

De professionele ontwikkeling van docenten in een Community of Learners (CoL): op zoek naar effectieve samenwerking

N.C. Verhoef, J.M. Pieters, D. van Smaalen en H.P.Hendrikse
Universiteit Twente, Faculteit Gedragwetenschappen, Instituut ELAN

juni 2011

Abstract

Samenwerking tussen voortgezet en hoger onderwijs is noodzakelijk, maar ook stimulerend. Professionele ontwikkeling via de cyclus analyseren, ontwerpen, uitvoeren, evalueren, bijstellen en opnieuw uitvoeren integreert de lespraktijk met de wetenschappelijke theorie. Cruciaal in de aanpak is de observatie van leerlingen. De invloed van het gebruik van wetenschappelijke vakinhoudelijke en didactische literatuur bij het lesontwerp en de analyse van de observaties verloopt stapsgewijs. De nadruk verschuift van procedurele kennis naar conceptuele kennis. Docenten leren van de combinatie: literatuur, discussies op de universiteit en ervaringen in de lespraktijk.

1. Inleiding en onderzoeksvraag

In 2008 pleitte Van Driel voor verwevenheid tussen onderwijs en onderzoek. Een Community of Learners (CoL) is daarvan een voorbeeld: een onderzoeksnetwerk waarin de deelnemers worden gezien als serieuze partners in het proces van kennisontwikkeling (Brown & Campione, 1996). In deze studie vormden zeven vo-docenten van verschillende scholen en vijf medewerkers van de Universiteit Twente (UT) een CoL. De universitaire medewerkers waren: een vertegenwoordiger van de afdeling Technische Wiskunde (TW), twee vakdidactici wiskunde, een schoolpracticumbegeleider en een promovendus. Het doel van de CoL was de realisering van professionele ontwikkeling door gezamenlijk: (a) wetenschappelijke vakinhoudelijke en didactische onderzoeksliteratuur te bestuderen, (b) de vertaling van de theorie naar de lespraktijk te realiseren, en (c) een onderzoeksles te ontwerpen, te observeren, uit te voeren, te evalueren, bij te stellen en opnieuw uit te voeren. De onderzoeksactiviteiten van de vo-docenten in de CoL waren gericht op het onthullen van het denken van leerlingen. Leerlingen zijn, tot op zekere hoogte, informanten voor de kennis van docenten (Van Driel, 2008, p.15). In navolging van Hill, Ball en Schilling (2008) is in deze studie gekozen voor kennis in de zin van Mathematical Knowledge for Teaching (MKT), kennis van de wiskunde en kennis over het leren en onderwijzen daarvan. De onderzoeksvraag in deze studie was: Hoe draagt de onderlinge samenwerking bij het analyseren,

ontwerpen, evalueren en reflecteren van een onderzoeksles in een CoL bij aan de ontwikkeling van Mathematical Knowledge for Teaching (MKT)?

