelname aan die waarheid. Die besit van kennis en insig het 'n besondere waarde. Dit bring 'n verryking van die menslike gees wat slegs verwonderd kan staan oor die grootsheid, liefde, wysheid en almag van God.

Tweedens: Diens wat die wetenskap kan lewer. „Wetenskap moet ook in diens staan van die volheid van die menslike lewe ... en van alles wat in en met die kosmos bestaan”.

Uit hierdie doelstelling van die wetenskap vloei nou voort dat die kennis en insig wat deur die wetenskap met pynlike moeite verkry is ook so weergegee moet word dat dit ten minste in hooftrekke vir elke mens beskikbaar word. So kan hy dan deel daaraan en beter toegrens wees vir die vervulling van sy roeping. Volgens die Spreukedigter⁵ is die verkryging van wysheid en verstand beter as silwer, goud en koral.

Verder is dit noodsaaklik vir die toepassing van die wetenskaplike resultate dat die potensieë benutten daarvan moet wettig gaan en wat die moontlikhede is. Daarom moet die wetenskap ook aan die moontlike toepassing duidelik en eenvoudig bekendgestel word. As hiermee moeite gedoen word, sodat die regeerders, wetmakers, kiesers en nywerars begrip kry van die inhoud en prestasies van die wetenskap, sal dit seker ook (om aan te sluit by *Science*) baie beter gaan met die finansiering van die wetenskap.

Ongelukkig is dit egter meestal so dat wetenskaplikes, selfs in 'n kommunikaasiepoging met die breë publiek, hulle wetenskap beskryf in hoogerdrawende taal en met oorvloedige gebruik van vakterminologie. Op die wyse ontstaan daar 'n atsydige houding by die publiek teenoor die wetenskap, asook misverstande wat nadelig inwerk.

Die statistiese wetenskap is seker een van die wat die meeste onder misverstande gelyk het. Die talle gesegdes en grappies ten koste van statistiek is berug, maar wat ontstellend is, is dat selfs media wat ingelig behoort te wees hulle aan growwe wanvoorstellings skuldig maak. 'n Voorbeeld hiervan is 'n artikel in die Amerikaanse nuustydskrif *Time* onder die opskrif *The science and snares of statistics*.⁶⁾ In 'n kritiese bespreking van die gebruik van statistiek word die hele statistiese wetenskap belaglik voorgestel deur middel van 'n aantal voorbeelde van skynbaar statistiese uitsprake wat gemaak is deur nie-statistici. So word verwys na 'n skatting van die skade tydens die berugte Detroit-onluste wat onder druk van koerantmanne deur die brandweerhoof op \$500-miljoen gestel is. Later het dit geblyk aansienlik minder te wees. Terwyl so 'n verwysing seker nie te ernstig hoef opgeneem te word nie, aangesien dit met wetenskaplike statistiese werk weinig te doen het, is daar ander bewerings in die artikel van 'n ernstiger aard. Daar word verwys na die bekende Kinsey-verslae oor die geslagslewe van Amerikaners en beweer dat verreikende gevolgtrekkings gemaak is op grond van 'n steekproef wat veels te min mense ingesluit het, byvoorbeeld in een van die verslae oor mans is daar 5 300 mans ondervra wat dan té min sou wees. In verdere opmerkings word die hele proses van steekproefneming soos volg verdag gemaak: „One cherished statistical tool is the sample. Not even statisticians can agree on how big or good a sample can be relied upon as representing the whole”. Tereg wys 'n brieffskrywer, Edwin Cox, in 'n volgende nommer van die tydskrif⁷⁾ daarop dat die Kinsey-verslae nie gekritiseer was vanweë die klein steekproef nie, maar omdat die steekproef nie getrek was uit die groep wat hulle moes verteenwoordig nie. Dit was naamlik 'n steekproef uit die Amerikaanse mans wat gewillig was om hulle intieme sake met navorsers te bespreek. Die geslagslewe van mens wat nie bereid is om dit met navorsers te bespreek nie, is heel moontlik heelwat anders en moes ook in ag geneem gewees het.

