

Proefschrift René Westra

Learning and teaching ecosystem behaviour in secondary education. System thinking and modeling in authentic practices

Bespreking door:

Marcel Kamp

Instituut voor Leraar en School, Radboud Universiteit Nijmegen

De centrale onderzoeksvraag van het hier te recenseren onderzoek start met deze hoofdzin: *Wat zijn kenmerken van een valide, uitvoerbare en effectieve onderwijsleerstrategie over het gedrag van ecosystemen.* De toevoeging *met gebruikmaking van modelleren en systeemdenken in authentieke praktijken* maakt duidelijk dat we hier te maken hebben met een onderzoek uit de reeks promotie-onderzoeken over een biologisch-didactisch thema van de Universiteit van Utrecht. Bij deze onderzoeken gaat het om *ontwikkelingsonderzoek* met aandacht voor *systeemdenken* en *het gebruik van contexten* (opgevat als authentieke praktijken). Dit proefschrift is een voorbeeld van hoe rijk en grondig zo'n onderzoek kan zijn – maar ook hoe moeilijk!

René Westra stelt als probleem (hoofdstuk 1) dat in schoolboeken en door leraren een verouderde visie op ecosystemen wordt onderwezen, dat wil zeggen een visie waarin de begrippen cybernetica en evenwicht domineren. Een moderne kijk op ecologie zou volgens hem als belangrijkste concepten dynamiek en chaos bevatten. In zijn onderzoeksvraag klinkt door dat hij veronderstelt dat het leren van leerlingen over ecosystemen profijt zou kunnen hebben van *modelleren*, *systeemdenken* en *het gebruik van contexten*, en hij voegt daar later nog als vierde bij *de probleemstellende benadering*.

Waarom denkt hij dat? Hij bespreekt de keuze voor de vier activiteiten c.q. benaderingen – helaas nogal verspreid – in de eerste hoofdstukken; ik kies er hier voor ze bij elkaar te zetten en kort te bespreken.

Voor het positieve effect van *modelleren* verwijst Westra naar enkele onderzoeken uit de literatuur (hoofdstukken 1, 4 en vooral 5). Daaruit blijkt dat de ervaringen met modelleren in de klas bemoedigend zijn, maar dat leerlingen moeite hebben met het zelf bouwen van modellen en met het relateren van modellen aan de realiteit.

Systeemdenken heeft wellicht een positief effect op het leren van leerlingen zo blijkt uit enige literatuur (hoofdstuk 5), maar Westra laat ook weten dat niet elke onderzoeker ervan overtuigd is. Merkwaardig genoeg heeft hij er dan (in hoofdstuk 4) al op een prescriptieve toonzetting over gesproken: *'...students should learn to recognize the level of organization...'*. Hij springt hier naar mijn smaak te makkelijk over het probleem van de dunne evidentie heen.

Westra geeft aan bij de ontwikkeling van zijn onderwijsleerstrategie uit te willen gaan van *het gebruik van de contexten*, vormgegeven in de zogenaamde *concept-contextbe-*

nadering (hoofdstuk 2). Hij benadrukt de wortels ervan in de cultuur-historische theorie en geeft de leraar een prominente rol als vertegenwoordiger van de cultuur. Vooral de herkenbare authenticiteit van een context kan de leerlingen motiveren tot leren. Concepten hebben een specifieke contextgebonden betekenis en leerlingen moeten dus leren een concept aan te passen, alvorens zij het in een andere context kunnen gebruiken (recontextualiseren). De evidentie voor de effectiviteit van de concept-contextbenadering haalt hij uit twee eerdere promotie-onderzoeken.

De *probleemstellende benadering* moet leerlingen in staat stellen tot deelname aan de leeractiviteiten. Westra geeft enige evidentie uit de literatuur voor de effectiviteit van deze benadering.

