

Implementatie van TalentenKracht bij het universiteitsmuseum en de kinderuniversiteit.

Linda Tijmsma

3^e jaars excellentiestudente Pedagogische Academie Hanze Hogeschool Groningen, Nederland.

Drs. Carla Geveke

Dr. Herman Veenker

Ontvangen 13 Juni 2012; geaccepteerd

Abstract

Een museumbezoek draagt iets bij aan het leerniveau van leerlingen, maar een op zichzelf staand museumbezoek heeft geen meerwaarde voor het ontwikkelen van kennis bij leerlingen. In dit artikel wordt gepoogd antwoord te krijgen op de vraag hoe de programma's van het universiteitsmuseum en de kinderuniversiteit uitgebreid kunnen worden, met integratie van TalentenKrachtprincipes, zodat het wetenschappelijk denkproces van de leerlingen in het gehele arrangement gestimuleerd wordt. Om antwoord te kunnen krijgen op deze vraag is een beschrijvend onderzoek gedaan waarin realistische settings zijn gebruikt die bestaan uit museumbezoeken en klassikale lessen waarbij de interactie tussen de begeleiders en leerlingen zijn gemeten. De resultaten van het onderzoek laten zien dat begeleiders die kennis van TalentenKracht hebben een hoger redeneniveau bij leerlingen uitlokken. De begeleiders die kennis van TalentenKracht hebben stellen veel open vragen aan leerlingen om wetenschappelijk redeneren bij leerlingen uit te lokken. De resultaten van een statistische analyse laten significante verschillen zien tussen de begeleiding van een begeleider die intensieve kennis van TalentenKracht heeft en begeleiders die geen kennis van TalentenKracht hebben. De begeleider die intensieve kennis van TalentenKracht heeft lokt complexere redenties bij leerlingen uit.

Inleiding

De Rijksuniversiteit Groningen en de Hanzehogeschool Groningen richten samen een Wetenschapsknooppunt in om kinderen in het basisonderwijs te laten kennismaken met en enthousiast te maken voor wetenschappelijke activiteiten. De ontwikkeling van het Wetenschapsknooppunt past binnen het overheidsbeleid zoals vastgelegd in het Masterplan 'Ruimte voor Talent, ruimte voor Wetenschap en techniek'. Het Wetenschapsknooppunt Noord-Nederland biedt de gelegenheid de verschillende initiatieven aan elkaar te verbinden – onder andere: de Kinderuniversiteit als onderdeel van de Scholierenacademie, het Universiteitsmuseum, het Expertisecentrum TalentenKracht Groningen-Utrecht, de Magneet (sciencecenter) van de Hanzehogeschool Groningen – en op een andere manier toegankelijk te maken voor het basisonderwijs. De verschillende initiatieven hebben diverse activiteiten ontwikkeld met een wetenschappelijk karakter voor basisscholen. Het doel van het Wetenschapsknooppunt is om deze activiteiten beter te verbinden met het doel van de school zelf, namelijk het verzorgen van effectief onderwijs op het gebied van wetenschap en techniek. Het gezamenlijke doel is om de 'leeromgeving' van kinderen te verrijken en zo de belangstelling en enthousiasme voor wetenschap te vergroten.

Vanuit het Wetenschapsknooppunt Noord-Nederland is de vraag ontstaan om een voortraject in de vorm van een lessenkoffer te ontwikkelen voor het universiteitsmuseum en de kinderuniversiteit in Groningen. In dit voortraject worden de principes van TalentenKracht geïmplementeerd om het

wetenschappelijk redeneren van leerlingen uit te lokken en te vergroten. Het voortraject en het bezoek aan de instellingen vormen samen een arrangement, waardoor effectief onderwijs op het gebied van wetenschap en techniek ontstaat.

Een museumbezoek draagt iets bij aan het leerniveau van de leerlingen. Om het plezier in wetenschap te vergroten hebben onderzoekers voorgesteld om hands-on, dagelijkse experimenten in het curriculum te implementeren, zoals een bezoek aan een museum. Musea dragen bij aan de intrinsieke motivatie van kinderen, doordat er een rijke leeromgeving wordt gecreëerd (Ramey-Gassert & Walberg, 1994).

Recent onderzoek suggereert dat optimaal leren ondersteund wordt door museumbezoeken. Leerlingen worden uitgedaagd om op onderzoek uit te gaan (Gelman, Massey & McManus, 1991).

Een op zichzelf staand museumbezoek werkt niet. Paris et al., (1998) hebben onderzoek gedaan naar het aanbieden van een compleet arrangement. De uitkomsten van dit onderzoek wijzen uit dat het probleemoplossend vermogen van leerlingen vergroot wordt op het moment dat het museumbezoek in een arrangement aangeboden wordt. De leerlingen hebben voordeel van guided discovery tijdens een museumbezoek, door computers en/of ouders (Gelman, Massey & McManus, 1991). De verschillende onderzoeken wijzen uit dat het aanbieden van een geheel arrangement een positieve uitwerking heeft op de leerresultaten van leerlingen. Ook ontwikkelen de leerlingen een positieve attitude voor wetenschapsonderwijs.

Kinderen hebben dus voorafgaand aan het museumbezoek al kennis nodig om het museumbezoek effectief te kunnen maken. De enige voorkennis die nu aanwezig is bij kinderen die het Universiteitsmuseum bezoeken is gestandaardiseerd door TULE SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling (2009). TULE gaat specifiek in op kennisverwerving. Daarbij blijft het wetenschappelijk redeneren in gebreke.

Het wetenschappelijk denkproces is van vitaal belang voor het succes van de leerervaring (Jank & Meyer, 1994). Het is zelfs zo dat om met succes wetenschappelijke activiteiten te organiseren de leerling zijn eigen cognitief model of concept moet aanpassen. Dit vereist dat de leerling tekorten in het oude concept leert inzien en tegelijk ook de voordelen van een nieuw concept dat wordt ontdekt of aangeboden leert waarderen (Duit, 1996).

Vanuit TalentenKracht (www.TalentenKracht.nl) wordt talent gezien als een proces dat ontstaat in de concrete interactie tussen het kind, de taakobjecten en de volwassene (en eventueel ook een ander kind), mits de situatie en taak voldoende talentontlokkend, open en tegelijk ondersteunend zijn.

Vanuit de principes van TalentenKracht is het belangrijk om het wetenschappelijk denken bij kinderen vanaf jonge leeftijd te stimuleren. Het wetenschappelijk denken wordt gestimuleerd door vragen uit de empirische cyclus te stellen (de Groot, 1969). Door TalentenKracht te implementeren in lessen, wordt er op dat moment een kennishiërarchie opgebouwd waaraan advanced organizers kunnen worden gekoppeld. Ausubel (1968) zegt hierover dat deze organizers kunnen variëren van een schema, een afbeelding, een metafoor, een samenvatting, een uitgebreide inhoudsopgave tot een begrippenstructuur. Deze organizers zijn bedoeld om relevante geheugeninhouden te activeren. Bij guided discovery is het belangrijk dat de begeleiders de leerlingen uitdagende vragen stellen en een uitdagende leeromgeving aanbieden, zodat de leerlingen zelf begrip voor een bepaald onderwerp kunnen ontwikkelen en hypotheses kunnen maken (Goodyear, et al.1991, Shrager & Klahr, 1986) Het universiteitsmuseum (<http://www.rug.nl/museum/index>) suggereert dat guided discovery niet werkt tijdens een museumbezoek, omdat er vaak een gebrek aan begeleiding vanuit de school is tijdens het museumbezoek. De ouders of begeleiders kijken vaak in het museum rond, zonder oog te hebben voor de begeleiding van leerlingen. Het is van belang dat de begeleiders leerlingen begeleiden bij exhibits, zodat zij de principes van TalentenKracht en guided discovery toe kunnen passen. De begeleiders dienen gebruik te maken van vraagstellingen uit de empirische cyclus zodat het

wetenschappelijk denken van de leerlingen wordt gestimuleerd.

De kinderuniversiteit (<http://www.rug.nl/scholieren/kinderuniversiteit/index>) geeft aan dat zij graag een voortraject willen bij de lezing die op de kinderuniversiteit wordt gegeven. Zij willen graag weten of het voortraject meerwaarde heeft als aansluiting op de lezing.

Door een voortraject aan te bieden bij het universiteitsmuseum en de kinderuniversiteit kunnen de leerlingen een kennishiërarchie opbouwen over wetenschap- en techniekonderwerpen, waar advanced organizers aan kunnen worden gekoppeld. De koppeling van de advanced organizers vindt plaats tijdens het geven van de verschillende lessen van het voortraject en wordt uitgebreid tijdens het bezoek aan het universiteitsmuseum of de kinderuniversiteit. Het is belangrijk dat de begeleiders tijdens het voortraject al oefenen met de principes van TalentenKracht en guided discovery, zodat zij hun manier van begeleiden kunnen aanpassen en hiermee het redeneringsvermogen van leerlingen kunnen vergroten. Door een geheel arrangement aan te bieden aan scholen, ontwikkelen de leerlingen een positieve attitude voor wetenschap- en techniekonderwijs.

Uit deze problematiek zijn de volgende hypothese en onderzoeksvraag afgeleid:

Hypothese: Door TalentenKracht in het voortraject en in de opdrachten en begeleiding van een museum of lezing te implementeren, kunnen leerlingen complexere, wetenschappelijke redeneringen maken.

Onderzoeksvraag: Hoe kunnen de programma's van het universiteitsmuseum en de kinderuniversiteit uitgebreid worden, met integratie van de TalentenKrachtprincipes, zodat het wetenschappelijk denkproces van de leerlingen in het gehele arrangement gestimuleerd worden?

Voor het onderzoek is een aantal deelvragen opgezet om te weten te komen of een voortraject meerwaarde heeft en hoe de inhoud van een voortraject er uit moet zien om de wetenschappelijke redenering van leerlingen te vergroten. Er zijn verschillende settings gecreëerd om antwoord te kunnen krijgen op de volgende deelvragen:

1. *Inhoud en leeromgeving.* Welke kennis hebben leerkrachten met betrekking tot het onderwerp (gerelateerd aan tussendoelen) en wat hebben leerlingen nodig aan inhoud en leeromgeving om tot onderzoekend leren te komen?
2. *Interactieschaal.* Wat is het verschil in interactie wanneer begeleiders kennis hebben van TalentenKracht zowel bij het universiteitsmuseum als in de voorbereiding van de Kinderuniversiteit?
3. *Verbetering in interactie.* Welke verbeteringen in interactie (uitingen volwassene) dienen de voorkeur voor het gehele arrangement gezien TalentenKracht en gezien de bevindingen van vraag 2?