In ander opmerkings word die volgende gesê: „The computer has enshrined statistics”, says M.I.T.'s Professor Harold A. Freeman. „Without it, statistics would still be a grubby („smerige”) business. Where once all they had to do was count, and perhaps draw graphs, statisticians are now 'programmers', with a mystique all their own”. Hier het ons by die kern van die rede gekom — is statistici programmeerders? Die antwoord hierop is 'n besliste nee. Ons het hier te doen met een van die mees algemene misverstande oor statistiek — tans geklee in moderne gewaad. Die siening dat statistiek bloot die invoer van massas syfers in 'n rekenaar is, is 'n totaal skewe siening. Die opmerkings van brieffskrywer Cox is weer reg in die kol: „Professionally trained statisticians are much more than number collectors and graph drawers. Sir Ronald Fisher's (die eerste statistikus wat tot ridder geslaan is) work proves statistics was not a 'grubby business' before computers, and computer age statisticians like Tukey, Savage and Blackwell are far more than 'programmers'”.

Dit word dus duidelik dat statistici 'n besondere taak het om hulle wetenskap duidelik te omlyn vir nie-statistisi. 'n Kort definisie van statistiek kan die volgende wees: Statistiek is die wetenskap van die versameling van data, van die verwerking van data en van die interpretasie van data⁸.

Hoewel die drie aspekte van versameling, verwerking en interpretasie van data nou saamhang, wil ek tog die klein laat val op die interpretasie van data. As ons vir 'n oomblik terugkeer na die titel van hierdie rede, dan wil ek statistici karakteriseer as *interpreteerders*. Waar die verkeerde siening van statistici as programmeerders hulle bloot koppel aan die moderne rekenaar, plaas die benaming *interpreteerders* hulle in juister lig. 'n Interpreteerder is iemand wat die betekenis verduidelik, wat verklaar, wat vertolk. Die interpreteerder is 'n toek in die ware sin van die woord: hy moet as tussenganger dien tussen data en die man wat wil weet wat die data se. Die interpreteerder is die man wat die data verstaan en die boudskap daarvan aan die belangstellende verduidelik. So gesien is dit duidelik dat die statistikus wel meer is as 'n programmeerder. In dieselfde asem wil ek darem se dat die rekenaar beskou moet word as een van die belangrikste hulpmiddels in die toepassing van statistiek. Daar moet net gewaak word teen die opvatting, ook van sommige statistici, dat statistiek maar in rekenaarwerk kan opgaan, terwyl die behoorlike teoretiese fundering agterweë bly.

Die taak om statistiek by die publiek bekend te stel geniet tans die besondere aandag van die Amerikaanse Statistiese Vereniging. In samewerking met 'n vereniging van wiskundeonderwysers het die vereniging pas 'n bundel van 44 opstelle onder die titel *Statistics: a guide to the unknown*⁹ laat verskyn. Die bundel is opgestel deur erkende deskundiges en beskryf in populêre taal moderne toepassings van statistiek. So is daar artikels oor die rol van statistiek in die toetsing van die Salk-polio-entstof, in die vraagsuk van rook en longkanaker, in ondersoek na die vraag of snelheidsrekenaars padongelukke verminder, in die voorspelling van die uitslag van 'n verkiezing, of die voorspelling van die toekomstige bevolking van 'n land, in 'n ondersoek na reënmaakmetodes, in rekenmeesterwerk.

Laat ons een van hierdie voorbeelde in besonderhede beskou. In die vyftigjarige het polio-epidemies baie ernstige afmetings begin aanneem. Toe die Amerikaanse navorsers Salk met 'n entstof na vore kom, is besluit om dit eers deeglik te toets vir effektiwiteit. Daar was verskillende moonlike metodes om 'n eksperiment te beplan:

(1) Versprei die entstof so wyd moontlik en stel vas of dit nie lei tot 'n laer voorkoms van polio as in die vorige jaar nie. Hierdie wyse van versameling van data sou egter lei tot 'n onoorkomelike interpretasieprobleem, aangesien syfers getoon het dat die voorkoms van polio in elk geval sommige jare aansienlik laer was as in ander jare om geen klaarblyklike rede nie.