De vier activiteiten/benaderingen leken me niet makkelijk scherp te operationaliseren in design criteria (of in een scenario, zie verderop). Ook zijn er sterke verwantschappen, zoals tussen systeemdenken en modelleren en tussen de probleemstellende benadering en de concept-contextbenadering. Mijn vraag bij het lezen was of Westra er in zou slagen op een overtuigende manier aan te geven welke activiteit/benadering welke invloed op het leren van leerlingen zou hebben. Als die relatie helder is kan de didactische kennis uit het onderzoek gebruikt worden door anderen.

Westra kiest als de onderzoeksaanpak ontwikkelingsonderzoek (hoofdstuk 4). Het doel is het ontwikkelen van een domeinspecifieke onderwijsleertheorie over leren en onderwijzen van het gedrag van ecosystemen, die bruikbaar is in de klas. Westra geeft argumenten waarom ontwikkelingsonderzoek een juiste aanpak zou zijn, maar hij bespreekt geen alternatieven. Ook blijft onduidelijk hoe deze aanpak de ambitie om een bijdrage te leveren aan meer algemene kennis waar kan maken.

In de eerste fase worden criteria voor een *onderwijsleerstrategie* vastgesteld op basis van de kenmerken van de concepten 'ecosysteem', 'dynamiek' en 'complexiteit', de mogelijke leerproblemen van leerlingen en op basis van de vier benaderingen. In de tweede, de cyclische onderzoeksfase wordt de onderwijsleerstrategie omgezet in een contextspecifiek scenario dat in drie onderzoeksrondes wordt uitgetest, met behulp van verschillende datasets geanalyseerd, en na evaluatie verbeterd.

Vier visies op *het concept ecosysteem* worden beschreven: de holistische, cybernetische, dynamische en chaotische (Hoofdstuk 4). Een combinatie van de twee laatste levert het moderne beeld op van een ecosysteem dat in voortdurende dynamiek is en hoogstens tijdelijke evenwichten kent, waardoor voorspellingen slechts een beperkte waarde hebben.

Systeemdenken leidde in de ecologie tot aandacht voor de organisatieniveaus en voor de manier waarop de onderdelen van een ecosysteem elkaar wederzijds beïnvloeden. Westra beperkte zich tot drie organisatieniveaus: organisme, populatie en ecosysteem. Bij de studie van ecosystemen heeft modelleren zich vanuit een wiskundige formulering van ecologische relaties ontwikkeld tot een belangrijke computergestuurde activiteit. Daardoor kunnen complexe verschijnselen worden gesimuleerd en doorgerekend, wat

voorspellingen – zij het hoogstens voor de middellange termijn – mogelijk maakt. Westra stelt dat de door ecologen nu gebruikte (*object based*) modellen te moeilijk zijn voor leerlingen, en dat hij daarom kiest voor de vorige generatie (*variable based*) modellen. Die keus had uitgebreider toegelicht kunnen worden. Ze tast immers de authenticiteit van de contexten aan: de leerlingen doen niet wat huidige ecologen doen.

Aan de overgang tussen de holistische en cybernetische visie naar de dynamische en chaosvisie besteedt Westra nogal wat aandacht. Uit de literatuur blijkt dat het voor veel biologen/biologieeraren moeilijk is de cybernetische visie op ecosystemen op te geven. Het wetenschappelijk debat resonanceert in de hoofden van veel leraren na; dit had uitgebreit kunnen worden in de onderwijsleerstrategie. Er had ook op teruggekomen kunnen worden bij het bespreken van de problemen die leerlingen hebben met de moderne visie. Opmerkelijk is dat Westra de leerlingen laat werken met modellen die een cybernetische visie bevatten: de vraag is welke invloed dat heeft op de leerlingen.

Om de huidige stand van zaken in het ecologieonderwijs vast te stellen, onderzocht Westra de examensyllabus, de leerboeken en biologielessen (hoofdstuk 5). Hij vond nauwelijks sporen van de moderne ecologische theorievorming. Hij onderzocht consciëntieus de verschillen tussen de opvattingen van 63 ecologen en 63 biologieeraren. Inderdaad neigen leraren meer naar verouderde visies op ecologische begrippen en zijn ze minder consistent in hun visie dan ecologen. De antwoorden van leraren en ecologen op de vraag welke concepten zouden moeten worden onderwezen, komen slechts gedeeltelijk overeen. Ook onderzocht Westra de ideeën van leerlingen. Moeilijk vinden leerlingen: ecologische domino-effecten, wat concreet de grens van een ecosysteem is en dat een organisme – ook de mens – als een systeem kan worden beschouwd.

