

University of Groningen

Scientific understanding of students in the picture

van Vondel, Sabine

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2017

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

van Vondel, S. (2017). *Scientific understanding of students in the picture: The evaluation of Video Feedback Coaching for upper grade teachers during science and technology education*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. Rijksuniversiteit Groningen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Nederlandse samenvatting

Algemeen kader

Vaardigheden behorend bij wetenschap en technologie worden steeds belangrijker in de huidige maatschappij. Om die reden zal wetenschap en technologie in toenemende mate onderdeel worden van het basisschoolcurriculum (Techniekpact, 2013). Het is belangrijk dat kinderen op jonge leeftijd in aanraking komen met wetenschap en technologie om ervoor te zorgen dat voldoende kinderen op latere leeftijd een bètaopleiding gaan volgen (Scientific American, 2010). Dit idee lag ten grondslag aan het oprichten van TalentenKracht in 2006. TalentenKracht is een onderzoeksprogramma, van een groep van zes Nederlandse universiteiten en één Belgische universiteit, dat onderzoek doet naar de ontwikkeling van wetenschappelijk en technisch talent bij kinderen (Van Benthem, Dijkgraaf & De Lange, 2005). De basiseenheid ontwikkelingspsychologie van de Rijksuniversiteit Groningen is één van de partners in dit onderzoeksprogramma. De Groningse projecten zijn gebaseerd op de theorie van complexe dynamische systemen. Eén van de uitgangspunten van deze projecten is dat als kinderen een wetenschappelijk inzicht construeren rond een concreet probleem, ze dat samen doen met een volwassene of een ander kind. Om inzicht te krijgen in het proces van co-constructie wordt de dynamiek van dit proces in natuurlijke situaties, in de klas geobserveerd en geanalyseerd. Zo ontstaat meer inzicht in de manier waarop de nieuwsgierigheid, de creativiteit en het redeneren van kinderen zich ontwikkelen en hoe leerkrachten dit zo optimaal mogelijk kunnen stimuleren. Inmiddels zijn een aantal fundamentele onderzoeken en toegepaste onderzoeken uitgevoerd, die hebben bijgedragen aan de totstandkoming van Video Feedback Coaching voor onderbouw leerkrachten (Wetzels, Steenbeek & Fraiquin, 2011). Het huidige proefschrift bouwt hierop voort doordat we de Video Feedback Coaching uitbreiden naar en aanpassen voor bovenbouwleerkrachten (VFCt).

Het doel van het onderzoek is drieledig. Enerzijds willen we het belang van een complexe dynamische systeembenadering (aangeduid als complexiteitsbenadering) bij de evaluatie van effectstudies in het onderwijs benadrukken. Anderzijds willen we de ontwikkeling van het wetenschappelijk inzicht van bovenbouwleerlingen in interactie met de leerkracht in kaart brengen en daarnaast willen we de effecten van het Video Feedback Coaching programma op deze ontwikkeling bestuderen. Daarbij richten we ons op verschillende onderdelen die belangrijk zijn voor het leerproces: cognitieve ontwikkeling van de leerlingen, attitude van leerkrachten en leerlingen, betrokkenheid van leerlingen, openheid en mate van stimulans van leerkrachten en de rol van wederzijdse beïnvloeding in de totstandkoming van optimale leersituaties.

In de onderstaande paragrafen komen de volgende onderwerpen aan bod: Eerst worden de doelen en de karakteristieken van de VFCt beschreven. Dit wordt gevolgd door het theoretisch kader van dit proefschrift, de complexiteitsbenadering. Vervolgens worden de effecten van VFCt beschreven op achtereenvolgens: de cognitieve leerwinst van leerlingen, de leerkracht-leerling interacties in de klas, de attitude van leerkrachten en leerlingen en tussen enerzijds de openheid van de leerkracht uitingen en anderzijds de betrokkenheid van de leerlingen. Samen geven deze hoofdstukken een beeld van de effecten van de VFCt en de manieren waarop interventies in het onderwijs geëvalueerd kunnen worden vanuit een dergelijke complexiteit. Een belangrijke focus ligt op het gebruik van microgenetische coderingen waarbij de interactie tussen de leerkracht en leerlingen als hoofddoel van de studie geldt. Door in te zoomen op de processen tijdens verschillende lessen willen we

bijdragen aan het in kaart brengen van de complexiteit van de dagelijkse lespraktijk en tegelijkertijd bijdragen aan fundamentele kennis over ontwikkelingsprocessen op het gebied van wetenschappelijk inzicht van bovenbouwleerlingen. Deze samenvatting wordt afgesloten met een algemene conclusie en aanbevelingen voor leerkrachten die wetenschap en technologie in hun onderwijspraktijk willen implementeren of optimaliseren.