2. Theoretisch kader

Kennis over leren en onderwijzen ontwikkelt zich in combinatie met vakinhoudelijke kennis en vaardigheden in de context van curriculumontwerp en -ontwikkeling. Actieve betrokkenheid van docenten bij curriculumimplementatie en -innovatie draagt niet alleen bij aan een succesvol curriculum, maar ook aan de eigen professionele ontwikkeling (Desimone, Porter, Garet, Yoon & Birman, 2002; Penuel, Fishman, Yamaguchi & Gallagher, 2007). Veel studies leggen de nadruk op de docent als cruciale factor in het brede scala van onderwijsprocessen (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer & Schauble, 2003; Ermeling, 2010; Hofman & Dijkstra, 2009; Meirink, Meijer, Verloop & Bergen, 2009; Wallace, 2009). Op basis van gegevens over onderzoeksactiviteiten van de docenten richt de aandacht in deze studie zich op het samen ontwikkelen van kennis (Ponte, Ax, Beijaard & Wubbels, 2004). Onderzoeksactiviteiten van docenten die direct gekoppeld zijn aan het analyseren van lespraktijken geven meer inzicht in het denken van leerlingen (Butler, Lauscher, Jarvis-Sellinger & Beckingham, 2004; Chamberlin, 2005). De kennisontwikkeling is in deze studie getypeerd in termen van MKT vanwege de wiskundige context (Hill, Ball & Schilling, 2008). MKT bestaat uit de componenten Mathematical Subject Knowledge (MSK) en Pedagogical Content Knowledge (PCK). MSK is de kennis over wiskunde, of over de toepassingen daarvan in andere disciplines, die docenten gebruiken om wiskunde te kunnen onderwijzen. PCK ofwel "the ways of representing and formulating the subject that make it comprehensible to others" is de kennis van docenten over curriculummaterialen bedoeld om wiskunde te onderwijzen (Shulman, 1986, p.9). De ontwikkeling in MKT wordt in deze studie geanalyseerd in het kader van conceptuele kennis en procedurele kennis (Hallett, Nunes & Bryant, 2010). Conceptuele kennis is kennis die rijk is aan relaties en verbanden legt tussen bestaande en nieuwe concepten. Procedurele kennis is kennis die bestaat uit formeel taalgebruik en manipulaties met symbolen. Een noodzakelijke voorwaarde voor het samen ontwikkelen van kennis is dat de deelnemers in voldoende mate worden gefaciliteerd in de vorm van tijd en ruimte om te experimenteren (Hofman & Dijkstra, 2009; Verhoef & Terlouw, 2007).

3. Methode

De deelnemers aan het onderzoek (2010-2011) waren zeven eerstegraads wiskundedocenten van verschillende scholen, waarvan drie docenten al een jaar eerder

participeerden. De docenten kregen daarvoor jaarlijks een dagdeel van hun managers ter beschikking.

De onderzoeksinstrumenten, een (zelfde) pre- en posttest, legden de ontwikkeling in MKT vast. In een exit-interview werd met de docenten teruggeblikt op de onderzoeksresultaten met de vraag of ze zich in de resultaten herkenden. De MSK-meting bestond uit vijf multiple-choice opgaven over het wiskundige begrip afgeleide, waarin de componenten algebra (alg), meetkunde (mtk), functies (fun), trigonometrie (tri), rekenen (rek) en context (con) waren verwerkt (Stump, 1999). Bij elke opdracht werd bovendien de mate van zekerheid vastgelegd – docenten gaven aan hoe zeker ze van hun antwoord waren op een vierpuntsschaal – om MSK te combineren met nieuwe situaties (Chappell, 2006). De PCK-meting bestond uit een vrij deel en een voorgestructureerd deel. In het vrije deel maakten docenten een concept map over het wiskundige begrip afgeleide door vrij te associëren. In het voorgestructureerd deel legden docenten kaartjes met voorgedrukte steekwoorden – in relatie tot het wiskundige begrip afgeleide – op volgorde (nieuw kaartje toevoegen was toegestaan, niet alle kaartje hoefden gebruikt te worden). In de steekwoorden waren de componenten algebra (alg), meetkunde (mtk), functies (fun), trigonometrie (tri), rekenen (rek), toepassingen in een context (con) en het begrip local straightness (loc) verwerkt (Stump, 1999; Tall, 2010). In het exit-interview werd gereflecteerd op de resultaten van de pretest in relatie tot de posttest, de eigen ontwikkeling en de gevolgen voor de eigen lespraktijk.

De onderzoeksactiviteiten van de docenten bestonden uit het samen ontwerpen van één les over de afgeleide in 4vwo op basis van de uitgedeelde wetenschappelijke literatuur en de discussies die daarop volgden op de universiteit (Engelbrecht, Bergsten & Kagesten, 2009; Skemp, 1976; Star, 2005; Tall, 2008, 2010). Het doel van de les was het onthullen van het wiskundig denken van leerlingen aan de hand van werkbladen. De les werd opeenvolgend op zes scholen uitgevoerd, geobserveerd, geëvalueerd, bijgesteld en opnieuw uitgevoerd op een andere locatie. Zoveel mogelijk deelnemers van de CoL, collega's en managers van de desbetreffende scholen namen aan de observaties deel. De ingevulde werkbladen en de field notes van de observanten, gericht op het wiskundig denken van leerlingen, waren in de evaluatie richtinggevend.