Hoofdstuk 6 beschrijft de ontwikkeling van de onderwijsleerstrategie: tien leerdoelen en acht ontwerpcriteria worden geformuleerd en drie authentieke praktijken geselecteerd. De keuze en ook de formulering voor de *leerdoelen* vertoont geen strakke lijn vanuit de bespreking van de visies op ecosystemen in hoofdstuk 4. Westra maakt een eigen keuze, en benadrukt op meerdere plaatsen dat een persoonlijke keuze de enig mogelijke is. Dat lijkt me niet het geval: hij had ook kunnen kiezen voor een consensus van ‘de’ ecologen, bijvoorbeeld door systematische analyse van schriftelijke bronnen (artikelen, handboeken). Door de gevolgde procedure is het mij soms onduidelijk welke definities Westra hanteert bij centrale ecologische begrippen. Hij bespreekt de definities vanuit de literatuur, maar wekt de indruk dat hij de concepten in de leerdoelen met een eigen betekenis gebruikt. Na Westra’s bespreking blijf ik met de vraag zitten waarom bepaalde begrippen niet aan bod komen in de leerdoelen. Dat geldt bijvoorbeeld voor het in hoofdstuk 4 uitvoerig besproken begrip *niche* en het begrip *biodiversiteit*.

In hoofdstuk 5 gaven 61 ecologen aan wat zij voor leerlingen belangrijk vinden om te leren; de relatie daarvan met de leerdoelen in dit hoofdstuk 6 blijft onhelder. De lezer moet het ermee doen dat de behandeling van *niche* (en *habitat*, *tolerance zone*, *successie* etc.) volgens Westra niet bijdraagt aan begripsvorming van complexiteit en dynamiek bij leer-

lingen. En als de meerderheid van ecologen het gebruik van computermodellen geen prioriteit wil geven in het curriculum, en Westra daar juist duidelijk wel voor kiest, moet de lezer het doen met Westra's teleurstelling over de keuze van de ecologen. Een grondige zoektocht naar en analyse van de argumenten van de ecologen was wellicht beter geweest, zeker ook in het licht van de uitkomsten van deze studie.

De *praktijken* die Westra koos zijn: ecologen die werken aan mosselkweek in de Oosterschelde, duinbeheerders die een probleem hebben met de konijnenpopulatie en wetenschappers die adviseren over overbevolking bij olifanten in Zuidelijk Afrika. Hier wil ik de opmerking maken dat het jammer is dat didactische proefschriften tegenwoordig zo weinig van het leerlingenmateriaal laten zien. Dit leidt hier tot onbegrijpelijkheden. In dit geval is in het proefschrift zelf onduidelijk *hoe* leerlingen geconfronteerd worden met de vraag waarom de konijnenpopulatie, na het ineenstorten vanwege een epidemie, door beheersmaatregelen op het oude niveau zou moeten worden gebracht. Wel wordt (in hoofdstuk 8) duidelijk *dat* de vraag aan de orde komt. De vraag *hoe* raakt echter de kern van de concept-contextbenadering (authenticiteit) en van de probleemstellende benadering (motief). Uit de onderwijsleerstrategie wordt een *scenario* afgeleid dat wordt omgezet in lesmateriaal (werkboek en computermodellen). Westra maakt een en ander heel duidelijk in een aantal schema's, – jammer alleen dat de aansluiting niet klopt tussen de tekst en het belangrijke schema 6.4 dat de verbinding tussen concepten, contexten en motieven (probleemstellend) schetst. Tijdens de bespreking van de ontwikkelingsweg maakt Westra veel behartenswaardige opmerkingen over de criteria die hij gebruikt en het (beoogde) effect van keuzes op het leren van de leerling. Maar niet altijd is de praktische waarde daarvan zichtbaar. Als Westra zegt dat een context niet te gecompliceerd mag zijn, maar ook niet te eenvoudig, vraag je je als lezer af hoe je dat dan weet of meet. Datzelfde gebeurt rondom het begrip *zone van naaste ontwikkeling*. Herhaaldelijk zegt Westra dat de leraar die moet opzoeken. Ja, dat is waar, maar als er niet méér over te zeggen valt, blijft het een puur theoretisch construct. En ook het in de biodidactiek beroemde jojoen (heen en weer gaan tussen organisatieniveaus) vraagt om operationalisatie, bijvoorbeeld aan de hand van de simpele vraag: hoe vaak is dat nodig bij de gemiddelde leerling?