Video Feedback Coaching voor bovenbouwleerkrachten¹⁴

Op basisscholen in Noord Nederland is de video feedback coaching in de praktijk ingezet om leerkrachten te ondersteunen in het professionaliseren van wetenschap- en technologieonderwijs.

Een belangrijk uitgangspunt van TalentenKracht en daarmee van het Video Feedback Coaching programma is dat ieder kind van nature talentvol is (Steenbeek & Uittenbogaard, 2009). Binnen TalentenKracht zien we talent als iets dat kan ontstaan en groeien. Dit kan echter alleen als de juiste omstandigheden aanwezig zijn. ‘Talent’ staat niet voor ‘excellent’, maar voor ‘competent’, voor het potentieel dat een kind heeft. Talent staat dus voor iets dat ieder kind (en iedere leerkracht) in meer of mindere mate heeft: de nieuwsgierigheid, de wil om een oplossing te vinden, de zoektocht naar een optimale strategie en het sprankelende enthousiasme dat kinderen laten zien. Het onderzoek van TalentenKracht richt zich dan ook niet op ‘weetjes’, maar op het stimuleren van redeneerwijzen.

De omgeving speelt een belangrijke rol in de ontwikkeling van talentvol gedrag welke tijdens het co-constructieproces tot stand komt. Materiaal dat enthousiasme en verwondering uitlokt is een belangrijke component, maar juist ook de volwassenen spelen een rol. Zonder stimulering vanuit de omgeving, het creëren van de juiste omstandigheden, zal talentvol gedrag niet ten volle tot ontwikkeling komen. In dit proefschrift heeft het stimuleren een specifieke vorm namelijk het co-constructieproces dat de vorm van een micro genetisch proces aanneemt (het zijn de korte termijn gebeurtenissen, het spel van actie en reactie tussen leerling en leerkracht, dat de kern van dit proces vormt). Het doel van de VFCt was om bovenbouwleerkrachten te enthousiasmeren voor het geven van wetenschap- en technologielessen en bij hen het vermogen (verder) te ontwikkelen om talenten van leerlingen op het gebied van wetenschap en technologie te herkennen, stimuleren en ontplooien.

Leerkrachten worden ondersteund in dit proces door het reflectief terugkijken van eigen beelden van de les. Een geschikte methode is video feedback coaching (Fukkink, 2005). De leerkracht wordt gecoacht, met het doel het werk van de leerkrachten transformeren in de richting van coaching van leerlingen. Het doel is dat de leerkracht steeds meer de rol van coach of begeleider aanneemt zodat leerlingen leren om zelf verantwoordelijkheid te nemen voor het (co-)construeren van kennis, om zaken te onderzoeken en te beredeneren hoe iets kan. Door als leerkracht een onderzoekende houding aan te nemen, te werken aan interactievaardigheden en door gebruik te maken van de wetenschappelijke cyclus kunnen leerkrachten leerlingen aanzetten tot nadenken, zodat leerlingen uiteindelijk op een hoger niveau van wetenschappelijk inzicht komen.

De VFCt bestaat uit een introductiebijeenkomst en vier individuele video-feedback-coachingssessies. Tijdens de introductiebijeenkomst wordt theorie besproken met betrekking tot wetenschap- en technologieonderwijs en worden best-practice voorbeelden van eigen¹⁵ en andere lessen getoond. Daarbij komen een aantal pedagogisch-didactische hulpmiddelen

¹⁴ Voor meer informatie verwijst ik de lezer naar www.talentenkrachtgroningen.nl. In het werkboek voor bovenbouwleerkrachten staan de doelen en de pedagogisch-didactische strategieën uitgewerkt.

¹⁵ De beelden van de eigen lessen zijn opgenomen tijdens twee voormetingen.

aan bod die leerkrachten in kunnen zetten om het wetenschappelijk inzicht van leerlingen te stimuleren: aanbieden van onderzoekende en ontwerpende leersituaties, gebruiken van de wetenschappelijke cyclus, stellen van vragen die leerlingen stimuleren om op een complexer niveau te gaan redeneren, doorvragen en scaffolding¹⁶. Aan het einde van de van de introductiebijeenkomst stellen leerkrachten een persoonlijk leerdoel op voor de komende vier coachingsessies. Vervolgens geeft de leerkracht vier wetenschap- en technologielessen aan zijn/haar klas welke worden gefilmd door de coach.