(2) Dien die entstof toe aan kinders in een landstreek en vergelyk dan die

voorkoms van polio in dié landstreek met dié in die res van die land. Maar 'n soortgelyke probleem met die interpretasie van die data sou hier ondervind word — die voorkoms van polio verskil in ieder geval van landstreek tot landstreek.

(3) 'n Benadering wat baie sterk voorgestaan is, was om alle kinders in graad twee oor die hele land wat sou inwillig tot die proefneming, te ent en dan die voorkoms van polio onder hulle te vergelyk met die voorkoms onder die kinders in graad 1 en graad 3. Dié benadering het egter baie kritiek uitgelok, waaronder die volgende: By die diagnosering van 'n moontlike poliogeval onder die graad 2 kinders, sou 'n dokter navraag doen of die kind geënt is of nie. Dié kennis sou hom kon beïnvloed in geval van 'n moeilike diagnose. Daar was nog ernstiger besware. Die vrywillige kinders uit graad 2 vorm 'n spesiale groep — daar is later vasgestel dat hulle uit meer welgestelde en beter ontwikkelde huise kom. Daarom sou hulle as groep nie vergelykbaar wees met die groot massa graad 1- en graad 3-kinders nie. Die ander beswaar was dat dit byna onmoontlik sou wees om te beslis of 'n waargenome verskil in voorkoms van polio by geënte en nie-geënte kinders die gevolg van die entstof is, of van toevallige variasie. Ondanks hierdie besware is daar tog voortgegaan met proefnemings op hierdie basis, maar in 'n groot deel van Amerika het plaaslike gesondheidsowerhede 'n sterk standpunt ingeneem en besluit om 'n vierde, statisties korrekte, benadering te volg.

(4) Die ondersoek is beperk tot graad 2-leerlinge en by elk wat ingewillig het om deel te neem is deur middel van 'n kansmeganisme besluit of die entstof of 'n kontrolemiddel aan hom toegedien word. Dit is so gedoen dat elke leerling 'n gelyke kans gehad het om die entstof of die kontrolemiddel te kry. Dit kon byvoorbeeld gedoen word deur by elke leerling 'n muntstuk op te skiet en die entstof toe te dien as kruis bo val. Daar is egter meer gesofistikeerde metodes om dit te doen. Die kontrolemiddel was 'n soutoplossing wat geen effek kon hê nie en wat presies soos die entstof daar uitgesien het. Die toediening is so gereël dat nóg die toediener nóg die ontvanger geweet het of die entstof of die kontrolemiddel toegedien word. Hiermee is die besware teen die ander metodes oorwin: by die diagnose van 'n moontlike poliogeval sou die dokter nie beïnvloed kon word deur kennis daarvan of die kind geënt is of nie. Verder is die leerlinge deur middel van die kansmeganisme op 'n objektiewe wyse in twee groepe verdeel. Dié metode van verdeling lewer gewoonlik twee redelik eenderse groepe, wat dan direk met mekaar vergelykbaar is. Baie belangrik is dat die resultate nou vatbaar is vir wiskundige ontleding gebaseer op die waarskynlikheidsteorie — die data kan nou wetenskaplik geïnterpreteer word.