Methode

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke participanten hebben deelgenomen aan het onderzoek. Vervolgens wordt uitgelegd welke procedures hebben plaatsgevonden om het onderzoek op te zetten en wordt uitgelegd welke settings zijn gebruikt om het onderzoek vorm te geven. Per deelvraag wordt beschreven welke instrumenten en methoden zijn gebruikt om antwoord te kunnen krijgen op de deelvragen.

Proefpersonen

Ten eerste moet gezegd worden dat het onderzoek is verspreid over twee instellingen. Voor het universiteitsmuseum Groningen zijn een voortraject en exhibits ontwikkeld over het onderwerp ‘planeten en satellieten’.

Voor de kinderuniversiteit Groningen is een voortraject ontwikkeld over bloed als voorbereiding op een lezing over bloedvaten.

Binnen dit onderzoek is de situatie van de kinderuniversiteit sterk vergelijkbaar met die van het universiteitsmuseum. Voor beide instanties is een voortraject ontworpen en zijn metingen gedaan. In totaal hebben 9 klassen van twee basisscholen deelgenomen aan het onderzoek van het ontwikkelde voortraject en materialen met TalentenKrachtimplementatie van het universiteitsmuseum en de kinderuniversiteit.

¹In totaal hebben 5 klassen het ontwikkelde arrangement van het universiteitsmuseum uitgetoet. 4 Klassen van ‘OBS De Kei’ en 1 klas van ‘CBS De deurklink’ hebben deelgenomen aan het experiment. Vanuit ‘OBS De Kei’ kwamen groep 6, groep 6/7 en 2 groepen 8. De leerlingen van deze groepen varieerden in leeftijd van 10 tot 12 jaar.

Vanuit ‘CBS De deurklink’ heeft groep 5 aan het experiment deelgenomen. Deze groep leerlingen varieerde in leeftijd van 8 tot 10 jaar.

De begeleiding in het museum is uitgevoerd door 3 museummedewerkers die een workshop TalentenKracht hebben gevolgd (+ TK). Tevens heeft een leerkracht van ‘CBS De deurklink’ een workshop TalentenKracht gevolgd.

Verder vond de begeleiding in het museum plaats door leerkrachten van bovengenoemde klassen en ouders van leerlingen die het museum bezochten (-TK). Er is een meting gedaan bij in totaal 4 leerkrachten en ouders.

Het voortraject van het Universiteitsmuseum is onderzocht op ‘Jenaplanschool De regenboog’. In totaal hebben 2 klassen, variërende in leeftijd van 10 tot 12 jaar, deelgenomen aan het onderzoek. Het voortraject is gegeven door een 3^e jaars studente van de Pedagogische Academie in Groningen die een workshop TalentenKracht heeft gevolgd. Het voortraject is ook gegeven door een groepsleerkracht van ‘De regenboog’ die geen kennis van TalentenKracht heeft.

Procedures

Tijdens het onderzoek zijn settings ontworpen om de cognitie en het redeneniveau van leerlingen te testen. Hieronder vallen klassikale lessen en het bezoeken van exhibits in het museum.

De settings zijn zo ontworpen dat er qua kennis is aangesloten bij de tussendoelen van TULE. De vragen uit de empirische cyclus zijn in de lessenserie en in het werkboekje van het museum verwerkt om het wetenschappelijk redeneren van de leerlingen te stimuleren. De begeleiders konden hun eigen strategie toepassen om de leerlingen te begeleiden. Door de begeleiders de vrijheid te geven om hun eigen strategie toe te passen, konden metingen gedaan worden naar de verschillende strategieën van begeleiding en de bijbehorende vraagstellingen.

Curriculum

Om een beschrijving te kunnen geven van de inhoud van het opgezette arrangement is hier een splitsing gemaakt tussen de materialen voor het universiteitsmuseum en de kinderuniversiteit.

1. *Universiteitsmuseum*. Het arrangement van het universiteitsmuseum bevat een museumbezoek aan

¹ Vanwege privacyredenen zijn de namen van de basisscholen gefingeerd.

het universiteitsmuseum in Groningen over het onderwerp 'planeten en satellieten'. Er is tevens een voortraject voor het arrangement van het museum ontworpen, maar wegens tijdgebrek is dit voortraject niet op de scholen uitgevoerd. Wel hadden de leerlingen van beide basisscholen een project op school uitgevoerd over planeten en satellieten. Het museumbezoek diende als aanvulling op het project.

De leerlingen bezochten 5 verschillende doe-stations die verspreid stonden over de bovenzaal van het museum. De leerlingen hadden anderhalf uur de tijd om alle doe-stations te bezoeken. Hierbij vulden ze antwoorden in in een werkboekje. In het werkboekje zijn vragen uit de empirische cyclus geïmplementeerd om het redeneniveau van de leerlingen te vergroten. Bij de verschillende doe-stations konden de leerlingen (1) kraters maken (2) een zonsverduistering maken met een tallurium(3) onderzoek doen met een planetarium (4) een puzzel oplossen over ruimtevaart (5) en een zonnestelsel op schaal maken.

Voorafgaand aan het onderzoek hebben de begeleiders van het universiteitsmuseum een workshop TalentenKracht gevolgd. Het doel van de training is (1) vraagstellingen uit de empirische cyclus toepassen en optimaliseren, (2) het stimuleren van een onderzoekende houding bij leerlingen en (3) talentvol gedrag bij leerlingen herkennen. De deelnemers discussieerden over talent en observeerden eigen handelen in videofragmenten. Hierdoor konden ze reflecteren op hun eigen handelen en de geleerde principes van TalentenKracht beter toepassen.

2. *Kinderuniversiteit*. Het arrangement van de kinderuniversiteit bevat een lezing over de functie van bloedvaten en een bijbehorend voortraject over bloed. Scholen die zich aan hebben gemeld voor de lezing in de kinderuniversiteit, konden gebruik maken van het voortraject. Eén les van het voortraject is gegeven op 'jenaplanschool De Regenboog' in Groningen. Er werd een klassikale les gegeven waarin (1) de functie van bloed werd besproken (2) een analogie werd gelegd tussen de centrale verwarming in huis en het hart en bloedvaten in het lichaam, en (3) een experiment werd gedaan met het vervoeren van bloed. De les duurde 45 minuten en werd in het eigen klaslokaal van de betreffende groepen gegeven, omdat dit een vertrouwde omgeving voor de leerlingen is.

De leerlingen hebben voor aanvang van de les een vragenlijst ingevuld waarin hen werd gevraagd hun kennis over het menselijk lichaam op te schrijven. Na het volgen van de les hebben de leerlingen de vragenlijst nogmaals ingevuld om te kijken wat de leerlingen tijdens de les hadden geleerd.

Instrumenten en methoden

Er is een reeks aan activiteiten uitgevoerd waarbij verschillende instrumenten zijn gebruikt om het redeneniveau en de cognitieve kennis van leerlingen en het niveau van vraagstelling van begeleiders te testen. De onderliggende onderzoeksvraag gaat vooraf aan een beschrijving van alle instrumenten en methoden.

Inhoud en leeromgeving. Welke kennis hebben leerkrachten met betrekking tot het onderwerp (gerelateerd aan tussendoelen) en wat hebben leerlingen nodig aan inhoud en leeromgeving om tot onderzoekend leren te komen? Om antwoord op deze deelvraag te krijgen is (1) een vragenlijst ontworpen om de cognitieve kennis van leerlingen te meten en (2) literatuuronderzoek gedaan naar de criteria waaraan een gedegen voortraject moet voldoen met implementatie van TalentenKracht. De leerlingen van 'Jenaplanschool De Regenboog' hebben een vragenlijst over bloed ingevuld als voorbereiding op de les over bloed. De vragenlijst geeft inzicht in de mate van kennis waarover de leerlingen beschikken voordat de les gegeven wordt. Nadat de les gegeven is, hebben de leerlingen een identieke vragenlijst ingevuld. Deze meting geeft inzicht in de meerwaarde van het voortraject alswel inzicht in de cognitieve kennis die de leerlingen bezitten.

Zowel voor het universiteitsmuseum als de kinderuniversiteit is een voortraject opgezet. Dit

voortraject bestaat uit een Powerpointpresentatie die 3 lessen bevat. De lessen dienen als voorbereiding op een bezoek aan het universiteitsmuseum of als voorbereiding op de lezing van de kinderuniversiteit. Het is belangrijk dat er een geïntegreerd curriculum is dat de leerlingen begeleidt en hun kennis over wetenschap vergroot (Tenenbaum, Rappolt-Schlichtmann & Vogel Zanger, 2004). Bij het ontwerpen van de voortrajecten was het criterium om TalentenKracht te implementeren in de lessen en het gehele voortraject. Om dit te kunnen bewerkstelligen is literatuur onderzocht om inzicht in deze deelvraag te krijgen.

Het is belangrijk dat de leerlingen competentie ervaren binnen wetenschap en techniek (Welch et al., 1986). Dit betekent dat de opdrachten in de lessen uitdagend moeten zijn, maar ook haalbaar voor de leerlingen. De opdrachten moeten de leerlingen stimuleren om complexe redematies te maken (Van der Keere et al., 2008). Om dit te kunnen verwezenlijken zijn vragen uit de empirische cyclus geïmplementeerd in de lessen. Leren wetenschappelijk denken is een kwestie van het verwerven van probleemoplossende strategieën voor het coördineren van theorie en bewijs; het evalueren van bewijzen, theorieën onderscheiden van hypothesen door middel van o.a. waarnemingen tijdens experimenteren, conclusies trekken en deze conclusies communiceren. Deze probleemoplossende vaardigheden zijn van belang voor het onderwijs, omdat ze op brede schaal kunnen worden toegepast en een zekere graad van domein-gerelateerde algemeenheid en transfer bevorderen (Duschl, Schweingruber & Shouse, 2006). Het ontwikkelde materiaal moet de leerlingen de mogelijkheid geven om verschillende probleemoplossende strategieën toe te passen om tot een antwoord te kunnen komen. Hierbij is het proces belangrijker dan het product.

Van Zee en Minstrell (1997) benadrukken dat leraren en studenten hun reflecterend vermogen moeten ontwikkelen door vragen aan elkaar te stellen. Hierbij is het belangrijk dat de leerkracht de leerlingen uitdaagt en begeleidt om hun conceptuele kennis in hun eigen woorden uit te drukken. Van Zee, Iwasyk, Kurose, Simpson en Wild (2001) stellen voor dat leerkrachten leerlingen kunnen helpen om kennis op te bouwen over wetenschap en techniek, door vragen te stellen die leerlingen aanmoedigen om een meer verfijnde betekenis toe te kennen aan onderzoek. In het voortraject is in de handleiding voor leerkrachten beschreven hoe de principes van TalentenKracht kunnen worden toegepast tijdens de lessen. Door de leerkrachten algemene tips te geven, kan deze kennis ook worden toegepast in andere wetenschaps- en technieklessen.