Direct na de les bespreekt de coach de les met de leerkracht aan de hand van de leerdoelen. Tijdens de nabespreking staat het persoonlijke leerproces en daarbij behorende leerdoel(en) centraal. De coach helpt de doelen te bereiken door middel van gerichte feedback. Een belangrijk uitgangspunt is dat de coach de leerkracht als talentvol benadert. Hierbij wordt de situatie gemodelleerd zoals verwacht wordt dat de leerkracht het ook in de klas toepast. De focus ligt tijdens de gesprekken op concreet handelen tijdens leermomenten, de zogenaamde talentmomenten, in de les. *Talentmomenten* zijn spontane leermomenten waarin de interactie tussen leerling(en), volwassene en materiaal optimaal talent ontlokt en stimuleert. Deze momenten (met inbegrip van de eventueel gemiste momenten) worden besproken aan de hand van videobeelden tijdens het coachingsgesprek. De focus ligt voornamelijk op de momenten waarop de leerkracht adequaat inspeelt op het gedrag van de leerlingen. Daarnaast worden enkele gemiste momenten besproken die aanleiding kunnen zijn om nóg meer wetenschappelijk inzicht van leerlingen te ontlokken. Door het gezamenlijk kritisch terugkijken en reflecteren op deze fragmenten wordt de leerkracht ondersteund om talent-ontlokkende en talent-bevorderende leersituaties te creëren, zodanig dat de kwaliteiten van de leerling(en) zo optimaal mogelijk benut worden.

Complexiteitsbenadering

In *hoofdstuk 2* wordt het belang van een complexiteitsbenadering voor de evaluatie van effectstudies, met behulp van data uit de pilotstudie, geïllustreerd. Bij het ontwerpen, het uitvoeren en het analyseren van de VFCt is een complexiteitsbenadering als uitgangspunt genomen. Een belangrijk kenmerk is dat ontwikkeling in dynamische interactie tussen een leerling en zijn/haar omgeving tot stand komt. De klas is daarbij opgevat als een complex dynamisch systeem bestaande uit vele op elkaar inwerkende componenten –de leerlingen en de leerkracht– welke elkaars gedrag en eigenschappen continu beïnvloeden (Lewis, 2002; Smith & Thelen, 2003; Van Geert & Steenbeek, 2005).

Professionaliseringsprogramma's worden vaak gepresenteerd als vaste protocollen. In werkelijkheid blijken professionaliseringstrajecten echter idiosyncratische processen te zijn. Denk bijvoorbeeld aan een wetenschap- en technologieles voor bovenbouwleerlingen. Het stellen van een bepaald type vragen, het uitvoeren van bepaalde activiteiten of typische reacties van studenten zijn voorbeelden van patronen die specifiek zijn voor een bepaalde klas. Het doel van een interventie is om deze patronen duurzaam te veranderen en te vervangen door nieuwe, meer adequate patronen (Van Geert, 1994; 2003). Een interventie wordt gezien als een vorm van verstoring in bestaande patronen van activiteiten die plaatsvinden tijdens specifieke onderwijsleersituaties. Vanuit een complexiteitsbenadering, staat het veranderen van de patronen van handelen en denken van de leerkracht gelijk aan het veranderen van de patronen van handelen en denken van de leerlingen. Om inzicht te krijgen in de effecten van educatieve interventies op de prestaties van leerlingen, is inzicht

¹⁶ Letterlijk vertaald betekent scaffolding 'steiger'. Het staat voor hulp die aangepast wordt aan het begrip en de voorkennis van een leerling, zodat een leerling gestimuleerd wordt om meer inzicht te verwerven. Net als een steiger, wordt deze hulp weer weggenomen als de hulp niet meer nodig is.

nodig in de eigenschappen van deze specifieke onderwijsleerprocessen in individuele leerkracht-leerling systemen. Echter de verandering van individuele systemen¹⁷ als gevolg van een interventie worden nauwelijks als uitgangspunt van onderzoek genomen. Vaak wordt de effectiviteit van interventies bestudeerd middels grootschalig onderzoek, waarbij het effect van de interventie gelijk wordt gesteld aan het gemiddelde van de effecten die het heeft op individuele systemen. Bij de complexiteitsbenadering wordt gekeken naar het idiosyncratische effect van de interventie, wat in principe verschillend is per individueel systeem.