De dataverzameling bestond uit ingevulde multiple-choice opgaven (MSK), concept maps en kaartjesvolgordes (PCK), en uitkomsten van de exit-interviews. De multiple-choice scores, de gebruikte steekwoorden in de concept map en de vastgestelde kaartjesvolgorde werden door twee onafhankelijke beoordelaars getypeerd in de verschillende wiskundige disciplines en geanalyseerd naar procedurele kennis (algebra, rekenen, functies) en dan wel conceptuele kennis (meetkunde, trigonometrie, functies, context, local straightness). De uitkomsten van de exit-interviews betroffen de validiteit van het onderzoek, docenten brachten hun eigen ontwikkeling onder woorden.

4. Resultaten

In Tabel 1 staan de scores van de multiple-choice opgaven (MSK). In de eerste rij staan de docenten in hoofdletters. In de eerste kolom staan de nummers van de opgaven (links) en de karakterisering procedureel (p) of conceptueel (c) (rechts). In de tweede kolom staan de typering van de opgaven. In de kolommen 3 t/m 10 staan per docent de score: goed (+) of fout (-), alsmede de zekerheid van de gemaakte keuze: absoluut zeker (az); bijna zeker (bz); onzeker (oz); of gok (gok). De scores van de pretest staan in rij (a), de scores van de posttest staan in rij (b).

Tabel 1

Getypeerde scores van de multiple-choice opgaven

Opgaven			A		B		C		D		E		F		G	
1a	c	con/fun	+	bz	+	az	+	az	+	az			+	az	+	az
b	c	con/fun	+	bz	+	bz	+	az	+	az	+	az	+	az	+	az
2a	p	rek/alg	-	on	+	bz	+	bz	+	az			-	bz	+	az
b	p	rek/alg	-	bz	+	bz	+	bz	+	az	-	on	-	bz	+	az
3a	p	fun	-	gok	+	az	+	az	+	az			+	az	-	bz
b	P	fun	-	gok	+	bz	+	az	+	az	-	gok	+	az	-	bz
4a	c	nat/tri	-	bz	+	gok	+	on	+	az			+	az	+	bz
b	c	nat/tri	-	bz	-	gok	+	on	+	az	+	bz	-	az	-	bz
5a	p	alg/rek	+	bz	-	bz	-	bz	+	az			+	az	+	az
b	p	alg/rek	+	bz	-	bz	+	az	+	az	+	az	-	bz	-	bz
6a	p	fun	+	bz	+	bz	-	bz	+	az			+	bz	+	az
b	P	fun	-	bz	+	bz	+	az	+	az	+	az	+	bz	+	az
7a	c	con/fun	+	bz	+	bz	+	az	+	az			+	az	+	az
b	c	con/fun	+	bz	+	bz	+	az	+	az	+	az	+	az	+	az

E heeft alleen de posttest gemaakt. A, B, F en G scoren in de posttest slechter dan in de pretest (meer + en meer bz). Opgave 4 met een natuurkundige context wordt door A, B, F en G in de pretest goed, en in de posttest fout opgelost. Opgave 5 over procedures met functies wordt door B, F en G in de pretest goed, en in de posttest fout opgelost. D beantwoordt alle vragen, met absolute zekerheid, goed.

In Tabel 2 staan de uitkomsten van de concept maps (PCK). In de eerste rij staan de docenten in hoofdletters. In de eerste kolom staan de typering van de gebruikte steekwoorden op de kaartjes. In de kolommen 2 t/m 9 staat per docent het aantal gebruikte steekwoorden per type. In de cellen staat het aantal gebruikte steekwoorden in de pretest (links), en in de posttest (rechts).