In de lessenserie is gebruik gemaakt van analogieën en schema's. Simons (1988) geeft aan dat concrete, algemene begrippen, modellen, analogieën en metaforen goed werken als organizers om nieuwe kennis op te bouwen.

Interactieschaal. Wat is het verschil in interactie wanneer begeleiders kennis hebben van TalentenKracht zowel bij het universiteitsmuseum als in de voorbereiding van de Kinderuniversiteit? Om antwoord op deze deelvraag te krijgen is het nodig om inzicht te krijgen in het verschil tussen interactie van begeleiders die deel hebben genomen aan een workshop TalentenKracht en begeleiders die geen kennis van TalentenKracht hebben. Hiervoor zijn verschillende settings in het universiteitsmuseum gefilmd waarin begeleiders, zowel met- als zonder TalentenKracht achtergrond, leerlingen begeleidten bij de verschillende exhibits.

Ook is de uitvoering van het voortraject van de kinderuniversiteit gefilmd op 'Jenaplanschool De Regenboog', waarbij zowel begeleiders met- als zonder TalentenKracht achtergrond, een klassikale les hebben gegeven.

In dit deelonderzoek is een gesloten observatie gedaan waarbij de uitingen van de begeleiders worden geschaald op basis van openheidsniveau. De schaal ziet er als volgt uit en is gebaseerd op interactievaardigheden, zoals beschreven door Damhuis, Blauw & Brandenbarg (2004).

Code	Mate van openheid begeleider	Beschrijving van code
1	Stop	De volwassene beperkt het kind duidelijk in zijn of haar gedrag.
2	Instructie	De volwassene geeft een opdracht aan het kind om direct iets te doen.
3	Informatie geven	De volwassene geeft informatie
4	Gesloten vraag	De volwassene stelt een gesloten vraag.
5	Open vraag	De volwassene stelt een open vraag.
6	Aanmoediging	De volwassene moedigt het kind aan, of reageert op het kind met een kleine aanmoediging of herhaling.

Het model impliceert een opbouw van openheid in de uitingen van de begeleider.

Verbetering in interactie. Welke verbeteringen in interactie (uitingen volwassene) dienen de voorkeur voor het gehele arrangement, gezien TalentenKracht en gezien de bevindingen van vraag 2? Om antwoord te kunnen krijgen op deze vraag is het belangrijk om de uitkomsten van deelvraag 2, de interactieschaal, te koppelen aan het redeneringsniveau van de leerlingen. De videofragmenten die gebruikt zijn om deelvraag 2 te beantwoorden, worden ook gebruikt om een antwoord te krijgen op de derde deelvraag.

Om de observaties te kunnen analyseren is gebruik gemaakt van een codeersysteem dat gebaseerd is op de skill theory, die de grondbeginselen gebruikt uit werk van Piaget (1983; zoals beschreven in Fischer & Bidell, 2006). De skill theory beschrijft de manier van redenering van kinderen in specifieke situaties (Fischer (1980), Fischer en Bidell (2006) en Parziale en Fischer (1998)). De indeling van de skill theory is beschreven in 4 sets. (1) Wanneer een kind sensorimotorisch redeneert, zal het zich focussen op direct observeerbare objecten die binnen het gezichtsveld liggen en zichtbaar zorgen voor een verandering in de eigen omgeving. (2) Wanneer een kind representaties kan vasthouden, kan het denken over acties of oorzaken en gevolgen die niet meteen observeerbaar zijn, het kan letterlijk een representatie in gedachten houden. (3) Wanneer een kind op een abstract niveau redeneert kan het denken over ongrijpbare acties buiten het gezichtsveld, zoals algemene concepten als zwaartekracht (Fischer, 1980). (4) Wanneer een kind theorieën kan beschrijven die gerelateerd zijn aan het onderwerp, scoort het kind op het hoogste niveau.

De complexiteit van de redeneringen van leerlingen zijn opgesplitst in 10 niveaus. In het onderzoek is gescoord tot fase 8, omdat uitingen op een hoger niveau nog niet voorkomen op de leeftijd van de testpersonen.

Code	Stadium niveau van inzicht	Voorbeeld van uiting van leerling
0	Niet codeerbaar	<i>Het kind geeft antwoord op een gesloten vraag. (ja/nee)</i>
1	Sensorimotor actions	<i>“Het is wit.” “Je kunt dit knopje induwen.”</i>
2	Sensorimotor mappings	<i>“Je kunt dit stokje in de buis duwen.”</i>
3	Sensorimotor system	<i>“Als je draait, dan gaan de staafjes op en neer.”</i>
4	Single representations	<i>“Het object drijft, omdat het licht is.”</i>
5	Representational mappings	<i>“Het hendeltje draait de wieltjes en dan kunnen de wieltjes het ene staafje hoger duwen (representatie 1) dan het andere en zo gaat de bal elke keer en plekje naar voren op die staafjes (representatie 2).”</i>
6	Representational systems	<i>“In deze spuit zit lucht en als ik duw, dan gaat hij door het slangetje naar de andere buis. Daar duwt de lucht dat ding van die spuit omhoog en dan kan ik hem weer induwen en dan gaat die andere weer omhoog.”</i>
7	Single abstractions	<i>“Papier valt door de zwaartekracht.”</i>
8	Abstract mappings	<i>“Als je het rietje inkort, verandert de lengte van de luchtstroom/geluidsgolf, waardoor de frequentie van de golven toeneemt/golven veranderen en je een ander/hoger geluid hoort dan bij een lang rietje.”</i>
9	Abstract systems	<i>“Als je de buis van het rietje inkort, zorgt dit voor een kortere trilling in de luchtstroom, waardoor er een hogere toon ontstaat, omdat de frequentie van de geluidsgolven hoger is dan bij een langere buis.”</i>
10	Single abstractions	<i>Het kind kan theorieën gerelateerd aan het onderwerp beschrijven.</i>

Het model impliceert een opbouw van de complexiteit van redenties van kinderen.

Statistische analyse

Om statistisch te kunnen aantonen of het verschil tussen begeleiders die een workshop TalentenKracht hebben gevolgd (+ TK) en begeleiders die geen kennis van TalentenKracht hebben (–TK) op toeval berust is of niet, is een Monte Carlo analyse uitgevoerd. Een Monte Carlo is een random steekproef gebaseerd op de nul-hypothese dat de percentage scores van de respondenten en van de twee groepen niet van elkaar verschillen. Statistische procedure voor randomisering wordt aanbevolen als de groep respondenten klein is (Todman & Dugard, 2001). De Monte Carlo simulatie is op twee manieren gebruikt: om na te gaan of een verschil in percentage tussen +TK begeleiders en –TK begeleiders is in de uitingen van de begeleider. Anderzijds is deze simulatie gebruikt om na te gaan of er een verschil is tussen deze twee groepen en het niveau van inzicht dat zij bij de leerlingen onttrekken.

Resultaten

Het resultaat van de eerste deelvraag wordt in het kort uitgelegd. Vervolgens zijn de uitkomsten van deelvraag 2 en 3 samengevoegd, waarbij een onderscheid is gemaakt tussen de uitkomsten van de metingen van het universiteitsmuseum en de kinderuniversiteit.

Inhoud en leeromgeving. Welke kennis hebben leerkrachten met betrekking tot het onderwerp (gerelateerd aan tussendoelen) en wat hebben leerlingen nodig aan inhoud en leeromgeving om tot onderzoekend leren te komen? Om antwoord te kunnen krijgen op deze deelvraag is gebruik gemaakt van (1) een vragenlijst als voor- en nameting van de les in het voortraject van de kinderuniversiteit en (2) is literatuur onderzocht die kennis geeft van de opbouw van een voortraject.

1. De meting van de vragenlijst geeft geen duidelijke uitkomst over de kennis die de leerlingen tijdens de les uit het voortraject hebben opgedaan. De formulieren zijn namelijk niet op de correcte wijze ingevuld. Daardoor is het lastig om te achterhalen wat de leerlingen tijdens de les hebben geleerd. Een aantal leerlingen heeft na het volgen van de les uit het voortraject van de kinderuniversiteit aangegeven dat ze het erg nuttig vond om door een analogie te leren hoe de bloedsomloop in het lichaam werkt. Ook hebben de leerlingen het experiment over bloedtransport als prettig ervaren.

2. De onderzochte literatuur, zoals beschreven op pag. 5 en 6 is gebruikt om een voortraject te ontwikkelen voor het Universiteitsmuseum en de Kinderuniversiteit. Dit zijn tevens de resultaten voor deze deelvraag. De ontwikkelde voortrajecten voor het universiteitsmuseum en de kinderuniversiteit zijn te vinden op de website van het Wetenschapsknooppunt Noord Nederland

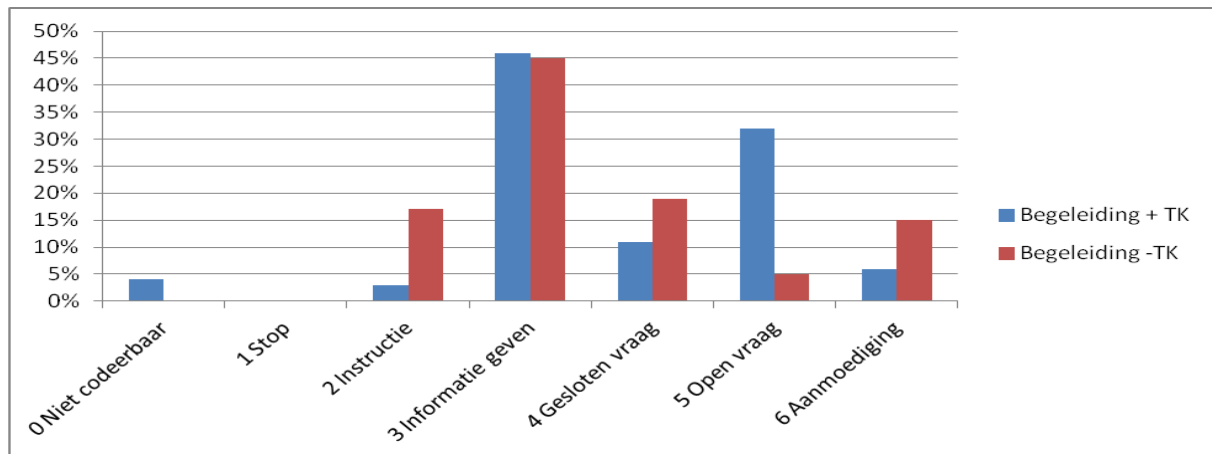
Interactieschaal . Wat is het verschil in interactie wanneer begeleiders kennis hebben van TalentenKracht zowel bij het universiteitsmuseum als in de voorbereiding van de Kinderuniversiteit? *Universiteitsmuseum.* Voor de uitkomsten van de metingen is het verschil zichtbaar gemaakt tussen begeleiders die een workshop TalentenKracht hebben gevolgd (+TK) en begeleiders die geen kennis van TalentenKracht hebben(-TK).