Dit hoofdstuk heeft als doel aan te tonen hoe een complexiteitsbenadering kan helpen inzicht te krijgen in veranderingen in onderwijsleerprocessen die toe te schrijven zijn aan educatieve interventies. Dit is geïllustreerd door het in kaart brengen van de effecten van VFCt met behulp van de taxonomie van Boelhouwer (2013). Boelhouwer beargumenteert het belang van observationeel onderzoek op verschillende tijdschalen, waarbij de bouwstenen van ontwikkeling, in dit geval leerkracht-leerling interacties, meegenomen worden. Een interventie zoals de VFCt kan vanuit verschillende perspectieven worden geëvalueerd. Het verschil in perspectief komt voornamelijk voort uit de verschillende doelstellingen die belanghebbenden voor ogen hebben. Zo zal de overheid voornamelijk geïnteresseerd zijn in de gemiddelde leerwinst van leerlingen over verschillende scholen (een macro-statisch perspectief), terwijl het voor een leerkracht van belang is om feitelijke veranderingen in de klas te kunnen constateren (een micro-dynamisch perspectief). Vanuit ontwikkelingspsychologisch oogpunt is het interessant om de ontwikkeling van onderwijsleerprocessen in kaart te brengen teneinde inzicht te krijgen in hoe leerlingen tot optimale prestaties komen.

De resultaten van de empirische illustratie, gebaseerd op zes leerkrachten die deel hebben genomen aan de pilotstudie, laten zien dat het gemiddelde complexiteitsniveau van het redeneren van de leerlingen na de interventie significant hoger is dan tijdens de voormeting. Vervolgens is ingezoomd op inter- en intra-individuele verschillen om de idiosyncratische insteek van professionaliseringstrajecten te onderbouwen. Door te focussen op tijdseriële patronen in de interactie blijkt dat complexere niveaus van wetenschappelijk inzicht worden bereikt door een gezamenlijke investering van leerkracht en leerlingen. We suggereren dat in alle (of de meeste) van deze individuele leerkracht leerling-systemen de video feedback coaching effectief is omdat de leerkracht meer open vragen gaat stellen, het wetenschappelijk inzicht van de leerlingen toeneemt, het aantal afgestemde interacties toeneemt en actief onderzoekend leren wordt gebruikt in plaats van klassikale lessen.

Resultaten van Video Feedback Coaching voor bovenbouwleerkrachten

De hoofdstukken die hieronder beschreven worden zijn gebaseerd op data van de effectstudie. Om het effect van de VFCt in kaart te brengen is de interventie uitgebreid met twee voormetingen en twee nametingen. De voormetingen geven een indicatie van de dagelijkse lespraktijk, deze gelden als een 'baseline'. De nametingen, die ongeveer 8 weken na de coaching plaatsvinden, geven inzicht in de langetermijneffecten van de VFCt. Met andere woorden, hoe worden wetenschap- en technologielessen vormgegeven zonder directe aanwezigheid van de coach en in hoeverre worden de nieuwe vaardigheden nog toegepast tijdens de nametingen. Daarnaast willen we de vergelijking maken met

¹⁷ Een individueel systeem is niet per se een individu, maar is eerder een specifiek systeem. Een individu wordt in een generieke betekenis gebruikt; een schoolklas is dan bijvoorbeeld in generieke zin een individuele casus.

leerkrachten die wetenschap- en technologielessen geven zoals ze dat altijd doen of zouden willen doen. Een controleconditie van twaalf leerkrachten heeft daarom vier lessen gegeven op de voor deze leerkrachten gebruikelijke wijze. De interventieconditie bestond uit elf leerkrachten. In de onderstaande studies wordt in kaart gebracht of de klassen in de interventieconditie verandering laten zien die we in de klassen van de controle conditie niet zien. De onderzoeksvraag is: wat zijn de effecten van het werken met VFCt, gericht op het verbeteren van onderwijsleerprocessen, op de pedagogisch-didactische vaardigheden van de leerkracht en hoe verhoudt dit zich tot cognitieve en niet-cognitieve aspecten gerelateerd aan leren van leerlingen tijdens wetenschap- en technologielessen? De cognitieve aspecten zijn geoperationaliseerd als de complexiteit van het wetenschappelijk inzicht van leerlingen en de niet-cognitieve aspecten zijn geoperationaliseerd als betrokkenheid tijdens de lessen en de houding ten opzichte van wetenschap en technologie. De effecten van de VFCt worden geëvalueerd vanuit verschillende perspectieven zoals hierboven beschreven. Een overzicht van de resultaten staat in tabel 1.