Tabel 2

Aantallen getypeerde steekwoorden in de concept maps

	A	B	C	D	E	F	G
Alg	6 4	2 3	2				1 1
Rek	1	2 3	2	2			2 1
Fun	3 3	6 2	3	1 2	1	5 3	2
Tri	2	2 1	2 1	1	1		
Mtk		2	3	1			2
Con	3 2	1				2	1 1
Loc		1	2	1			

De steekwoorden m.b.t. functies, algebra en rekenen worden het meest gebruikt. De steekwoorden met context en local straightness worden het minst gebruikt. Alleen trigonometrisch te typeren steekwoorden worden in de posttest meer gebruikt dan in de pretest. A benadrukt algebra, B benadrukt functies, C benadrukt de combinatie van meetkunde en functies, D benadrukt het rekenen relatief, F benadrukt functies en G benadrukt de combinatie van rekenen en functies relatief. Alle docenten gebruiken in de pretest meer steekwoorden dan in de posttest.

In Tabel 3 staan de kaartjesvolgordes (PCK). In de eerste rij staan de docenten in hoofdletters. In de eerste kolom staan de typering van de kaartjes. In de kolommen 2 t/m 9 staat per docent de volgorde van de kaartjes per type. In de cellen staan de nummers van de kaartjes in de pretest (bovenaan), en in de posttest (onderaan).

Tabel 3

Nummers van getypeerde kaartjesvolgordes

	A	B	C	D	E	F	G
Alg	1,7,10,12 2,8,9,11,12	2,3,4,10,11 5,6,9,11	6,7,11,12,13,14 11,12,14,15	3,4,5,11 2,4,5,9,10	5,9,10,11	5,7 2,3,7,9	4,5
Rek	11	10	13	6 8	2	8	
Fun	2,3,4,5, 13,14 1,3,4,13,14,15	1,6,9,12 1,2,4,12,13	1,2,3,9,15,16 1,2,4,9,10	1,2,10,12 1,3,6,7,11,12	1,6,7	1,2,3 1,4,11	2,3 1
Tri	8 7,10	14	5 7				
Mtk	6,9 5,6	7,8 3,7	4,10 5,8	7,8	3,8	4 6,10	2
Con	15,16 16,17	13 8,15	16,17	9	4	6 5	1 3
Loc		5	8 3,6				

De meeste kaartjes gaan over functies. Kaartjes over local straightness en trigonometrie worden nauwelijks gebruikt. A, B, C en F noemen daarna de combinatie meetkunde –

context. C benadrukt local straightness extra. G gebruikt het minst aantal kaartjes. A start in de pretest met algebra en gaat dan door met functies, in de posttest blijft de nadruk op functies liggen.

B start in de pretest met functies en gaat dan door met algebra, in de posttest blijft de nadruk op functies liggen. C start in pre- en posttest met functies en blijft daar ook, in de posttest komt local straightness aan de orde. D start in de pretest met functies en gaat dan door met algebra, in posttest worden beiden gemixt. E doorloopt alle facetten van het begrip in de posttest (geen pretest). F start in pre- en posttest met functies, in de posttest algebra erbij. G start met contexten gevolgd door functies in de pretest, in de posttest start hij met functies dan meetkunde gevolgd door contexten. Bij A, B, D en F ligt in de posttest sterker de nadruk op functies dan in de pretest. Alle docenten benadrukken de combinatie functies – algebra, in de posttest is er sprake van meer spreiding dan in de pretest.

In het exit-interview wijten de docenten de slechtere posttest-resultaten aan het feit dat in de CoL de aandacht gericht was op conceptuele kennis in plaats van procedurele kennis. Twee docenten geven aan dat ze zich niet herkennen in de MSK-resultaten. Alle docenten herkennen zich in de PCK-resultaten. Ze verklaren de resultaten door nieuw verkregen inzichten over local straightness, waarbij de rol van algebra niet procedureel maar juist conceptueel is geworden. De docenten geven aan dat het gebruik van ICT het voorstellingsvermogen over de afgeleide bevordert, nadruk op conceptuele kennis. Ze verklaren deze verandering door te wijzen op de invloed van literatuur (Tall, 2010) in combinatie met discussies over de praktische consequenties met collega's en UT-medewerkers. De docenten houden in hun lesgeven bewust rekening met 'hoe leerlingen denken' naar eigen zeggen.