Iets dergelijks geldt voor de bekendheid van de leerlingen met een context versus de tijd die het kost de context te introduceren. Onbekende contexten kosten veel tijd in de klas, maar de leraar moet ook de horizon van leerlingen verbreden. Hoe maak je deze afweging?

Tenslotte een opmerking over de opeenvolging van de contexten: Westra volgt het patroon dat ook door de Commissie Vernieuwing Biologie Onderwijs is beschreven, en uitgaat van het behandelen van concepten in meerderde contexten. Maar, Westra voegt er aan toe dat het nodig is dat elke volgende context complexer is dan de vorige. Waarom dat zo zou moeten zijn, licht hij niet toe. Mij lijkt belangrijker dat er tussen de contexten een grote overlap is in de belangrijkste concepten zodat recontextualisatie kan plaatsvinden. Dat noemt Westra nou weer niet.

Westra behandelt in hoofdstuk 7 de opzet van de cyclische fase van het onderzoek, de dataverzameling en -analyse. Er zijn drie iteraties uitgevoerd, zoals al eerder aangegeven. Gekozen is om alleen de ervaringen met de laatste versie uitvoerig te bespreken. Dat is jammer. Als we niet weten op welk punt en waarom eerdere versies zijn aangepast, trapt een volgende gebruiker mogelijk weer in fouten uit die eerdere versie, – leraren passen materiaal immers vrijwel altijd aan. Overigens, als er wél rapportage is over de eerdere versies, blijkt er vaak geen verbetering in de opeenvolgende versies op te treden, dus is dan onduidelijk of en wat er eventueel fout is gegaan.

Hier komt ook een aspect naar boven dat dit onderzoek in mijn ogen erg breekbaar maakt. Door technische problemen met de modelleerssoftware in de lessen van de andere leraren moest Westra ervoor kiezen de lessen van hemzelf te presenteren. Dat roept voortdurend kritische vragen op tijdens het vervolg van het proefschrift.

De dubbelrol van Westra (onderzoeker en leraar) noopt bij de rapportage van de cyclische onderzoeksfase (hoofdstuk 8) tot het inschakelen van een medeonderzoeker, met het oog op de betrouwbaarheid van de analyses. Gelukkig maakt de op dit punt nauwkeurige rapportage het plausibel dat dit tot een kritische samenwerking heeft geleid.

Het laatst ontwikkelde scenario en het eigenlijke verloop van een lessenserie wordt per les vergeleken op afwijkingen van het scenario. Mogelijke oorzaken van die afwijkingen passeren de revue, en vervolgens komt de vraag aan de orde of de ontwikkelde onderwijsleerstrategie succesvol mag worden genoemd. Er worden tot op betrekkelijk kleine onderdelen van het lesmateriaal evaluatieve data verzameld en besproken. Maar de rapportage over hoe tot conclusies gekomen wordt, vind ik weer te summier. Naar mijn idee wordt er met reuzenstappen door dit waarschijnlijk moeizame en langdurige proces heen gestapt. Vaak dacht ik bij een conclusie: maar wat is de norm?

Over de geschiktheid van de gekozen contexten is Westra's conclusie positief: ze zijn duidelijk en relevant voor de leerlingen en geven genoeg mogelijkheden voor actieve deelname. Leerlingen waardeerden het werken met authentieke praktijken, omdat het over echte situaties en echte problemen gaat. Maar het was hun niet altijd precies duidelijk wat er geleerd moet worden.