Om tot deze uitkomsten te komen zijn de volgende procedures/berekeningen gehandhaafd.

Uitkomsten +TK: Per begeleider is berekend hoeveel tijd hij/zij tijdens de begeleiding bij een exhibit heeft gesproken. Vervolgens is de totale tijd die de begeleider heeft besteed aan uitingen, verdeeld in de mate van openheid (0 t/m 6), waarbij is gekeken hoeveel procent van de tijd hij/zij aan deze uitingen heeft besteed. Vervolgens is per niveau (mate van openheid) het gemiddelde berekend van de uitingen in tijd van de 4 + TK begeleiders.

Uitkomsten –TK: Het zelfde proces is doorlopen om tot de uitkomsten van de uitingen van –TK begeleiders te komen. Per niveau (mate van openheid) is het gemiddelde berekend van de uitingen in tijd van de 4 –TK begeleiders.

Grafiek 1 Universiteitsmuseum: Vergelijking van niveaus van uiting van begeleiders met kennis van TalentenKracht (+TK) en niveaus van uiting van begeleiders zonder TalentenKracht (-TK). De grafiek geeft het verschil weer tussen uitingen van begeleiders die een TalentenKrachtworkshop hebben gevolgd (+TK) en uitingen van begeleiders die geen kennis van TalentenKracht hebben (-TK). Op de horizontale as staan de uitingen van begeleiders in mate van openheid. Een uitgebreidere beschrijving van de betekenis van het niveau van de mate van openheid staat beschreven op pag. 6. Op de verticale as staan de percentages van de totale tijd die de begeleiders hebben besteed aan het geven van de uitingen op een bepaald niveau.



In de grafiek is te zien dat de –TK begeleiders meer tijd besteden aan het geven van instructie dan de +TK begeleiders. + TK begeleiders stellen meer open vragen dan gesloten vragen aan leerlingen. De –TK begeleiders stellen meer gesloten vragen dan open vragen aan de leerlingen.

Om te kijken of de verschillen in uitingen van + TK begeleiders en –TK begeleiders significante uitkomsten hebben, is de Monte Carlo analyse uitgevoerd.

Tabel 1: Verschillen in uitingen van +TK begeleiders en –TK begeleiders, Monte Carlo analyse.

NIVEAU	Significantie
Instructie geven	0,26
Informatie geven	0,15
Gesloten vraag	0,29
Open vraag	0,13

* Significant at 0.05 level

** Significant at 0.10 level

De gegevens van de Monte Carlo analyse wijzen uit dat de verschillen gebaseerd zijn op toeval. Er zijn geen significante verschillen uit de analyse voortgekomen.

Verbetering in interactie. Welke verbeteringen in interactie (uitingen volwassene) dienen de voorkeur voor het gehele arrangement gezien TalentenKracht en gezien de bevindingen van vraag 2? Om de verbeteringen in interactie te meten, zijn de uitingen van de leerlingen gemeten in interactie met begeleiders die een workshop TalentenKracht hebben gevolgd (+TK) en begeleiders die geen kennis

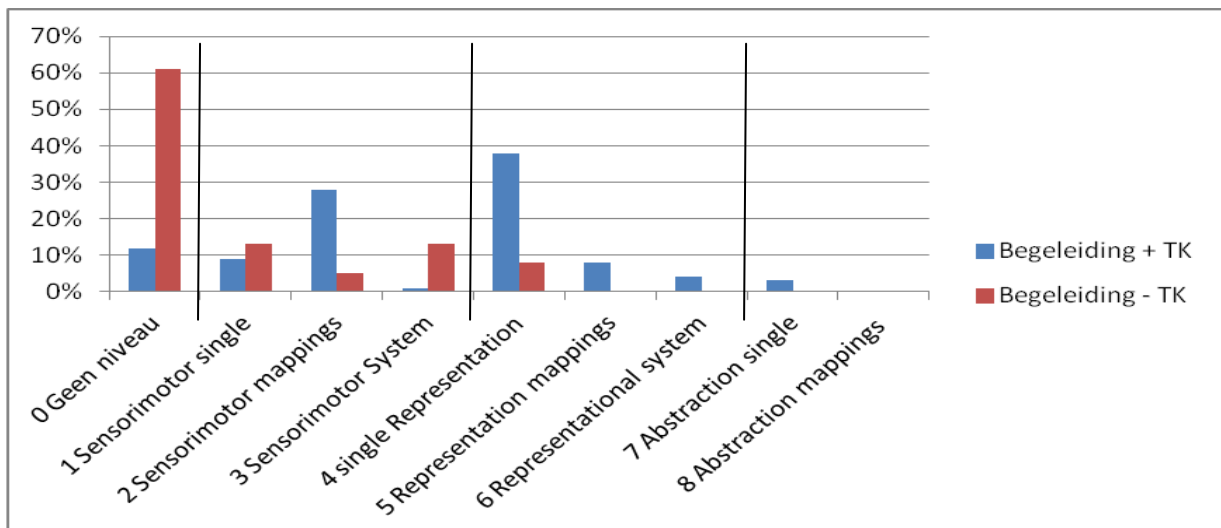
van TalentenKracht hebben (-TK). Fischer (1980) beschrijft het doorlopen van de verschillende niveaus van redenering als een continu en gradueel proces.

Universiteitsmuseum. Om tot deze uitkomsten te komen zijn de volgende procedures/berekeningen gehandhaafd:

Uitkomsten + TK begeleiding: Per fragment waarbij +TK begeleiding werd gegeven is berekend hoeveel tijd de leerlingen hebben gesproken. Vervolgens is de totale tijd die de leerlingen hebben besteed aan uitingen, gecategoriseerd in niveaus van redenering, waarbij is gekeken hoeveel procent van de tijd de leerlingen aan deze uitingen hebben besteed. Vervolgens is per niveau van redenering het gemiddelde berekend van de uitkomsten in tijd van de 4 fragmenten waarbij de leerlingen zijn begeleid door +TK begeleiders.

Uitkomsten -TK begeleiding: Het zelfde proces is doorlopen om tot de uitkomsten van de uitingen van de leerlingen bij -TK begeleiders te komen. Per niveau van redenering is het gemiddelde berekend van de uitingen in tijd van de leerlingen bij -TK begeleiding.

Grafiek 2 Universiteitsmuseum: Vergelijking van niveaus van uitingen van leerlingen bij +TK begeleiding en -TK begeleiding.



Bij -TK begeleiding geven leerlingen de meeste tijd antwoord op niveau '0'. Bij +TK begeleiding is te zien dat de leerlingen gemiddeld complexere redematies geven dan leerlingen die begeleidt worden door -TK begeleiding. Bij -TK begeleiding wordt niveau 4 als hoogste gescoord.

Om te kijken of de uitingen van leerlingen bij +TK begeleiding verschillen van de uitingen van leerlingen bij -TK begeleiding en of deze verschillen significant zijn, is de Monte Carlo analyse uitgevoerd. De verschillende niveaus van uitingen van leerlingen zijn in clusters gezet; geen niveau (0), Sensorimotor (1,2 en3), Representatie (4,5 en 6) en Abstractie (7 en 8).

Tabel 2: Verschillen in uitingen van leerlingen bij +TK begeleiding en -TK begeleiding, Monte Carlo analyse.

NIVEAU	Significantie
Geen niveau	0,10**
Sensori motor	0,13
Representatie	0,14
abstractie	0,49

* Significant at 0.05 level

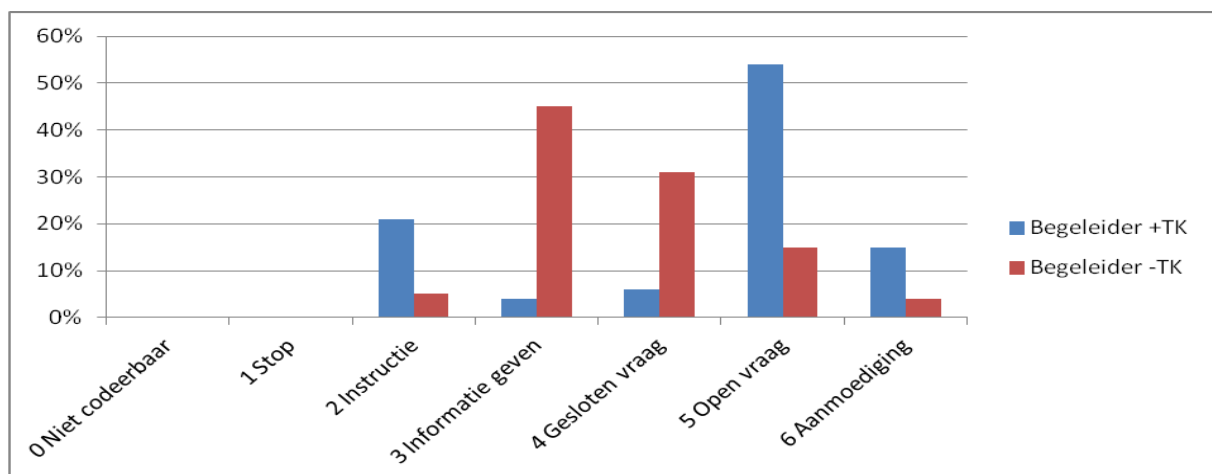
** Significant at 0.10 level

Uit de analyse blijkt dat leerlingen bij -TK begeleiding significant meer tijd besteden aan het geven van uitingen op niveau 0, namelijk 48 % ten opzichte van 16 % besteed door +TK begeleiders aan dit niveau.