5. Conclusies en discussie

Er is geen groei in MSK. A, B, E, F en G zijn niet gegroeid, zowel procedureel als conceptueel. C is procedureel gegroeid. D blijft onveranderd (sterk). De docenten ontwikkelen zich in PCK door het functiebegrip afgeleide te benadrukken in combinatie met minder, maar meer gespreide, algebraïsche componenten. Het denken over de afgeleide is ontwikkeld van procedureel naar conceptueel. Dit betekent voor de beantwoording van de onderzoeksvraag dat de onderlinge samenwerking in een CoL de cognitieve eenheid 'afgeleide' krachtiger maakt door compressie van het functiebegrip, algebra en rekenen. Deze vakdidactische compressie (conceptuele kennis) gaat ten koste van de parate algoritmen (proceptuele kennis). Docenten schrijven de ontwikkeling toe aan discussies in de CoL over wetenschappelijke vakinhoudelijke en vakdidactische literatuur in directe relatie met de eigen lespraktijk. De introductie van 'local

straightness' in het lesontwerp heeft de nadruk op het formele limietbegrip naar de achtergrond geschoven. De wiskundige betekenis wordt ten volle benut, ten koste van het toepassing natuurkundige contexten (Tall, 2010). De betekenis van de afgeleide met de nadruk op het functiebegrip, groeide boven de bekende rekenregels uit.

De samenwerking tussen UT-medewerkers en docenten kende naast succesfactoren ook belemmeringen. Er was bijvoorbeeld een verschil in kennisbasis, hiërarchie en doelstelling (Adamson & Walker, 2011). De focus van docenten was gericht op de positieve bereikte resultaten in de les. De ervaringen van de pilot (het schooljaar 2009-2010) waren beperkt tot één les, de introductie van de afgeleide in 4vwo. De ervaringen van het jaar daarna met vier nieuwe docenten erbij, lieten zien dat docenten kritisch naar het totale leerboek gingen kijken en bereid waren delen te schrappen of te herzien, ondanks de sturing van studiewijzer en de gemeenschappelijke proefwerken. De focus van de universitaire deelnemers was gericht op de vraag waarom die resultaten door de docenten als positief werden gekarakteriseerd. Zij richtten zich op de elementen die tot dit resultaat hadden geleid: de wetenschappelijke onderzoeksliteratuur, de discussies op de universiteit of de ervaringen in de lespraktijk. In de exit-interviews bleken docenten moeilijk te kunnen aangeven waarvan ze het meest hadden opgestoken. Zij gaven aan 'overal van geleerd te hebben – vooral van de combinatie en de regelmatige ontmoetingen op de universiteit'.

Ondanks de door Janssen, Van Driel en Verloop (2010) genoemde bevoorrechte positie van een relatief grote hoeveelheid beschikbare tijd van docenten moesten zij expliciet worden aangezet om hun lessen blijvend wiskundig inhoudelijk aan te scherpen. De driewekelijkse bijeenkomsten op de universiteit werkten verbindend en stimulerend.

Referenties

- Adamson, B., & Walker, E. (2011). Messy collaboration: Learning from a Learning Study. *Teaching and Teacher Education, 27*, 29-36.
- Bovorik, A., & Gardiner, T. (2007). *Mathematical abilities and mathematical skills*. Manchester: The University of Manchester, MIMS.
- Brown, A. L. & Campione, J. C. (1996). Psychological theory and the design of innovative learning environments: On procedures, principles, and systems. In L. Schauble and R. Glaser (Eds.), *Innovation in learning: New environments for education*, 289-325. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. X.
- Butler, D. L., Lauscher, H.N., Jarvis-Sellinger, S., & Beckingham, B. (2004). Collaboration and Self Regulation in Teachers' Professional Development. *Teaching and Teacher Education, 20*, 435-455.