Hierdie laaste metode is toe grootliks toegepas. Daar was omtrent 400 000 vrywilligers. Deur middel van 'n kansmeganisme is hulle verdeel in twee groepe wat toe uit ongeveer 200 000 elk bestaan het. Per honderduisend was daar 28 poliogevale onder proefleerlinge en 71 onder die kontroleleerlinge. Wat

se hierdie data? Dit kan byvoorbeeld beweer word dat die entstof geen effek het nie en dat dit bloot toevallig was dat uit die leerlinge wat in elk geval siek sou word die meerderheid deur middel van die kansmechanisme by die kontrolegroep ingedeel is. Maar die statistikus kan die waarskynlikheid van so 'n toevalligheid bereken omdat die eksperiment korrek beplan en uitgevoer is. In hierdie geval word die verskil tussen 28 polliogevalle onder die proefleerlinge en 71 onder die kontroleleerlinge statisties geëvalueer as baie moeilik toe te skryf aan toevallige variasie. Die enigste alternatief is dat die entstof effek-tief moet wees. So is die effektiwiteit van die Salk-entstof bevestig. Ons sien dat die versameling en interpretasie van data delikate sake is wat streng weten-skaplik onderneem moet word.

Daar is dan ook baie teoretiese navorsing in statistiek nodig. Dit is belangrik dat besef sal word dat die sukses van statistiese tegnieke gernugsteun word deur intensiewe navorsing waarin gevorderde wiskunde 'n groot rol spel. Hierdie navorsing is daarop gerig om nuwe statistiese metodes daar te stel vir 'n nuwe probleem, asook om bestaande metodes te evalueer en te verbeter. Terloops kan opgemerk word dat hoewel daar 'n baie hegte band tussen wiskunde en statistiek bestaan, dit nie so is dat statistiek 'n vertakking (10) van die wiskunde is nie. So merk die Britse statistikus M.G. Kendall op: "Mathematics plays a great and growing part in statistical theory, and there could be no theory without it, but that theory is no more a branch of mathematics than is engineering or astronomy; ..." Soos in ingenieurswese en sterrekunde, dien die wiskunde as hulpmiddel in die statistiese navorsing.

'n Area wat tans besondere onderwerp van navorsing in ons eie departement statistiek is, staan bekend as sekvensiële analise. Die woord sekvensiël, wat verband hou met die Engelse woord *sequence*, dui aan: een na die ander. Die sekvensiële analise bestudeer dan statistiese prosedures wat daardeur gekenmerk word dat die gegewens stap vir stap ingesamel word en nie soos gewoonweg almal tesame nie. Die voordeel daarvan om die waarnemings een vir een te verkry, is daarin geleë dat die statistikus dan nie vooraf hoef te besluit hoewel waarnemings gedoen gaan word nie — hy kan soos die waarnemings een-een verkry word ophou met waarnemings doen wanneer genoeg informasie verkry is. Dikwels is dit tydrowend of baie duur om 'n waarneming te doen en dan is dit van groot belang om presies soveel waarnemings te maak as wat nodig is — niks meer nie. Gestel byvoorbeeld dat in 'n onder-soek 'n nuurpyl opgeskiet moet word om 'n enkele waarneming te verkry — 'n enkele waarneming is dan baie duur. 'n Sekvensiële metode lyk hier aange-wese. Tydens die Tweede Wêreldoorlog is die eerste belangrike tegnieke in hierdie rigting met groot sukses in die geallieerde wapenbedryf toegepas en is dit as hoogsgeheime inligting beskou.

Tans is daar weer 'n nuwe oplewing in die navorsing in die rigting. Een van die vaders van die moderne statistiek, J. Neyman, bestempel 'n onlangse