Kinderuniversiteit. Welke verbeteringen in interactie (uitingen volwassene) dienen de voorkeur voor het gehele arrangement gezien Talentenkracht en gezien de bevindingen van vraag 2? Om de verbeteringen in interactie te meten, zijn de uitingen van de leerlingen gemeten in interactie met begeleiders die een workshop talentenkracht hebben gevolgd (+TK) en begeleiders die geen kennis van talentenkracht hebben (-TK). Eerst zal worden gekeken naar de uitingen van de begeleiders. Voor de uitkomsten van de metingen is het verschil zichtbaar gemaakt tussen een begeleider die een workshop TalentenKracht heeft gevolgd (+TK) en een begeleider die geen kennis van TalentenKracht heeft (-TK).

Om tot deze uitkomsten te komen zijn de volgende procedures/berekeningen gehandhaafd: Per begeleider is berekend hoeveel tijd hij/zij tijdens het geven van een les in een klassikale setting heeft gesproken. Vervolgens is de totale tijd die de begeleider heeft besteed aan uitingen, verdeeld in de mate van openheid (0 t/m 6), waarbij is gekeken hoeveel procent van de tijd hij/zij aan deze uitingen heeft besteed. De uitkomsten van de +TK begeleider en de -TK begeleider zijn naast elkaar gezet in een grafiek.

Grafiek 3 Kinderuniversiteit: Vergelijking van niveaus van uiting van begeleider met kennis van TalentenKracht (+TK) en niveaus van uiting van begeleider zonder TalentenKracht (-TK). De grafiek geeft het verschil weer tussen uitingen van een begeleider die een workshop TalentenKracht heeft gevolgd (+TK) en uitingen van een begeleider die geen kennis van TalentenKracht heeft (-TK). Op de horizontale as staan de uitingen van de twee begeleiders in mate van openheid. Op de verticale as staan de percentages van de totale tijd die de begeleiders hebben besteed aan het geven van de uitingen op een bepaald niveau.



In de grafiek is te zien dat de + TK begeleider meer tijd besteedt aan het geven van instructie dan de – TK begeleider. De –TK begeleider besteedt de meeste tijd aan het geven van informatie aan de leerlingen. De –TK begeleider stelt meer gesloten dan open vragen. De +TK begeleider stelt meer open dan gesloten vragen.

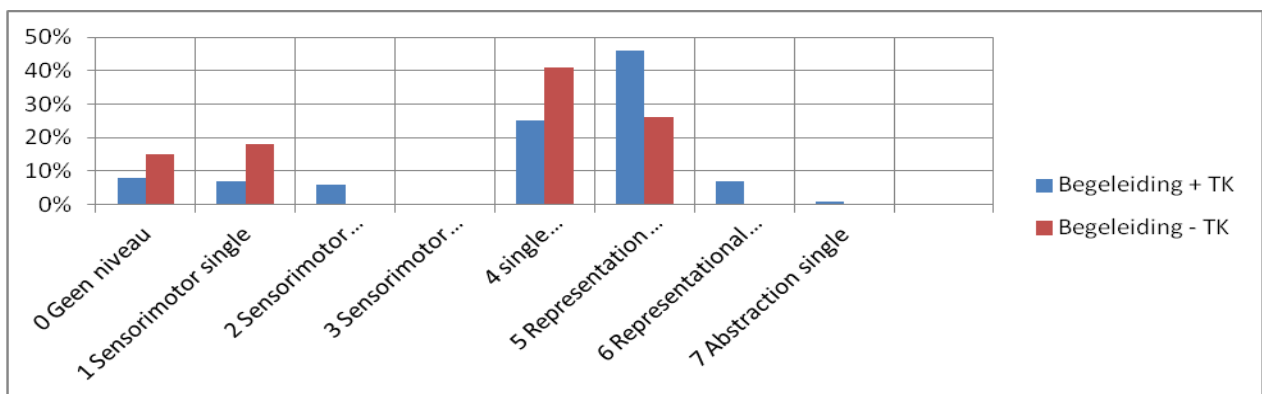
Kinderuniversiteit. Welke verbeteringen in interactie (uitingen volwassene) dienen de voorkeur voor het gehele arrangement gezien Talentenkracht en gezien de bevindingen van vraag 2? In bovenstaande grafiek is gekeken naar de uitingen van de begeleiders. Nu worden de uitingen van de leerlingen inzichtelijk gemaakt om tot een antwoord op deze deelvraag te komen.

Om tot deze uitkomsten te komen zijn de volgende procedures/berekeningen gehandhaafd:

+ TK begeleider: Bij de begeleiding van de +TK begeleider is gemeten hoeveel tijd de leerlingen hebben gesproken. Vervolgens is de totale tijd die de leerlingen hebben besteed aan uitingen, gecategoriseerd in niveaus van redenering, waarbij is gekeken hoeveel procent van de tijd de leerlingen aan deze uitingen hebben besteed.

- TK begeleider: Het zelfde proces is doorlopen om tot de uitkomsten van de uitingen van de leerlingen bij de –TK begeleider te komen.

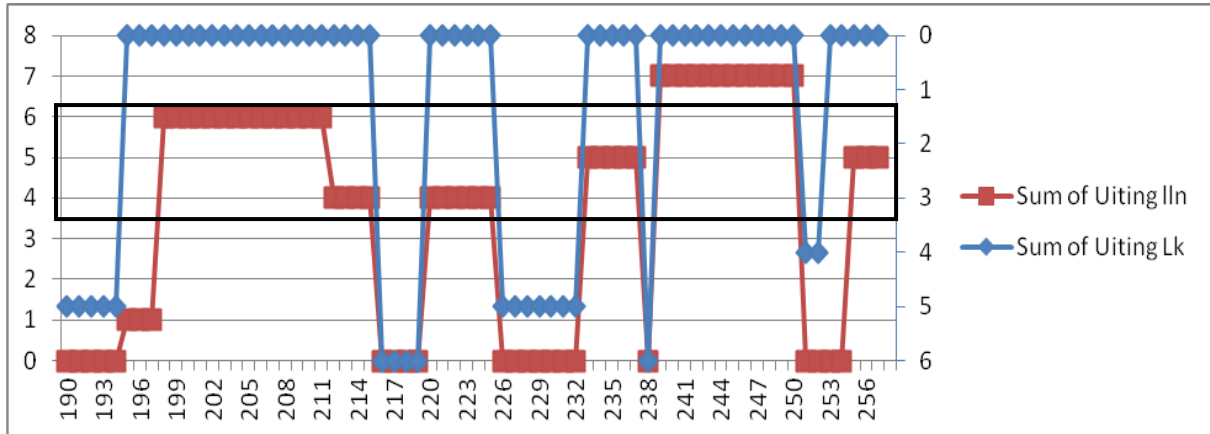
Grafiek 4 Kinderuniversiteit: Vergelijking van niveaus van uitingen van leerlingen bij een +TK begeleider en een –TK begeleider.



Bij – TK begeleiding geven de leerlingen de meeste tijd antwoord op niveau 4. Bij + TK begeleiding is te zien dat de leerlingen de meeste tijd antwoord geven op niveau 5. Tevens geven de leerlingen bij + TK begeleiding ook uitingen op niveau 6 en 7. De leerlingen geven gemiddeld complexere redenties als ze worden begeleid door een +TK begeleider.

Uitingen begeleiders en leerlingen inzichtelijk. Om de uitingen van begeleiders en leerlingen inzichtelijk te maken is gebruik gemaakt van een grafiek die is ontleend uit het artikel “*We willen niets Missen. Meindertsma & Van der Steen, Rijksuniversiteit Groningen. Gepubliceerd in het TalentenKracht Magazine, november 2010.*”

Grafiek 5 Begeleiding + TK in het universiteitsmuseum. Uitingen van begeleiders en leerlingen in interactie. Deze grafiek kan als volgt gelezen worden: Op de horizontale as staat de tijd in seconden waarin de interactie tussen de +TK begeleider en de leerlingen plaatsvindt. Op de verticale as aan de linkerkant staat het niveau van redentatie van de leerlingen. Op de verticale as aan de rechterkant staat het niveau van de mate van openheid van de +TK begeleider.



De uitingen die in de grafiek zijn weergegeven komen uit het volgende gesprek:

Begeleider : “Ok, probeer maar eens uit te leggen met het model.”

Leerling 1: “Kijk, de maan draait de hele tijd rond.”

Leerling 1: “En hier, hierzo is ie laag. En dan gaat ie steeds omhoog. En hier is ie het hoogst, dus hier zie je de maan het meest, het best.”

Leerling 2: “Nou, ik denk niet dat de maan draait, maar de aarde.”

Begeleider: “Ok.”

Leerling 1: “De maan draait om de aarde. En de aarde draait ook.”

Leerling 2: “Nee, ik denk meer dat alleen de aarde draait.”

Begeleider: “En als je nu kijkt als de maan draait, hoe schijnt de zon dan op de maan? Want de maan die verandert steeds van vorm.”

Leerling 1: “Tegen de..Die zon die kaatst zo tegen de maan aan.”

Leerling 1: “Wacht heel even, kijk..”

Begeleider: “Ja.”

Leerling 1: “Stel dat ie zo staat, dan schijnt de zon op deze maan. En dan zie je dit stuk van de maan. Want dat is de maan die het licht weerkaatst.”

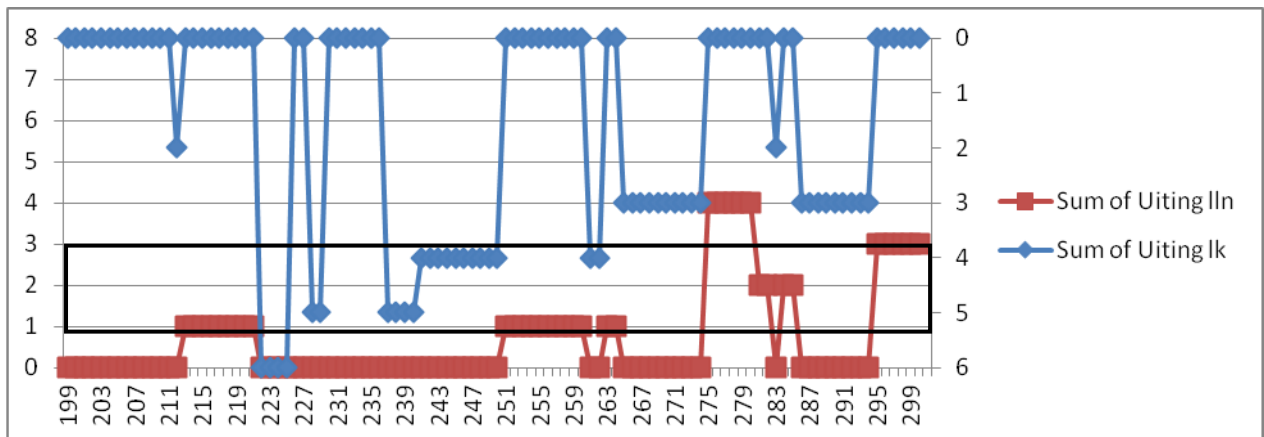
Begeleider: “Ok, maar geeft de maan zelf ook licht?”