- Chamberlin, M. T. (2005). Teachers' discussions of students' thinking: Meeting the challenge of attending to students' thinking. *Journal of Mathematics Teacher Education, 8*, 141-170.
- Chappell, K.K. (2006). Effects of concept-based instruction on students' conceptual understanding and procedural skills. In F. Hitt, G. Harel & A. Selden (Eds.), *Research in collegiate mathematics education. CBMS Issues in Mathematics Education, Vol. 13* (pp. 27-60).
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher, 32*(1), 9-13.
- Desimone, L.M., Porter, A.C., Garet, M.S., Yoon, K.S., & Birman, B.F. (2002). Effects of professional development on teachers' instruction: results from a three-year longitudinal study. *Educational Evaluation and Policy Analysis, 24*, 81-112.
- Engelbrecht, J., Bergsten, C., & Kagesten, O. (2009). Undergraduate students' preference for procedural to conceptual solutions to mathematical problems. *International Journal for Mathematics Education in Science and Technology, 40*(7), 927-940.
- Ermeling, B. A. (2010). Tracing the effects of teacher inquiry on classroom practice. *Teaching and Teacher Education, 26*, 377-388.
- Hallett, D., Nunes, T., & Bryant, P. (2010). Individual differences in conceptual and procedural knowledge when learning fractions. *Journal of Educational Psychology, 102*(2), 395-406.
- Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education, 39*(4), 372-400.
- Hofman, R. H., & Dijkstra, B.J. (2010). Effective teacher professionalization in networks? *Teaching and Teacher Education, 26*, 1031-1040.
- Janssen, F.J.J.M., Van Driel, J.H., & Verloop, N. (2010). Naar praktische ontwerpondersteuning van docenten. *Pedagogische Studiën, 87*(6), 421-431.
- Meirink, J. A., Meijer, P. C., Verloop, N., & Bergen, T. C. M. (2009). Understanding teacher learning in secondary education: The relations of teacher activities to changed beliefs about teaching and learning. *Teaching and Teacher Education, 25*, 89 -100.

- Penuel, W. R., Fishman, B. J., Yamaguchi, R., & Gallagher, L. P. (2007). What makes Professional development effective? Strategies that foster curriculum implementation. *American Educational Research Journal*, 44, 921–958.
- Ponte, P., Ax, J., Beijaard, W. & Wubbels, T. (2004). Teacher's development of professional knowledge through action research and the facilitation of this by teacher educators. *Teaching and Teacher Education*, 20, 571-588.
- Simpson, A., & Zakira, N. (2004). Making the connection: procedural and conceptual students' use of linking words in solving problems. In M. Johnsen Hoines & A-B. Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp.201-208). Bergen: Bergen University College.
- Skemp, R.R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20-26.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand, knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Stump, S. (1999). Secondary mathematics teachers' knowledge of slope. *Mathematics Education Research Journal*, Vol. 11(2) (pp. 124-144).
- Star, J. F. (2005). Reconceptualizing procedural knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(5), 404-411.
- Tall, D. O. (2008). The Transition to Formal Thinking in Mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, 20(2), 5-24.
- Tall, D.O. (2010). A Sensible Approach to the Calculus. (Plenary at *The National and International Meeting on the Teaching of Calculus*. Puebla: Mexico).
- Van Driel, J. H. (2008). *Van een lerende vakdocent leer je het meest (oratie)*. Leiden: Universiteit Leiden.
- Verhoef N. C., & Terlouw, C. (2007). Training mathematics teachers in a Community of Learners (CoL), *Proceedings of the 7th European Society for Research in Mathematics Education*, Vol. 4, 256-264. Cyprus: Greece.
- Wallace, M. R. (2009). Making Sense of the Links: Professional Development, Teacher Practices, and Student Achievement. *Teachers College Records*, 111(2), 573-596.