Het onderzoek in *hoofdstuk 3* geeft de resultaten van het effect van de VFCt op cognitieve aspecten van leren weer. Leerlingen hebben tijdens de voor- en nameting een citotoets natuur en techniek gemaakt. De resultaten laten zien dat er zowel in de interventie- als de controleconditie geen verschil is tussen de voor- en nameting op het gebied van aantal juiste antwoorden. Daarnaast is onderzocht of leerlingen een verandering in wetenschappelijk inzicht in de klas lieten zien. De resultaten laten zien dat leerlingen in de interventie- en de controleconditie gemiddeld op hetzelfde complexiteitsniveau blijven redeneren. Echter, als we inzoomen, vinden we dat leerlingen in de interventieconditie, in vergelijking met leerlingen in de controleconditie, tijdens de nametingen gemiddeld vaker redeneren (uitingen van voorspellingen en verklaringen doen) en dat dit vaker op een complexer niveau gebeurt. Aangezien dit onderzoek een pre-posttest design heeft en alleen leerlingresultaten in kaart zijn gebracht, hebben we geen inzicht verkregen in *hoe* verandering optreedt - in interactie met de context.

In *hoofdstuk 4* hebben we daarom ingezoomd op de actie-reactiepatronen van leerlingen en leerkrachten. De focus ligt op het proces van de co-constructie van wetenschappelijk inzicht. We onderzoeken welke actie-reactiepatronen het vaakst en langst voorkomen tijdens elke les. Op basis daarvan kunnen we concluderen dat de interventie- en de controleklassen voornamelijk een interactiepatroon van niet-complexe uitingen door leerlingen gevolgd door weinig-stimulerende leerkrachtuitingen laten zien tijdens de voormeting. Met weinig-stimulerend doelen we op uitingen van leerkrachten die niet aanzetten tot het actief gebruiken van hogere orde-denken, voorbeelden zijn instructies en informatie geven. Tijdens de nametingen laat de interventieconditie veelal patronen zien waarin de leerlingen complexe uitingen doen en leerkrachten hier stimulerend, met een aanmoediging of doorvraag, op reageren. De klassen in de controleconditie laten deze verandering niet zien. De processen die ten grondslag liggen aan deze veranderingen blijken idiosyncratisch van aard te zijn. Echter in de klassen die een verandering in interactiepatroon hebben bereikt is een periode van destabilisatie gevonden. Een voorbeeld van een dergelijke destabilisatie is dat de leerkracht-leerling interactie tijdelijk minder flexibel wordt.

Naast cognitieve ontwikkeling is ook de non-cognitieve ontwikkeling van leerlingen van belang om goed voorbereid te zijn op de eisen van 21^e eeuw (Dweck, Mangels & Good, 2004). De betrokkenheid van leerlingen tijdens lessen wordt als een belangrijke indicator voor de uiteindelijke prestatie van leerlingen gezien (Bryson & Hand, 2007; Laevers, 2005). De attitude van leerkrachten is bovendien van belang omdat ze een bijdrage levert aan het al dan niet implementeren van wetenschap- en technologieonderwijs en vervolgens aan de

volharding om de lessen structureel in het curriculum in te bedden (Haney, Lumpe, Czerniak & Egan, 2002; Van Aalderen-Smeets & Walma Van Der Molen, 2015).

In *hoofdstuk 5* is de attitude van leerkrachten en leerlingen in kaart gebracht. Gemiddeld zien we dat leerkrachten in de interventieconditie tijdens de nameting, in vergelijking met de voormeting, meer geloven in eigen kunnen (self-efficacy) en dat ze zich minder afhankelijk voelen van contextfactoren zoals een methode (Natuniek bijvoorbeeld). Bovendien blijkt dat leerkrachten meer plezier ervaren in het geven van wetenschap- en technologieonderwijs en dat ze minder spanning voelen tijdens deze lessen. Uit de vragenlijsten van de leerkrachten van de controleconditie blijken deze veranderingen niet. Bij de leerlingen is geen verandering op het gebied van attitude gevonden die toe te schrijven is aan de interventie. Wij vragen ons af of deze bevindingen een adequate afspiegeling zijn van de processen in de klas.