Leerling2: “Nee.”

Leerling1: “Nou, door de zon toch, want de zon schijnt tegen de maan.”

Deze grafiek laat de interactie tussen een +TK begeleider en leerlingen zien. In de grafiek is te zien dat de meeste uitingen van leerlingen zich bevinden binnen het dikgedrukte vak. De uitingen van de leerlingen vinden bij +TK begeleiding vooral plaats in het representatieniveau (3 t/m 6). Een open vraag van de +TK begeleider leidt tot een hoger redentatieniveau bij de leerlingen. Als de begeleider vervolgens een aanmoediging geeft (niveau 6) geven de leerlingen een complexere redenering op een hoger niveau.

Grafiek 6 *Begeleiding - TK in het universiteitsmuseum. Uitingen van begeleiders en leerlingen in interactie.*



De uitingen die in de grafiek zijn weergegeven komen uit het volgende gesprek:

Begeleider: “Voordat we met de proef beginnen, halen we eerst het plastic van de bak. We gaan zelf kraters maken.”

Leerling: “Deze bal vanaf de rand van de bak laten vallen.”

Begeleider: “Goed gedaan. Toe maar, laat maar vallen.”

Begeleider: “Ja, zien jullie wat er gebeurt?”

Leerling: “Nee.”

Begeleider: “Wat gebeurt er jongens?”

Begeleider: “Kijk eens. Jongens, stop eens. Die bal die jullie van de rand van de bak hebben laten vallen, is die krater groter of kleiner?”

Leerling: “Groter.”

Begeleider: “Welke is groter?”

Leerling: “Nou, die daar.”

Begeleider: “Ja, ja. Hoe verder weg, hoe groter de krater.”

Leerling: “Hoe verder je de bal weg gooit, hoe hoger de krater wordt.”

Begeleider: “Hoe hoger, hoe groter.”

Begeleider: “Schrijf maar op.”

Leerling: “Het zelfde balletje maakt een grotere kuil als hij van verder weg wordt gegooid.”

In deze dialoog zie je dat de uitingen die de leerlingen op niveau 4 doen een herhaling zijn van wat de begeleider zegt. Het is niet duidelijk of de leerling zelf een redentatie maakt.

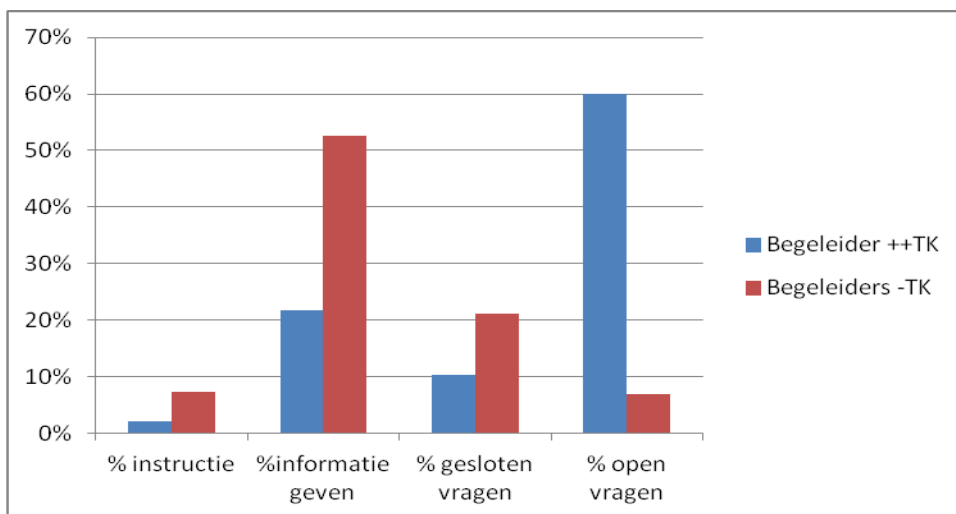
Deze grafiek kan hetzelfde worden gelezen als grafiek 5. Deze grafiek laat de interactie tussen een –TK begeleider en leerlingen zien. In de grafiek is te zien dat de meeste uitingen van leerlingen zich bevinden in het dikgedrukte vak. De uitingen van de leerlingen vinden bij –TK vooral plaats in het sensorimotor niveau. Dit betekent dat de leerlingen vooral uitingen geven op dingen of handelingen die op dat moment zichtbaar zijn. De –TK begeleider geeft eerst instructie, waarna een antwoord van een leerling op niveau 1 volgt. Vervolgens geeft de begeleider een aanmoediging en stelt vervolgens twee open vragen waarna reactie van leerlingen uitblijft. De –TK begeleider stelt vervolgens een gesloten vraag. De leerlingen geven een uiting op niveau 1. Vervolgens geeft de –TK begeleider informatie aan de leerlingen, waarop een uiting van de leerlingen op niveau 4 volgt. Hier wordt het

principe van scaffolding toepast. De leerlingen hebben meer informatie nodig om tot een complexere redenatie te komen.

Intensievere scholing in TalentenKracht

De resultaten van de coderingen van het Universiteitsmuseum wijzen uit dat de verschillen tussen +TK begeleiders en –TK begeleiders niet significant zijn. Er is daarom gekeken of een intensievere scholing in TK (++TK) wel significante verschillen in uitingen laat zien. In grafiek 7 zijn de metingen van een begeleider met veel kennis van TK, die vaak geoefend heeft met het concept en zichzelf regelmatig terug heeft gezien in videofragmenten, afgezet tegen 4 –TK begeleiders in het universiteitsmuseum en 1 –TK begeleider bij het voortraject van de kinderuniversiteit.

Grafiek 7: Het verschil in uitingen op openheidsniveau van een ++TK begeleider en –TK begeleiders.



–TK begeleiders besteden meer tijd aan het geven van informatie. De ++TK begeleider besteedt meer tijd aan het stellen van open vragen. Om te kijken of het verschil significant is, is getoetst met de Monte Carlo analyse. Hieronder staan de p-waarden in een tabel.

Tabel 3: Het verschil in uitingen op openheidsniveau van een ++TK begeleider en –TK begeleiders. Voor deze gegevens zijn zowel metingen in het Universiteitsmuseum en de Kinderuniversiteit gebruikt.

NIVEAU	Significantie
Instructie geven	0,23
Informatie geven	0,05*
Gesloten vraag	0,29
Open vraag	0,05*

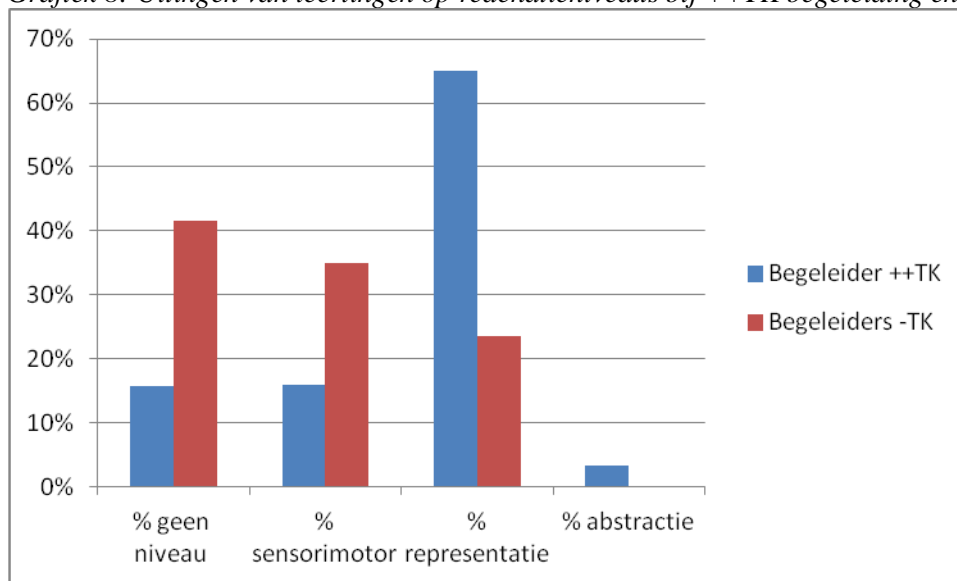
* Significant at 0.05 level

** Significant at 0.10 level

De ++TK begeleider besteedt significant meer tijd aan het stellen van open vragen. De –TK begeleiders besteden significant meer tijd aan het geven van informatie aan de leerlingen.

Om te weten of deze mate van openheid van de ++TK begeleider ook daadwerkelijk een hoger inzichtsniveau genereert bij leerlingen ten opzichte van de –TK begeleiding, is gekeken naar het niveau van inzicht per groep begeleider. (++TK of –TK).

Grafiek 8: Uitingen van leerlingen op redematieniveaus bij ++TK begeleiding en -TK begeleiding.



Te zien is dat leerlingen onder begeleiding van een ++TK begeleider meer tijd besteden aan het representatieniveau, alsmede het abstractieniveau. Leerlingen onder begeleiding van -TK begeleiders besteden meer tijd aan de lagere niveaus (geen niveau en sensorimotor). Om te kijken of deze uitkomsten significant zijn is de Monte Carlo analyse toegepast.

Tabel 4: Het verschil in uitingen van leerlingen op redematieniveau door ++TK begeleiding en -TK begeleiding.

NIVEAU	Significantie
Geen niveau	0,24
Sensori motor	0,28
Representatie	0,10**
Abstractie	0,05*

* Significant at 0.05 level

** Significant at 0.10 level

DeMonte Carlo analyse wijst uit dat de uitingen van de leerlingen bij ++TK begeleiding van een hoger niveau zijn, representatie en abstractie. Deze verschillen zijn significant.

Conclusies

In dit hoofdstuk wordt per deelvraag beschreven wat de conclusies zijn. Er wordt een splitsing gemaakt tussen de conclusies van de uitkomsten van de metingen van het Universiteitsmuseum en de Kinderuniversiteit.