Of systeemdenken helpt om complexiteit duidelijk te maken, is niet eenduidig vastgesteld. De leerlingen vertoonden sommige van de onderscheiden deelactiviteiten, maar andere niet. Het organiseren van systeemcomponenten en processen in een relatieschema bleek een moeilijke deelactiviteit. Verder trad slechts bij één deelactiviteit enige verbetering op in de loop van de drie onderzoeksrondes. De leerlingen begrepen wel het systeemkarakter van de organisatie-niveaus organisme, populatie en ecosysteem. Ook konden veel leerlingen vaststellen welk niveau centraal staat in de verschillende praktijken en waren ze in staat tussen de niveaus te jojoën. Maar ze bleven moeite houden met de systeemgrenzen.

Computermodelleren kan helpen om dynamiek duidelijk te maken, maar het kan heel gecompliceerd zijn voor de leerlingen. Exploreren en doorrekenen gaven weinig proble-

men, maar het schetsen en zelf bouwen van een model blijken moeilijk. De leerlingen begrepen wel de relatie tussen hun model en empirische data, maar raakten zo geïnvolveerd in het modelleren dat ze de relatie toch nogal eens uit het oog verloren.

Westra moest een negatief antwoord geven op de belangrijke vraag of de gevolgde didactiek leerlingen helpt om ecologische concepten te ontwikkelen. De leerlingen slaagden er niet in een werkelijk begrip te ontwikkelen van complexiteit en dynamiek. Ze bleken onvoldoende inzicht te ontwikkelen over de betekenisverschuiving van concepten in verschillende praktijken. En ze konden de geleerde concepten niet voldoende adequaat in een nieuwe praktijk gebruiken.

Afsluitend stelt Westra dat het bouwen van modellen zeer tijdrovend bleek en dat zijn docenten daarop reageerden door zich te concentreren op de modellen. Dit ging ten koste van de geplande tijd voor reflectie en recontextualisatie, wat een ernstige afwijking van de onderwijsleerstrategie betekende. De leraren – ook de onderzoeker zelf als leraar! – waren zodoende te weinig gericht op conceptontwikkeling bij hun leerlingen. Vanwege de tijdsdruk werd de meeste tijd besteed aan organismen en populaties, en veel minder dan bedoeld aan ecosystemen.

De conclusie dringt zich op dat de onderwijsleerstrategie niet uitgevoerd is zoals bedoeld, en dus feitelijk niet getest is.

Leerlingen scoorden in de posttest niet veel beter dan in de pretest. Wat de oorzaak daarvan was, kon dus ook niet vastgesteld worden. Uiteindelijk kan naar mijn mening slechts een plausibele relatie gelegd worden tussen het gebruik van de concept-contextbenadering en de tevredenheid van de leerlingen over de relevantie van de leerstof.

In hoofdstuk 9 beantwoordt Westra de onderzoeksvraag voor de onderwijsleerstrategie. De contexten mogen valide, haalbaar en effectief worden genoemd wat betreft de ervaren relevantie. Het systeemdenken en de probleemstellende benadering blijken ook valide en haalbaar, maar het effect is niet vast te stellen. Bij het modelleren zijn er ook bij de haalbaarheid grote problemen, en dus ook bij het vaststellen van het effect.

Het proefschrift van Westra bevat een schat aan wijsheden over onderwijs over ecosystemen en over het uitvoeren van dit type design research. Met name betreft dat de voorbeeldige analyse van het huidige ecologie-onderwijs, de formulering van moderne leerdoelen, het gedurfde scenario, de keuze en het gebruik van de authentieke contexten, en de verzameling van ervaringen met computermodelleren. Westra beschouwt zich als een voorloper van de huidige DUDOC-ers. Zijn proefschrift is zeker voor hen verplichte kost: ze kunnen leren van de wijsheden die erin staan, maar ook van de vele problemen die dit soort onderzoek met zich mee kan brengen.