Verschillende studies vinden bovendien dat betrokken leerlingen betere academische prestaties laten zien (Fredricks, Blumenfeld & Paris, 2004). Wij onderzoeken in *hoofdstuk 6* of deze relatie ook op microniveau, in de klas, terug te vinden is. In hoofdstuk 6 is daarom ingezoomd op het verloop van de samenhang over de tijd van de betrokkenheid van leerlingen en de complexiteit van het wetenschappelijk inzicht en de openheid van leerkracht van één klas. Uit de resultaten van hoofdstuk 4 blijkt dat deze klas een verandering heeft doorgemaakt van interactiepatronen die voornamelijk niet-complex en niet stimulerend zijn tijdens de voormetingen naar patronen die bestaan uit complexe leerlinguitingen gevolgd door stimulerende leerkrachtuitingen tijdens de nameting. De resultaten laten zien dat tijdens de voormetingen weinig wetenschappelijk inzicht tot uiting komt, maar dat er wel veel betrokken gedrag van de leerlingen was. Verder is gevonden dat de betrokkenheid van leerlingen en het wetenschappelijk inzicht, over het verloop van de interventie, beide vaker voorkomen en in steeds hogere mate met elkaar gaan samenhangen. De ontwikkeling van deze samenhang volgt een niet-lineair traject, dit betekent dat de samenhang tussen deze variabelen over tijd wisselt (van sterkte en richting). Vervolgens is in kaart gebracht hoe de openheid van de leerkracht interacteert met de betrokkenheid van leerlingen. Ook hier is een positieve verandering te zien; meer open leerkrachtgedrag hangt in steeds sterkere mate samen met betrokken leerlinggedrag. Daarnaast blijkt dat tijdens de voormetingen, instructie van de leerkracht en niet-betrokken gedrag van de leerlingen sterk samenhangen en veel voorkomen, terwijl bij de nametingen leerlinggerichte vragen en interesse van leerlingen sterk samenhangen en veel voorkomen. Ook hierbij dient opgemerkt te worden dat de samenhang een niet-lineair verband laat zien.

Conclusie

We concluderen dat de effectiviteit van de VFCT over het algemeen positief is en met name terug te zien is in veranderingen in de klas, namelijk een toename in het aantal complexe leerlinguitingen in het algemeen, een toename in het aantal complexe leerlinguitingen op een hoger niveau, een toename in stimulerend leerkrachtgedrag en een verandering in interactiepatronen (zie tabel 1). Video feedback coaching blijkt een effectieve manier om leerkrachten te ondersteunen in het proces van gedragsverandering, wat in deze studie geresulteerd heeft in optimalisatie van pedagogisch-didactische vaardigheden tijdens wetenschap- en technologielessen. Er is echter geen verandering gevonden op het gebied van de citoscore en de attitude van leerlingen.

We concluderen dat voor een volledig begrip van de effecten van de VFCT, een intensieve studie van de processen van een klas tijdens meerdere lessen nodig was. Leren wordt beschouwd als een voortdurend proces tussen leerlingen en de directe omgeving,

waarbij de complexiteit van het begrip van leerlingen groeit binnen deze specifieke context in leerkracht-leerling interacties. Uit dit proefschrift blijkt dat leerkrachten, met behulp van de VFCt, in staat zijn dergelijke interactiepatronen in de klas op een zodanige manier te veranderen dat het bijdraagt aan de co-constructie van wetenschappelijk inzicht. De complexiteitsbenadering heeft inzicht gegeven in de werkelijke, concrete manier waarop de VFCt werkt. We stellen dat als een interventie moet worden verbeterd, of wanneer een interventie moet worden geïmplementeerd op grotere schaal, kennis van de feitelijke, concrete manier waarop deze werkt op het niveau van real-time praktijk essentieel is (omdat dit het soort informatie is waar leerkrachten over beschikken). Dit proefschrift is een illustratie van het belang voor het evalueren van real-time veranderingen in leerkracht-leerling interacties om de effecten van een educatieve interventie vast te leggen.