Inhoud en leeromgeving. Uit evaluaties van de leerlingen die het voortraject hebben gevolgd, blijkt dat de leerlingen het erg nuttig vonden om door een analogie te leren hoe de bloedsomloop in het lichaam werkt. Ook hebben de leerlingen aangegeven dat ze het experiment over bloedtransport als prettig hebben ervaren. De beste manier voor kinderen om wetenschap te leren en er over te praten is om het te doen (Chapman, 2000). Het is daarom belangrijk om bij de opzet van een lessenserie hands-on activiteiten te implementeren, zodat leerlingen een positieve attitude voor wetenschapsonderwijs

vormen. Het is belangrijk dat de leerlingen competentie ervaren binnen wetenschap en techniek (Welch e.a., 1986). Het literatuuronderzoek staat beschreven bij materialen en methoden. De uitkomsten zijn gebruikt om een voortraject te ontwerpen voor het universiteitsmuseum en de kinderuniversiteit.

Interactieschaal. Universiteitsmuseum. De uitkomsten van de interactieschaal van het universiteitsmuseum laten zien dat zowel +TK begeleiders als -TK begeleiders veel tijd besteden aan het geven van informatie aan leerlingen. De begeleiders geven de leerlingen veel informatie om tot het juiste antwoord te komen. Het is voor de begeleiding bij zowel +TK als -TK aan te raden om minder informatie te geven en meer vragen te stellen, zodat de leerlingen zelf informatie gaan verzamelen om tot complexere redeneringen te komen. Chapman (2000) zegt hierover dat in plaats van het uitleggen van concepten door begeleiders, leerlingen beter kunnen worden ondersteund in de ontwikkeling van het uitleggen en verklaren.

De +TK begeleiders stellen in het algemeen meer vragen aan de leerlingen dan de -TK begeleiders. Van Zee, Iwasyk, Kurose, Simpson en Wild (2001) stellen voor dat leerkrachten leerlingen kunnen helpen om kennis op te bouwen over wetenschap en techniek, door vragen te stellen die leerlingen aanmoedigen om een meer verfijnde betekenis toe te kennen aan onderzoek. De uitkomsten van deelvraag 3 zullen uitwijzen of het stellen van vragen door +TK begeleiders een complexer niveau van redeneren bij leerlingen tot gevolg heeft.

Daarentegen is het wel opmerkelijk dat de begeleiders die geen kennis van TalentenKracht hebben, meer tijd besteden aan het aanmoedigen van leerlingen om tot een complexere redenering te komen. Dit zou verklaard kunnen worden door het feit dat de codering 'aanmoediging' in het ontwikkelde codeerboek verschillend geïnterpreteerd kan worden door de codeerders, terwijl deze uitingen eigenlijk van een veel lager niveau zijn.

Interactieschaal. Kinderuniversiteit. De uitkomsten van de interactieschaal van de kinderuniversiteit laten zien dat de -TK begeleider de meeste tijd besteedt aan het geven van informatie aan de leerlingen. Ook stelt de -TK begeleider meer gesloten dan open vragen aan de leerlingen. Het feit dat de -TK begeleider veel informatie geeft en gesloten vragen stelt, kan verklaard worden doordat de begeleider een groepsleerkracht is. In het algemeen is het doel van leerkrachten het overbrengen van kennis.

De +TK begeleider stelt het grootste gedeelte van de les vragen aan de leerlingen. Meer dan de helft van de tijd dat de +TK begeleider aan het woord is, worden open vragen aan de leerlingen gesteld. Dit kan verklaard worden door het feit dat de +TK begeleider tijdens de TalentenKracht workshop kennis op heeft gedaan over de principes van TalentenKracht en deze heeft leren toepassen in de praktijk.

Conclusie deelvraag 2 interactieschaal: Beide onderzoeken laten zien dat begeleiders die geen kennis van TalentenKracht hebben, veel tijd besteden aan het geven van informatie. De begeleiders die een workshop TalentenKracht hebben gevolgd, stellen meer vragen aan leerlingen, waarvan het grootste deel open vragen zijn. Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat vragen stellen tijdens onderzoekend leren effectief is voor het wetenschappelijk redeneren en het reflectief denken van leerlingen (Chin, 2006, 2007; Koufetta-Menicou & Scaife, 2000; van Zee & Minstrell, 1997 a, b; van Zee et al., 2001). Het is belangrijk dat begeleiders informatie kunnen geven aan leerlingen en dat zij vragen stellen die het wetenschappelijk redeneren van de leerlingen bevordert. Begeleiders moeten een balans vinden tussen het geven van informatie en het stellen van vragen aan leerlingen; begeleiders moeten een balans vinden tussen pedagogical knowledge en content knowledge. De begeleiders die geen kennis van TalentenKracht hebben, besteden gemiddeld veel tijd aan het geven van informatie. Dit kan verklaard worden door het feit dat deze begeleiders meer 'content knowledge' bezitten.

Pedagogical Content Knowledge is geïntroduceerd door Shulman (1986). Zijn opvatting over PCK is dat leerkrachten kennis moeten hebben van representaties van onderwerpen (content knowledge). Daarnaast moet een leerkracht begrijpen welke moeilijkheden leerlingen hebben bij het leren van een onderwerp en welke opvattingen leerlingen over bepaalde onderwerpen hebben (pedagogical knowledge). Het is duidelijk dat deze elementen met elkaar verweven zijn en zouden moeten worden gebruikt op een flexibele manier: Hoe meer representaties leraren tot hun beschikking hebben en hoe beter ze leerproblemen kunnen herkennen, des te effectiever PCK zich kan ontplooiën. De begeleiders die een workshop TalentenKracht hebben gevolgd hebben meer kennis over het uitlokken van wetenschappelijke redeneringen bij leerlingen, de 'pedagogical knowledge'. Tevens zijn de begeleiders die een workshop TalentenKracht hebben gevolgd medewerkers van het universiteitsmuseum en bezitten zij ook 'content knowledge'. Bij deze begeleiders is meer balans tussen 'content' en 'pedagogical knowledge' waardoor de PCK op een flexibele manier kan worden ingezet.

Verbetering in interactie. Universiteitsmuseum. De uitkomsten van de metingen van het universiteitsmuseum laten zien dat het niveau van redenering van leerlingen hoger is als ze worden begeleid door +TK begeleiders. Dit kan verklaard worden doordat de +TK begeleiders meer open vragen aan de leerlingen stellen, waardoor zij worden uitgedaagd om complexere redeneringen te maken. 'Geen niveau' wordt gecodeerd op het moment dat een leerling een antwoord geeft op een gesloten vraag (ja/nee), of aangeeft het antwoord niet te weten. Bij -TK begeleiding wordt door de leerlingen op dit niveau het hoogst gescoord. Dit zou verklaard kunnen worden door het feit dat de -TK begeleiders meer gesloten dan open vragen stellen.

Leerlingen scoren gemiddeld hoger op het representatieniveau bij +TK begeleiding. Tijdens de workshop zijn de begeleiders getraind op het stellen van vragen uit de empirische cyclus. Mc GillicuddyDeLisi (1998), Moreno (1991) en Sigel (1982) geven aan dat vragen stellen zorgt voor actieve denkvaardigheden. Om de vragen te kunnen beantwoorden, moeten de kinderen kennis reconstrueren, een representatie maken van de gedachten. Het is vooral goed om conceptuele vragen te stellen. Daarbij worden de vaardigheden om afstand in te nemen aangesproken.

Verbetering in interactie Kinderuniversiteit. De uitkomsten van de metingen van de kinderuniversiteit laten zien dat het niveau van redenering van leerlingen hoger is als ze +TK begeleiding hebben. Deze leerlingen scoren hoger op het representatieniveau (4 t/m 6). De grafiek laat zien dat de leerlingen met +TK begeleiding de meeste uitingen doen op niveau 5. Dit betekent dat de leerlingen uitingen doen waarbij ze meerdere representaties aan elkaar kunnen koppelen. Dit kan verklaard worden door het feit dat de +TK begeleider meer open vragen stelt en de leerlingen aanmoedigt om uitingen op een hoger niveau te doen.

Conclusie deelvraag 3 verbetering in interactie.

Leerlingen maken complexere redeneringen op het moment dat ze begeleid worden door begeleiders die een workshop TalentenKracht hebben gevolgd. Dit blijkt zowel uit de metingen van het universiteitsmuseum als de metingen van de kinderuniversiteit.

Door implementatie van TalentenKracht wordt een kennishierarchie opgebouwd waaraan advanced organizers kunnen worden gekoppeld. Deze organizers zijn bedoeld om relevante geheugeninhouden te activeren (Bruner, 1986). Kinderen leren het beste wanneer simpele, ontwikkelingsgerichte, passende verklaringen worden gegeven en analogieën worden gemaakt (Dunbar, 2000). Deze kennis kan worden gebruikt om het voortraject en de materialen vorm te geven en de manier van begeleiding aan te passen. Chapman (2000) geeft aan dat kinderen hun eigen verklaring moeten formuleren in

plaats van deze aangereikt te krijgen. Leerlingen geven zelf verklaringen op het moment dat ze eigenaar worden van het denkproces. Het is hier van belang dat de begeleiders dit proces stimuleren door geleidelijk kennis over te dragen zonder te veel informatie weg te geven (scaffolding). Zowel +TK begeleiders als –TK begeleiders zouden minder informatie aan de leerlingen over moeten dragen en de leerlingen meer eigenaar van het denkproces laten worden.

Grafiek 5 geeft een fragment van een gesprek tussen een +TK begeleider en leerlingen weer. Uit dit fragment blijkt dat als de leerkracht open vragen stelt en de leerlingen aanmoedigen geeft, de leerlingen uitingen geven op een hoger redeneniveau. Het geven van informatie kan geleidelijk ingebed worden in de vraagstellingen van de begeleider waardoor de leerling uitingen op een complexer niveau maakt. Chin (2007) beargumenteert dat productieve leraarvragen, vragen uit de empirische cyclus, dienen voor scaffolding en het bevorderen van het denken van de leerlingen. Deze vragen leggen de focus op het uitlokken van geschikte, wetenschappelijke theorie en sleutelzinnen die leerlingen nodig hebben om zich op een wetenschappelijke manier uit te drukken. De vragen helpen de leerlingen om verbanden te leggen tussen schijnbaar aparte ideeën of concepten die gezamenlijk een constructie zijn voor een probleem of een daaruit voortvloeiende discussie. Door vragen te stellen die een reactie uitlokken bij leerlingen of hen uitdagen om op onderzoek uit te gaan, kunnen leerkrachten leerlingen scaffolden naar een conceptuele ontwikkeling. Het is van belang dat er een kennishierarchie wordt opgebouwd door de aangeboden kennis en de informatie die de leerkracht geleidelijk aan de leerlingen geeft. Grafiek 6 geeft een fragment van een gesprek tussen een –TK begeleider en leerlingen weer. In deze grafiek is te zien dat het stellen van open vragen niet altijd leidt tot een hoger redeneniveau bij leerlingen. Dit kan verklaard worden door het gegeven dat de leerlingen op dat moment nog niet over genoeg kennis beschikten om tot een complexer antwoord te komen. In de grafiek is namelijk te zien dat als de –TK begeleider de leerlingen informatie geeft, de leerlingen uitingen op een hoger niveau geven. In deze situatie zou het beter zijn om geleidelijk informatie over te dragen aan de leerlingen en ondertussen open vragen aan de leerlingen te stellen. De begeleider moet proberen om de redenering van de leerlingen te volgen, zodat hij/zij zijn begeleiding hierop aan kan passen.

