

Informatiekunde en Wiskunde, een gedwongen huwelijk

D. Wielenga

Hogeschool Holland, Diemen

Samenvatting

Informatica, Computerkunde, Informatiekunde. De naam van het vak geeft de onzekerheid al aan. Waarheen moet informatiekunde? Aangezien er geen plaats is voor een examenvak, moet de informatiekunde de andere vakken in. Een gedwongen huwelijk met zicht op echtscheiding?

Dit wordt geen leuk verhaal dat stevig is gelardeerd met vette praktijkvoorbeelden die onomwonden aantonen dat datgene wat de enthousiaste schrijver beweert, nog wáár is ook. Ga dus maar naar het volgende artikel.

Dit wordt een beschouwing over informatiekunde als leergebied en als schoolvak. En wiskunde heeft daarmee te maken, zoals ook andere schoolvakken. Het huwelijk uit de titel is zeker niet monogaam bedoeld, integendeel.

In de opdracht die de eindtermencommissies voor de basisvorming kregen stond het heel duidelijk: houdt rekening met informatiekunde in je eindtermen voor je vak. En de commissie voor informatiekunde moest aanwijzingen geven hoe dat zou kunnen. Dat heeft de commissie gedaan, en dat gaat de commissie nog meer doen.

De opkomst van informatica en computerkunde als onderwerp binnen de muren van de school zal u wel bekend zijn. Het waren tenslotte voornamelijk wiskundigen die aan de wieg hebben gestaan. Intussen is de kleine redelijk op weg naar volwassenheid, en luistert zoals een puber betaamt liever naar anderen dan naar degene die 'de peuter spelend pienter' heeft gemaakt. En dat is maar goed ook, want de bijdragen van andere disciplines en didactieken maken informatiekunde tot een rijk leergebied. En die leraren van andere disciplines die hevig met informatiekunde geconfronteerd worden, pikken daar een zeker gevoel en waardering voor exactheid van mee.

Waarom is informatiekunde belangrijk geworden? Een van de eersten die onder woorden bracht welke vaardigheden mensen moesten bezitten om te kunnen

leven in een wereld vol elektronische informatieverwerking was prof. J. Davidse. In een lezing met de titel 'Leren voor een leven met micro-elektronica' gaf hij de volgende opsomming over elementaire vaardigheden voor mensen:

- enige vaardigheid in het 'algoritmisch denken';
- enig inzicht in een kwantitatieve benadering van de werkelijkheid;
- informatiebewustheid, met als aspecten: mate van zekerheid en onzekerheid; numerieke en niet-numerieke voorstellingswijze; ordeningsprincipes; redundantie; relevantie;
- enige kijk op de wijze waarop informatie gecodeerd wordt en hoe de verschillende informatiedragers zich tot elkaar verhouden;
- enig zicht op de technologische implementaties en verschijningsvormen van informatie;
- de ontwikkeling van 'ergonomisch besef': de vaardigheid om met apparaten om te gaan op basis van enig inzicht in de werking ervan.

Aan deze lijst voegt het VIN-rapport (Verkenningcommissie Informatica-opleidingen in Nederland, 1981) nog toe:

- inzicht in de invloed van informatie op de sociale en culturele structuren van de maatschappij.

En tegenwoordig, na 100-scholenproject, SLO-katernreeks en NIVO-project, bouwt de eindtermencommissie voort aan een opmerkelijk convergerend gedachtegoed. Daar wordt informatiekunde gedefiniëerd als het leergebied dat wil bereiken dat leerlingen inzicht verwerven in processen van doelgerichte gegevensverwerking, -verwerking, en -verstrekking. Bovendien is informatiekunde erop gericht, dat leerlingen met inzicht gebruik maken van gegevensverwerkende systemen, dat ze zicht krijgen op situaties

waarin het gebruik van gegevensverwerkende systemen mogelijk nuttig en/of noodzakelijk is, en dat ze de maatschappelijke betekenis en gevolgen van dat gebruik kunnen beoordelen.

Bij de realisatie van het leergebied informatiekunde ziet de commissie drie fasen:

Vorbereiding, kennismaking

Informatiekunde omvat de voorbereiding voor de directe toepassing van apparatuur en programmatuur binnen andere schoolvakken. In dit deel ligt dus de nadruk op de apparatuur, de programmatuur, de benodigde gegevens, de bediening en het gebruik. Leerlingen ontwikkelen in deze fase een goed mentaal beeld van het hen omringende systeem en de functies van de verschillende onderdelen van dit systeem. Ze leren dat de computer een veranderbaar apparaat is, dat er verschillende machines van gemaakt kunnen worden die verschillende functies kunnen uitoefenen zoals rekenaar, tekenaar, gegevensbeheerder, bestuurder, en wat al niet meer.