Een van de hoofdpunten die we met dit proefschrift over willen brengen is dat verschillende methoden gebruikt dienen te worden om de effecten van een interventie, zoals de VFCt, zodanig in kaart te brengen dat het de daadwerkelijke verandering kan vangen. In hoofdstuk 2 pleitten we ervoor dat onderzoekers de natuurlijke situatie waarin de interventie plaatsvindt, meenemen in de evaluatie van de effecten. Daarom hebben we voor de evaluatie van de VFCt naast statische (vragenlijst)data, observationele data gebruikt om de complexiteit van onderwijsleersituaties op een microdynamische manier te kunnen analyseren. Rijke informatie is verzameld door het combineren van groepsniveauopzichten met intraindividuele longitudinale metingen. De laatste analyses zijn gebaseerd op tijdsreeksen van gecodeerde gedragingen. De tijdseries zijn geanalyseerd aan de hand van verschillende technieken die inzichtelijk maken hoe patronen en variabiliteit van het gedrag van leerkrachten en leerlingen zich manifesteren over de tijd.

Discussie en praktische implicaties

In *hoofdstuk 7* worden de resultaten van de bovenstaande hoofdstukken bediscussieerd en in een breder perspectief geplaatst. Hieronder worden een aantal daarvan toegelicht, namelijk hoe het verschil in uitkomsten op basis van de observationele data en de vragenlijst data geïnterpreteerd kan worden; een aantal die aanbevelingen voor vervolgonderzoek tot gevolg hebben; en tot slot aanbevelingen voor leerkrachten.

Uit dit proefschrift blijkt dat de resultaten die in de klas gevonden zijn niet terug te zien zijn in de scores op de vragenlijsten en toetsen van leerlingen. Het gebruik van vragenlijsten en toetsen is echter een veelgebruikte methode om het effect van interventies - en de voortgang van leerlingen - in kaart te brengen. De vraag is hoe we in kaart kunnen brengen of leerlingen de doelen van wetenschap- en technologieonderwijs bereikt hebben? Wij stellen dat het daarbij niet gaat om feitenkennis, maar om begrip van en over wetenschappelijke concepten en processen. Het gaat om toekomstgericht onderwijs. Het gaat dan ook om vaardigheden zoals creativiteit, nieuwsgierigheid, verantwoordelijkheid nemen voor en reflecteren op leren, kritische vragen stellen, verdiepen en verbreden, vakoverstijgend leren et cetera. Het lesmateriaal en de toetsingsdruk die scholen ervaren, beperken nu de speelruimte die ze hebben. De bestaande kerndoelen geven onvoldoende richting en houvast, terwijl de vorm van de toetsing de inhoud van het onderwijs sterk domineert (OnsOnderwijs2032, 2016). Uit de resultaten van dit proefschrift blijkt dat daardoor voorbijgegaan wordt aan de complexe realiteit van het onderwijsleerproces en dat de verandering in de klas daarmee niet op waarde geschat wordt. Vanuit de complexiteitsbenadering benadrukken wij het belang om bij de bouwstenen van leren en ontwikkeling te beginnen om zo zicht te krijgen op veranderingsprocessen. De bouwstenen zijn in dit geval de leerkracht-leerlinginteracties. Deze interacties worden beïnvloed en

beïnvloeden tegelijkertijd de patronen van interacties die resulteren in prestaties van leerlingen en attitudes van leerkrachten en leerlingen. In dit proefschrift hebben we mogelijkheden weergegeven om deze processen meetbaar te maken.

Er zijn een aantal aspecten die aanleiding geven voor vervolgonderzoek. Ten eerste hebben we in dit onderzoek alleen gekeken naar leerkracht-leerling interacties. Deze keuze is gemaakt omdat de VFCT zich richt op de gedragsverandering van de leerkracht. Echter, hiermee hebben we andere processen die bijdragen aan de ontwikkeling van wetenschappelijk inzicht uitgesloten. Hierbij kan gedacht worden aan leerling-leerlinginteracties (Kumpulainen & Mutanen, 1999), maar ook non-verbale aspecten zoals exploratie (Pine, Lufkin, Kirk & Messer, 2007). Vervolgonderzoek kan inzicht geven in hoe leerling-leerlinginteracties bijdragen aan de ontwikkeling van wetenschappelijk inzicht en wat de rol van non-verbale handelingen zijn in dit proces. Ten tweede hebben we in dit onderzoek het geslacht van leerlingen niet meegenomen om te differentiëren in de effecten van de VFCT. Bij wetenschap en technologie is het geslacht echter een veelvoorkomend discussiepunt, met name omdat meisjes minder tot hun recht lijken te komen op deze gebieden (Greenfield, 1996; Reilly, 2012). Vervolgonderzoek zou inzicht kunnen geven in of en hoe genderverschillen in de klas emergeren en wat de rol van de leerkracht is. Tot slot is een aanbeveling voor vervolgonderzoek dat er gekeken wordt of de nieuw aangeleerde pedagogisch-didactische vaardigheden van de leerkracht, en de daarbij veranderde leerkracht-leerlinginteracties, ook toegepast worden tijdens andere lessen.