resultaat van 'n navorser op hierdie gebied, H.E. Robbins, as „'n merkwaardige prestasie”¹¹⁾. Die rigting waarvan hier sprake is, wat insluit die teorie van betroubaarheidsrye, hou myns insiens groot moontlikhede vir die toekoms in. Ek vertrou dat u my sal toelaat om hierdie ontwikkeling kortliks te beskrywe. 'n Betroubaarheidsry is 'n ry van intervalle, sodanig dat die waarskynlikheid dat al die intervalle 'n onbekende parameter gelyktydig bevat, voorgeskryf kan word. In die praktyk word die intervalle van die ry een na die ander bereken en vir elke nuwe interval moet 'n addisionele waarneming gemaak word. Die voordeel hiervan is dat die proses op enige willekeurige punt gestaak mag word en nogtans bevat die laaste interval die parameter met voorgeskrewe waarskynlikheid. Hierdie punt waar die proses gestaak word, mag afhang van die data en ook van ander inligting. So stel 'n betroubaarheidsry ons in staat om, as dit blyk dat die waarnemings in 'n gegewe steekproef te min is vir behoorlike interpretasie, bloot voort te gaan en addisionele waarnemings te doen totdat dit blyk dat daar genoeg is, of totdat daar nie meer fondse beskikbaar is om verder te gaan nie. 'n Betroubaarheidsry is 'n kragtige hulpmiddel en besonder plooibaar. Die uitdaging is om *goeie* betroubaarheidsrye te konstrueer vir toepassing in verskillende situasies. 'n Begin is reeds hiermee gemaak, maar daar bly nog baie werk oor. Analoog aan 'n betroubaarheidsry, definieer ons 'n seleksiere as 'n ry van versamelings van populasies wat gelyktydig die *beste* populasie met voorgeskrewe waarskynlikheid bevat. Sodoende kry ons 'n nuwe benadering tot die seleksieprobleem en die moontlike toepassings is baie.

Waar vroeër in hierdie rede gewys is op die belangrikheid daarvan om die wetenskap bekend te stel, geld hierdie belangrikheid in die besonder ook die statistiese wetenskap. Die insigte van die statistiek is van groot belang by alle wetenskaplike eksperimentering wat onvermydelik tot die interpretasie van data moet lei. Maar ook vir die breë publiek word dit al belangriker om 'n juiste beskouing van syfers te hê. Een of ander tyd kry elkeen met statistiese tegnieke te doen, of moet hy 'n standpunt inneem oor uitsprake wat op grond van statistiese metodes gemaak is. In sommige lande word daar byvoorbeeld al stellings soos die volgende oor die radio uitgesaai: „Die waarskynlikheid van reën môre is 80 persent”.

Maar ook wat die toepassing van statistiek betref is daar baie moontlikhede as die potensiele benutter net weet waarom dit gaan. So het die voordele van statistiese steekproefneming blykbaar eers in die laaste paar jaar tot die rekenmeesters in ons land deurgedring en word dit nou met groot entoesiasme gebruik. Veral in die handel en die nywerheid is die moontlikhede legio.

Seker die blywendste bekendstellingsmetode van 'n wetenskap soos statistiek is deur middel van die onderwys. In etlike oorsese lande word statistiek reeds op skool aangebied, gewoonlik as deel van die wiskundeleerplan. Die statistici daar help ywerig om sodanige onderwys te bevorder en die probleme wat

noodwendig ontstaan op te los. So bestaan daar reeds sedert 1970 'n permanente komitee in Brittanje wat spesiaal hiermee werk. Onlangs het die vertigtinge van 'n internasionale simposium in die USA oor die onderrig van statistiek op skool verskyn ¹²⁾. Van die mees vooraanstaande statistici het hieraan deelgeneem. Terwyl oorsce reeds gekonfereer word oor metodes om die skoolonderrig van statistiek te verbeter, word by ons nog maar enkele stemme gehoor wat die wenslikheid van statistiek as deel van die skoolleerplan bepleit. Hoe lank gaan Suid-Afrika nog agterbly?

Aan ons universiteit is daar 'n groeiende bewuswording van die noodsaaklikheid van minstens 'n elementêre kursus in statistiek vir meeste rigtings. 'n Vraag wat in die verband belangrik word is die organisasie van statistiek-kursusse vir verskillende studierigtings. Een moontlikheid is dat in elke departement of groep departemente iemand belas word met die dosering van statistiek vir die betrokke studierigting. So 'n stelsel is nadelig in die opsig dat dit lei tot isolering van die verskillende statistici van mekaar by die universiteit. Die onderlinge kontak is uiters belangrik vir wedersydse inspirasie en kennisname van nuwe ontwikkelings. So 'n stelsel kan ook lei tot 'n onekonomiese vermenigvuldiging van statistiekkursusse wat dikwels duplisering inhou.