Dit deel van het leergebied zal in de beginfase van de basisvorming vorm moeten krijgen.

Ervaren en toepassen

In de tweede plaats is informatiekunde een leergebied in de basisvorming, waarvan een aantal aspecten in andere vakken aan de orde zullen komen (onder andere toepassingen van informatietechnologie). Het is vergelijkbaar met de wijze waarop in de basisvorming een wisselwerking ontstaat tussen vakken als wiskunde en aardrijkskunde of vakken Nederlands en vreemde talen.

Samenvatten, expliciteren en abstraheren

In de derde plaats is informatiekunde op te vatten als het vak, waarin algemene vakoverstijgende kennis en vaardigheden op het gebied van informatieleer en computerkunde, die eerder in verschillende contexten en vakken min of meer impliciet aan de orde zijn geweest, worden samengevat, geëxpliciteerd en geabstraheerd.

Dit deel van het leergebied informatiekunde moet aan het eind van de basisvorming zijn beslag krijgen. Logischerwijs worden hierop ook de eindtermen gebaseerd.

Ziet u hoe de mathematisering van de maatschappij niet ongemerkt aan ons voorbijgaat? Er staat hierboven (vooral bij Davidse) nogal wat dat een wiskundeleeraar een warm hart bezorgt. Associaties met modellenbouw, relaties en formules, algoritmie, talstelsels blazen het vuurtje aan.

Het waren ook meestal de wiskundeleraren die in de jaren zestig/zeventig pionierden. Vanzelfsprekend leek het toen dat de doelstelling van dit vak zich moest concentreren op programmeren en het ontwerpen van de algoritmen, die nodig zijn om voor een computer een programma te kunnen schrijven. In leerlingmethoden werd veel aandacht besteed aan de vraag 'wat is een algoritme'. Kenmerkend voor het lesmateriaal uit die tijd is de bedoeling een beeld van algoritmen en computers te ontwikkelen vanuit contexten die leerlingen kenden uit het dagelijks leven. De koffieautomaat en de lift waren voorbeelden van apparatuur, die

besturing nodig hebben. Momenteel zou men ook voor voorbeelden zoals video-apparatuur, fototoestellen, kopieermachines kiezen.

Belangrijke toepassingen van gegevensbeheer en -verwerking uit de maatschappij werden gebruikt om de doelstelling 'het leren ontwerpen van algoritmen' te realiseren: de girodienst, een personeelsadministratie, een bevolkingsregister, manipulaties met teksten en het simuleren van de werkelijkheid. Om een goed algoritme te schrijven moesten leerlingen leren inzicht te hebben in het structureren van gegevens, de aard van gegevens en wijze waarop in gegevens op een efficiënte wijze gezocht kon worden.

Opvallend is dat dergelijke contexten nu weer in de leerlingmethoden verschijnen bij het leren over gegevensbanksystemen en programmeeromgevingen. Het structureren van gegevens en het kunnen vastleggen van de relaties tussen die gegevens is blijkbaar een vaardigheid die toen en nu waardevol gevonden werden en worden. In die tijd werden veel voorbeelden en beelden gebruikt die nu nog steeds bruikbaar zijn, ook al zal men nu meer nadruk leggen op de gegevensstructuur dan op het te ontwikkelen algoritme, dat nodig is om deze gegevensstructuur in een voor de computer begrijpbare taal om te zetten.

Zoals al gezegd: informatiekunde ontwikkelde zich wég van wiskunde. Dat is niet erg, dat is goed. Ook mathophoben worden gecharmeerd van een in wezen mathematisch apparaat, een geestelijke machine. De computer vernietigt de dichotomie tussen de 'alfa- en beta-geesten'. Die ontstond namelijk door de manier waarop wiskunde geleerd moest worden: pen, potlood, papier; statisch; formeel. We misten daarbij kleur, vorm, muziek, meningsverschillen, compromis. Nu kunnen de beta's esthetica en de alfa's wiskunde doen! (Enkele uitspraken zijn van Seymour Papert; EEG-congres, Bologna.)

En vandaag vraagt men weer naar integratie van delen van informatiekunde binnen bestaande schoolvakken. En komt de vraag (van de minister) naar overlap met wiskunde. Er is wel eens gezegd dat de schoolwiskunde het jaar 2000 niet zou halen (door Freudenthal, natuurlijk). Voor die tijd is het weg-geïntegreerd.