De resultaten in dit proefschrift leiden tot een aantal aanbevelingen voor leerkrachten. Uit dit proefschrift blijkt dat bovenbouwleerlingen nog steeds nieuwsgierig zijn naar wetenschappelijke fenomenen. Echter, de kunst voor leerkrachten is om deze nieuwsgierigheid weer boven tafel te krijgen. De rol van de leerkracht tijdens wetenschap- en technologieonderwijs kan vele vormen aannemen. Het recept voor *de* wetenschap- en technologieles bestaat niet. Echter, voor alle lessen geldt dat uitgaan van nieuwsgierigheid en enthousiasme van leerlingen, dit stimuleren door open, denk-stimulerende vragen te stellen en zo het wetenschappelijk inzicht van leerlingen tot uiting laten komen een goede combinatie blijkt te zijn. Met andere woorden, de focus kan liggen op het uitbreiden van het aantal talentmomenten waarin de interactie tussen leerlingen, leerkracht en materiaal optimaal wetenschap- en technologie talent ontlokt en stimuleert. De leerkracht neemt hierbij zelf een onderzoekende houding aan en ondersteunt leerlingen om zelf inzichten te verwerven door denk-stimulerende vragen te stellen en het begrip van leerlingen te scaffolden. Het kritisch terugkijken op eigen handelen is hiervoor de sleutel. Leerkrachten kunnen dit zelf (of met een collega) doen. Hierdoor wordt inzicht verkregen in eigen gedrag en het effect daarvan op het systeem van interactie.

Concluderend kan gesteld worden dat de resultaten in dit proefschrift hebben aangetoond dat een verandering in pedagogisch-didactische strategieën tot stand gebracht kan worden om rigide patronen in de klas om te vormen naar interactiepatronen die bijdragen aan de co-constructie van wetenschappelijk inzicht. Echter, om dit te bereiken hebben leerkrachten baat bij ondersteuning die aangepast wordt aan hun eigen vaardigheden en capaciteiten. Video feedback blijkt een effectieve manier om leerkrachten te ondersteunen in het proces om leerlingen op te laten bloeien tijdens wetenschap- en technologieonderwijs.

Tabel 1 Overzicht van de resultaten per hoofdstuk

Hoofdstuk	Dimensies van evaluatie	Variabelen	Verschil interventie en controle	Verschil over tijd	
				Interventie	Controle
3	Statisch, macro, direct, lange termijn effect	CITO score	nee	Voormeting = nameting	Voormeting = nameting
	Dynamisch, macro, direct, lange termijn effect	Niveau van complexiteit van wetenschappelijk redeneren	nee	Voormeting = nameting	Voormeting = nameting
	Dynamisch, macro, direct, lange termijn effect	Frequentie van uitingen van wetenschappelijk redeneren	ja	Voormeting < nameting	Voormeting = nameting
4	Dynamisch, micro, indirect, korte & lange termijn effect	Interactie patronen van mate van stimulans van de leerkracht en de complexiteit van wetenschappelijk redeneren van leerlingen	ja	Voormeting < nameting	Voormeting = nameting
	Statisch, macro, direct, lange termijn effect	Attitude van leerlingen	nee	Voormeting = nameting	Voormeting = nameting
6	Statisch, macro, direct, lange termijn effect	Attitude van leerkrachten	ja	Voormeting < nameting	Voormeting = nameting
	Dynamisch, micro, indirect, korte & lange termijn effect	Relatie wetenschappelijk redeneren en betrokkenheid	nvt (focus op 1 klas)	Voormeting < Nameting Steeds sterkere samenhang, niet-lineaire ontwikkeling	
	Dynamisch, micro, indirect, korte & lange termijn effect	Interactiepatronen van openheid van de leerkracht en betrokkenheid van de leerlingen		Voormeting < Nameting Steeds sterkere samenhang, niet-lineaire ontwikkeling	