Het universiteitsmuseum heeft aangegeven dat de begeleiding tijdens een museumbezoek te wensen overlaat, en scaffolding daarom niet plaats kan vinden. Toch laten de uitkomsten van het onderzoek zien dat +TK begeleiding en scaffolding nodig is om de leerlingen op een hoger wetenschappelijk niveau te laten redeneren. De principes van TK worden aangeboden in het voortraject van het bezoek aan het Universiteitsmuseum en de Kinderuniversiteit, zodat de begeleiders en de leerlingen leren om in een vertrouwde omgeving, hun eigen klaslokaal, de principes van het wetenschappelijk redeneren toe te passen in de lessen.

Uitkomsten van de Monte Carlo analyse

De uitkomsten van de Monte Carlo analyse bij ++TK begeleiding en –TK begeleiding laten zien dat de leerlingen significant meer tijd besteden aan uitingen op representatieniveau en abstractieniveau als zij worden begeleid door een ++TK begeleider. De ++TK begeleider besteedt significant meer tijd aan het stellen van open vragen en besteedt minder tijd aan het geven van informatie aan de leerlingen.

De ++TK begeleider heeft veel geoefend met het concept en regelmatig reflecties op videofragmenten van zichzelf gedaan. De uitkomsten van de Monte Carlo analyse laten zien dat begeleiding door een ++TK begeleider een hoger redeneniveau bij leerlingen uitlokt. Het is daarom ook aan te raden om deelnemers aan de workshop intensiever te begeleiden. Hierbij is het van belang dat er aandacht wordt besteed aan het scaffolden. Ook kunnen de deelnemers een aantal keer reflecteren op videomateriaal waarin zij zelf te zien zijn tijdens begeleidingsmomenten. Om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van het competent zijn in het toepassen van TalentenKracht, wordt aangeraden om op verschillende

momenten te reflecteren op videomateriaal. Hierdoor wordt de ontwikkeling in het toepassen van TalentenKracht inzichtelijk gemaakt voor de deelnemers.

Daarnaast wordt aangeraden om meer studenten van de Pedagogische Academie de TalentenKracht workshop aan te bieden. De studenten van de Pedagogische Academie zijn de leerkrachten van de toekomst. Het is makkelijker en minder tijdrovend om iemand nieuwe vaardigheden te leren, dan iemand bepaalde vaardigheden af te leren en vervolgens nieuwe vaardigheden aan te leren. Als studenten van de Pedagogische Academie zowel met kennisbagage als een aanpak om het wetenschappelijk redeneren bij leerlingen te vergroten afstuderen, zullen zij een betere balans tussen 'content knowledge' en 'pedagogical knowledge' hebben, waardoor de PCK op een flexibele manier kan worden ingezet, ten einde het wetenschappelijk redeneren en het enthousiasme voor wetenschap bij leerlingen te vergroten.

Discussie

De uitkomsten van dit onderzoek geven inzicht in de meerwaarde van vraagstelling tijdens de begeleiding van wetenschaps- en techniekopdrachten. +TK begeleiders lokken een hoger en complexer redeneniveau bij leerlingen uit. Een ++TK begeleider lokt significant complexere uitingen van leerlingen uit.

Er is nog niet in zijn geheel antwoord gegeven op de hypothese, want de uitkomsten van de metingen suggereren dat de begeleiding meerwaarde heeft op het redeneniveau van de leerlingen. Er zijn geen concrete metingen gedaan naar de meerwaarde van het voortraject en het materiaal waarbij de principes van TalentenKracht zijn geïmplementeerd. Daarom kan de hypothese noch bevestigd of ontkend worden. Het is belangrijk dat er onderzoek wordt gedaan naar de meerwaarde van het voortraject met TalentenKrachtimplementatie, zodat een uitgebreid arrangement op zichzelf kan staan. Hiermee wordt bedoeld dat niet alleen de begeleiding bij moet dragen aan de ontwikkeling van complexere redenties bij leerlingen, maar het gehele arrangement.

De metingen in dit onderzoek zijn gedaan met een codeersysteem dat nog niet helemaal betrouwbaar is. Om te bepalen of de metingen valide zijn, zal een herhaalde meting moeten worden gedaan met hetzelfde instrument om te bepalen of de uitkomsten betrouwbaar zijn.

Als laatste moet nog gezegd worden dat er enige twijfel bestaat of de Skill theory van Fischer (1980) daadwerkelijk laat zien dat er een opbouw van complexiteit van redenties van kinderen is. Is het zo dat een kind pas een redentie kan maken op representatief niveau als hij alle elementen van het sensorimotor system aan elkaar heeft gekoppeld? En is een enkelvoudige representatie van een hoger niveau dan het begrijpen en koppelen van alle zichtbare eigenschappen van een voorwerp? Onderzoek waarbij gebruik wordt gemaakt van de Skill theory moet uitwijzen of de leerlingen daadwerkelijk complexer redeneren als ze een uiting doen op een hoger niveau.

Literatuur

- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology*. A cognitive view. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Chapman, O.L. (2000). Learning science involves language, experience, and modeling. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21, 97-108.
- Chin, C. (2006). Classroom interaction in science: Teacher questioning and feedback to students' responses. *International Journal of Science Education*, 28, 1315-1346.
- Chin, C. (2007). Classroom interaction in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 815-843.
- Damhuis, R., Blauw, A. de., & Brandenbarg, N. (2004). Combilist, een instrument voor taalontwikkeling via interactie. Praktische vaardigheden voor leidsters en leerkrachten. Nijmegen: Expertisecentrum Nederland.
- Duit, R. (1996) Lernen als Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht. In Duit, R./ von Rhöneck, C. Lernen in den Naturwissenschaften. Kiel, 145-162.
- Dunbar, K. (2000). How scientists think in the real world: Implications for science education. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21, 49-58.
- Duschl, R.A., Schweingruber, H.A., & Shouse, A.W. (2006). Taking Science to school: Learning and teaching science in grades K-8. Washington, D.C.
- Fischer, K.W. (1980). A theory of cognitive development: The control and construction of hierarchies of skills. *Psychological Reviews*, 87(6).
- Fischer, K. W., & Bidell, T. R. (2006). Dynamic development of action and thought. In W. Damon & R. M. Lerner (Eds.), *Theoretical models of human development. Handbook of child psychology* (6th ed., Vol. 1, pp. 313 – 399). New York: Wiley
- Gelman, R., Massey, C.M., & McManus, M. (1991). Characterizing supporting environments for cognitive development: Lessons from children in a museum. In L.B. Resnick, J.M. Levine, & S.D. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition* (pp. 226-256). Washington, DC: American Psychological Association.
- Goodyear, P., Njoo, M, Hijne, H & van Berkum, J.J.A. 1991. Learning processes, learner attributes and simulations. *Education and Computing* (6) 263-304.
- Groot, A.D. de (1961), *Methodologie: Grondslagen van onderzoek en denken in de gedragswetenschappen*. 's-Gravenhage: Mouton & Co.
- Jank, W. & Meyer, H. (1994). Didaktische Modelle. Frankfurt am Main.
- Koufetta-Menicou, C., & Scaife, J. (2000). Teachers' questions – types and significance in science education. *School Science Review*, 81, 79-84.
- McGillicuddy-DeLisi, A.V. (1988). Sex differences in parental teaching behaviors. *Merrill-Palmer Quarterly*, 34, 147-162.
- Moreno, R.P. (1991). Maternal teaching of preschool children in minority and low-status families: A critical review. *Early Childhood Research Quarterly*, 6, 395-410.
- Oliveira, A.W. (2009). Improving Teacher Questioning in Science Inquiry Discussions Through Professional Development. *Journal of Research in Science Teaching* 47 (5), 422-453
- Paris, S.G., Yambor, K.M., & Packard, B.W. (1998). Hands-on biology: A museum-school-university partnership for enhancing students' interest and learning in science. *The Elementary School Journal*, 98, 267-289.
- Parziale, J. and Fischer, K.W. (1998). The practical use of skill theory in classrooms. In R. J. Sternberg and W. M. Williams (eds.) *Intelligence, instruction and assessment* (pp. 96–110). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ramey-Gassert, L., & Walberg, H. (1994). Reexamining connections: Museums as science learning environments. *Science Education*, 78(4), 345-363.
- Shrager, J & Klahr, D. 1986. Instructionless learning about a complex device: the paradigm and observations. *Int. J. Man-Machine Studies*. 25, 153-198
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14
- Sigel, I.E. (1982). The relationship between parental distancing strategies and the child's cognitive behavior. In I. E. Sigel & L.M. Laosa (Eds.), *Families as learning environments for children*

- 47-86. New York: Plenum Press.
- Simons, P.R.J. (1988). Handelingspsychologie versus cognitivistische psychologie. *Pedagogische Studiën* (65), 60-70.
- Tenenbaum, H.R., Rappolt-Schiltmann, G., & Vogel Zanger, V. (2004). Childrens learning about water in a museum and in the classroom. *Early Childhood Research Quarterly* 19, 40-58.
- Todman, J.B. & Dugard, P. (2001) Single case and small-n experimental designs: A practical guide to randomization tests. Manwah (NJ): Erlbaum.
- Van der Keere, K., Mestdagh, N., Gatt, S., Kosack, W., Marchal, J., Schmeinck, D., Sidor, W., Teuma, M., & Thurston, A. (2008). How children learn science. Mensch und Buch verslag.
- Van Zee, E.H., Iwasyk, M., Kurose, A., Simpson, D., & Wild, J. (2001). Student and teacher questioning during conversations about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 159-190.
- Van Zee, E.H., & Minstrell, J. (1997a). Reflective discourse: Developing shared understandings in a physics classroom. *International Journal of Science Education*, 19, 209-228.
- Van Zee, E.H., & Minstrell, J. (1997b). Using questioning to guide student thinking. *The Journal of the Learning Sciences*, 6, 229-271.
- Welch, W., Walberg, H., & Fraser, B. (1986). Predicting elementary science learning using national assessment data. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(8), 699-706.