Maar nu is het informatiekunde dat in die rol zit, gedwongen om politieke redenen. En eigenlijk is het niet eens inhoudelijk onverstandig, zoals je zou verwachten bij politiek. 'Vrouwen en Informatica' zegt wel dat je 120 uur informatiekunde als zelfstandig vak moet organiseren, anders wordt het niets; maar de inspectie stemt in met het advies van de eindtermencommissie onder andere wegens de integratiegedachte, ondanks het vaststaand feit dat het veel organisatie-talent van de scholen vergt – en dus minstens tien jaar voor die integratie werkt.

Waar hebben we het over: *overlap* tussen wiskunde en informatiekunde. Overlap kan op verschillende dingen slaan. Het kan gaan om een gemeenschappelijke *doelstelling*: wiskunde en informatiekunde streven een zelfde resultaat na. Het kan gaan om *inhouden*: aan één en dezelfde activiteit of context worden doelstellingen van wiskunde én doelstellingen van informatiekunde opgehangen. Het kan gaan om een

hulpmiddel: informatietechnologie helpt bij het wiskunde leren of begrijpen, en en passant oefen je het zinnig gebruik van die technologie. Overigens, vaak gaat het om een mengvorm van bovengenoemde soorten.

Over informatietechnologie in de rol van *hulpmiddel* bij wiskundeonderwijs wordt veel geschreven.

1. Die hulpmiddelen maken dingen mogelijk die tot nu toe voor een bepaald slag kinderen onbereikbaar waren. Simulaties bijvoorbeeld geven inzicht in relaties zonder dat de mathematisch formele taal voor het beschrijven van relaties tussenbeide komt; ze laten ook experimenteren met die relaties toe, het geheel krijgt een dynamisch aspect. Dat dynamische, experimenterende, zit ook in de meeste onderdelen van een programma als *Grafiek*. Dit pakket herbergt een stel didactische vondsten die vaak vroeger al als afzonderlijk idee in een klein programmaatje waren vormgegeven. De sterkste ideeën zijn juist van dat experimenterende, dynamische soort (bijvoorbeeld: Zoek het functievoorschrift).
2. Die hulpmiddelen maken bepaalde soorten wiskunde uit de rijstebrijberg die wiskunde heet, meer interessant of maatschappelijk relevant (numerieke wiskunde, modellen).
3. Er zijn hulpmiddelen die passen bij allerlei soorten visies op didactiek. U merkt wel dat ik een adept ben van 'Experimenteer en verzin hoe je het moet doen' (met een didactisch stevige leiding dankzij de experimenteeringomgeving zelve). Materialen die gemaakt zijn met een auteurstaal à la Taiga ademen eerder de sfeer van 'Zeg maar hoe ik het moet doen'; eventueel: 'overtuig me maar hoe ik het moet doen.'
4. Er zijn hulpmiddelen met ingebakken didactiek én inhoud (een leerspel als *delers*, of programma met een vastgelegde manier om vierkante kilometers om te rekenen in vierkante meters, of nog eindeloos veel meer van dat soort gestolde didactiek). Er zijn ook hulpmiddelen die meer het karakter hebben van een gereedschap, een pen of een krijtje (gegevensbank, rekenvel, statistische verwerking, simulatie). En juist die middelen leveren in het gebruik een bijdrage aan het realiseren van doelstellingen van informatiekunde. En via informatiekunde worden dat soort, in wezen wiskundige, ideeën en technieken verspreid over andere schoolvakken. Lees deze laatste zin nog maar eens. Wat een kans!

Nu probeer ik wat op te schrijven over de overlap in *doelstellingen*.

1. Orde scheppen in een chaos van gegevens; zorgen voor een overzicht, voor kengetallen, voor een plaatje; gegevens zó bewerken dat er informatie uit te halen is. (Hierbij is 'informatie' een relatief begrip, want afhankelijk van de ontvanger.)
2. Poging tot kwantificering van meestal vaag gedefinieerde begrippen; computers willen graag kwantificeren. Dit laatste is een gevaarlijke uitspraak: het is eerder zo dat ze willen coderen; het gaat om het kiezen, benoemen en coderen van je variabelen.
3. Principes van redeneren: exact formuleren; geen omgangstaal of halve zinnen; redelijk kunnen

werken met logische operatoren (en, of); gevoel hebben voor wat een bewering is en wat een kreet. Bij zoeken in databases moet je (samengestelde) voorwaarden als goede beweringen kunnen formuleren of concepiëren (afhankelijk van de omgeving).