'n Ander moontlikheid is dat die departement statistiek self alle kursusse in statistiek vir die hele universiteit behartig. 'n Nadeel hiervan is dat departement Statistiek kan hê nie.

'n Moontlike uitweg wat ek ook persoonlik wil ondersoek, is dat statistici wat in die verskillende toepassingsrigtings spesialiseer verbonde sal wees aan die departement Statistiek maar terselfdertyd ook aan die betrokke ander departemente. So kan biometrici verbonde wees aan die departement Statistiek en die departemente Dierkunde, Plantkunde en Bodemkunde. Psigometrici kan verbonde wees aan die departement Statistiek en die departemente Psigo-logie en Empiriese Opvoedkunde. Ekonometrici kan verbonde wees aan die departemente Statistiek en Ekonomie. So sal die statistici aan die universiteit 'n saamtrekpunt hê, naamlik die departement Statistiek. Dit behoort ook te lei tot onderlinge samewerking tussen die meer teoretiese statistici en die meer toegepaste statistici, tot almal se voordeel.

Die elementêre kursusse in statistiek (en in ander dissiplines) staan soms bekend as *dienskursusse* met 'n effens onaangename assosiasie. Ek meen dosente in statistiek behoort kennis te neem van die opmerking van die vooraanstaande Amerikaanse statistikus, John Tukey ¹³⁾: "Are we interested in getting the world to think at least a little like a statistician some of the time? And if so, then this ought to be one of our main businesses, not a service course". Om nou alles saam te vat: 'n Statistikus beoefen 'n wetenskap met 'n eie

karakter — sy hoofsaak is interpretasie van gegewens. Dit is 'n wanvoorstelling om 'n statistikus te sien as bloot 'n wiskundige, of bloot 'n programmeerder, of bloot 'n tabuleerder. Hierdie vermoë om te interpreteer is van groot belang vir die wetenskaplike sowel as die nie-wetenskaplike wêreld en behoort dus wyd bekend te wees. Daarom moet veral die onderrig van statistiek besondere aandag geniet.

VERWYSINGS

1. WEAVER, W. 1961. The imperfections of science. *American scientist*, 49:99-113.
2. SCIENCE, 177(4047) 4 Aug. 1972.
3. STOKER, H.G. 1968. Beginsels en metodes in die wetenskap. 2e dr. Kaapstad, Boekhandel de Jongh. p. 142-145.
4. STOKER, H.G. 1970. Oorsprong en rigting. Kaapstad. Tafelberg. II: p. 70-72.
5. SPREUKE 3:13-15.
6. TIME, 8 September 1967, p. 31.
7. TIME, 22 September 1967, p. 7.
8. KEMPTHORNE, O. 1968. The future of departments of statistics. (*In* Conference on the future of statistics, University of Wisconsin, 1967. The future of statistics; proceedings. New York, Academic Press. p. 104).
9. TAUNER, J.M. red. et al. 1972. Statistics; a guide to the unknown. San Francisco, Holden-Day.
10. KENDALL, M.G. 1942. On the future of statistics. *Journal of the Royal Statistical Society*, 105:69-91.
11. NEYMAN, J. 1971. Foundations of behavioristic statistics. Foundations of statistical inference. New York, Holt, Rinehart and Winston. p. 4.
12. INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE TEACHING OF PROBABILITY AND STATISTICS, Corbondale, Ill., 1969. 1970. The teaching of probability and statistics; proceedings of the first CSMP. Ed. by L. Rode. New York, Wiley Interscience.
13. CONFERENCE ON THE FUTURE OF STATISTICS, University of Wisconsin, 1967. 1968. The future of statistics; proceedings. New York, Academic Press.