4. Strategieën uitzetten, optimaliseren, algoritmisch denken, mathematiserend probleemoplossen; besef van de relatieve waarde van een model en een oplossing op basis van dat model.
5. De trits: variabelenbegrip, relaties leggen, systemen bouwen.

Een essentieel verschil is dat tussen de *gebruiker* van informatieverwerkingsystemen en de *bouwer* ervan. Wiskunde zet leerlingen graag in de rol van bouwer, constructeur en kritisch beschouwer van het bouwwerk. Het bouwen van abstracte systemen is moeilijk, je moet ze ook nog in de geest laten werken. Het bouwen van abstracte, via een computermodel ook *werkende* systemen is mooi en uitdagend. Wiskunde leer je door het te *doen*. Dat is een oud adagium. We hebben nu een wiskundige machine erbij: wiskunde leer je door het te *laten doen*.

Dat bouwen van systemen overigens hoeft niet perse met ingewikkeld programmeren gepaard te gaan. Ik denk aan het regelen van een kruispuntverkeerslichtinstallatie of een koffieautomaat, aan de tekenomgeving van Logo, aan het opzetten van een reken-schema voor een begroting, aan het opzetten van een database-structuur (al of niet relationeel, of hiërarchisch, of rubricerend, of ...), aan het formuleren van een zoekactie in zo'n structuur, aan het onderzoeken van recurrente betrekkingen met betrekking tot een spreadsheet, aan het programmeren van een freesbank.

In het bovenstaande ontbreekt de stap naar de wiskundige vragen: 'Kun je ook bewijzen dat het zo moet, dat het zo goed gaat?', 'Waarom is het zo?' en naar de wiskundige exacte analyse van de relaties. Die stap wordt voorbereid, maar niet genomen. Wél komt vaak aan de orde de logische speurtocht naar de oorzaak van een fout, of van een evident verkeerd werkend systeem; voor Papert is het 'debuggen' de belangrijkste leerfactor in Logo.

Het is best hooggestemde taal die tot nog toe gebezigd is. Niets voor lts-leerlingen dus. Dat klopt, die taal is het niet, maar de inhoud wel. Niet alles moet onder woorden gebracht. Als ze het maar dóen en proberen te maken en te bouwen. Dat levert gevoel voor relaties en verhoudingen. Juist zij kunnen met productief spelen met computermachines een grens overschrijden, de grens van het formele, van het symbolische gemanipuleer, en toch blijven weten waar ze mee bezig zijn.

Programmatuur kan functioneren als een soort *geestelijke prothese*; te vergelijken met de telescoop om beter te zien, met mechanische apparaten om zware gewichten te verplaatsen, en met de rekenmachientjes. Ik vertel graag het verhaal van Henry Katz, die in een (Amerikaanse) leao grote problemen had met een onwillige en onkundige klas in de boekhoudles. Zuchten over formulieren met schema's voor eindeloos gereken, dat nooit goed uitkwam. De computers

wären er wel op school, maar ze waren voor de slimmerds, voor de beteren. Althans, dat bleken de kinderen te denken, toen een keer door een toevallige omstandigheid dat onderwerp ter sprake kwam. Het vervolg is mooi: de kinderen gaan een spreadsheet rekenmodel gebruiken, blijken dat wonderlijk snel door te hebben en klimmen op naar een hoger niveau van probleemstellingen: vragen over het rekenmodel, vragen over optimalisering.

Ik merk dat ik steeds minder moeite heb met te omschrijven wat ik onder informatiekunde versta, en steeds meer met wat ik onder schoolwiskunde (of: school-Nederlands) versta. Komt het misschien omdat het louter opsommen van 'huidige' inhouden (kwadraatplitsen, doorsneden bij stereo, optellen van

breuken) niet bevredigt in het verantwoorden van wat wiskunde *is*, e.q. moet zijn in de algemene ontwikkeling van elke leerling, tenzij ik toegeef aan de *hulptechniek*-visie (wiskunde: nodig voor modelberekeningen in andere disciplines)? Waarom vind ik het heel normaal om 'zicht op maatschappelijke gevolgen van de opkomst van informatietechnologie' te annexeren in het leergebied informatiekunde, en heb ik die neiging bij het formuleren van wiskunde-eindtermen (nog) niet? Het zoeken naar gemeenschappelijke doelstellingen van wiskunde- en informatiekundeonderwijs is voor mij een nuttige exercitie, zij het niet een van de meest stimulerende.

Dat laatste is weggelegd voor het zoeken naar vormen en inhouden die die doelstellingen haalbaar moeten maken. Daarover misschien een volgende keer.
