

# Academisch en Creatief Getalbegrip en het Werkgeheugen als Moderator bij Basisschoolkinderen

Master thesis

Utrecht University

Master's programme in Clinical Child, Family and Education Studies

Conceptversie

Naam student: R.J. Burgers (Rianne)

Studentnummer: 3671941

Thesisbegeleider: Ilona Friso-van den Bos

Tweede beoordelaar: Evelyn Kroesbergen

Datum: 16 juni 2017

### Abstract

The present study aimed to examine relations between academic number sense and creative number sense and the role of working memory, including visuospatial- and verbal updating. Academic number sense is measured by a number line task and creative number sense is divided into fluency, flexibility and originality. The sample consisted of 8- to 10-year-old Dutch children ( $N = 67$ ). Findings indicated that there is no significant correlation between academic and creative number sense. Only visuospatial updating seemed to play a substantial role in academic number sense. Furthermore, results showed no correlation between working memory and creative number sense. Finally, working memory did not moderate the relationship between academic number sense and creative number sense. For further research it is recommended to use a 0-1000 number line task and a bigger sample.

*Keywords:* Academic number sense, Creative number sense, Working memory

### Rol van het Werkgeheugen op het Verband tussen Academisch en Creatief Getalbegrip

Er bestaat een positieve relatie tussen academische prestaties en creativiteit (Zenasni, Mourgues, Nelson, Muter, & Myszkowski, 2016). Al in 1959 vond Torrance een verband tussen creativiteit en academische prestaties en hij verzochtte in 1995 dat het onderwijs deze kennis niet toepaste (Beghetto & Kaufman, 2009). Creativiteit stimuleren in het onderwijs zorgt voor groei in de sociale en persoonlijke ontwikkeling van jonge mensen, waardoor de concurrentiestrijd beter kan worden aangegaan, de flexibiliteit groter wordt en sneller uitdagingen worden aangegaan. Zo draagt het stimuleren van creativiteit in het onderwijs, volgens National Advisory Committee on Creative and Cultural Education (NACCCE) op allerlei manieren bij aan de economie (Banaji in Lucas, Claxon, & Spencer, 2013). Kortom, het belang van het stimuleren van creativiteit op school is moeilijk te overschatten.

Hieruit volgt het belang van wetenschappelijk onderzoek naar specifieke vaardigheden die creativiteit voorspellen. Op basisscholen komt creativiteit met name tot uiting in beeldende kunst, geschreven of gesproken tekst en muziek, maar volgens Beghetto en Kaufman (2009) lukt het in Amerika onvoldoende om creatief denken met andere vakken, zoals rekenen, te integreren. Toch blijkt uit onderzoek onder 342 Nederlandse kinderen uit groep 6 dat creativiteit samenhangt met rekenprestaties, waarbij een matige relatie naar voren kwam (Schoevers, Kroesbergen, & Kattou, 2015).

Voor rekenen is creativiteit vereist wanneer een kind geen aangeleerde oplossing heeft voor een rekenkundig probleem of wanneer het tot een andere oplossing komt voor een rekenkundig probleem, dan de oplossing die het kind heeft aangeleerd (Leikin & Pitta-Pantazi, 2013). Mann (2006) stelt dat creativiteit essentieel is voor de ontwikkeling van rekenkundige talenten, omdat hiermee een diep conceptueel begrip van rekenkundige problemen kan worden verkregen (Mann, 2006). Niet intelligentie, maar academisch getalbegrip blijkt de belangrijkste voorspeller van rekenprestaties te zijn (Kim, 2005; Geary, Hoard, Nugent, & Bailey, 2013; Mazzocco, Feigenson, & Halberda, 2011). Doordat nog niet eerder is onderzocht of academisch getalbegrip samenhangt met creatief getalbegrip zal deze thesis zich hierop richten bij kinderen in groep 5 en 6 van de basisschool.

Academisch getalbegrip is een zeer breed construct wat kan worden omschreven als begrip van eigenschappen en relaties van getallen en hun toepassingen en betekenissen in een variatie van alledaagse situaties (Dehaene, 2001; Spinillo, 2016, Juli). Op school ontwikkelen kinderen getalbegrip wanneer ze leren tellen, getallen gebruiken om hoeveelheden aan te geven, getallen en hoeveelheden vergelijken en getallen manipuleren door berekeningen te maken (Friso-van den Bos, Kroesbergen, & Van Luit, 2014). Uit onderzoek van Dehaene

(2001) blijkt dat aan deze vaardigheid de mentale representatie van getallen ten grondslag ligt. De grootte van getallen worden ruimtelijk voorgesteld langs een mentale getallenlijn. Op deze denkbeeldige lijn staan kleine getallen links en grote getallen rechts (Dehaene, Bossini, & Giraux, 1993). In deze thesis wordt academisch getalbegrip gedefinieerd als de mentale representatie van getallen langs een mentale getallenlijn.

Creatief getalbegrip gaat om het vermogen op een originele wijze met getallen om te gaan (Zenasni et al., 2016). Hoewel in de literatuur geen eenduidige definitie wordt gehanteerd blijkt dat creatief getalbegrip vaak in verband wordt gebracht met het vermogen om meerdere oplossingen te bedenken voor een rekenkundige taak, waardoor dit vanuit meerdere gezichtspunten kan worden beschouwd (Leikin, 2013; Liljedahl & Sriraman, 2006, p.19). In deze thesis wordt creatief getalbegrip gedefinieerd als de mate waarin een rekenkundige taak op zo veel mogelijk verschillende manieren origineel kan worden opgelost. In deze definitie zijn drie van de vier elementen van de Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT) meegenomen (Torrance, 1996 in Kim, 2008), namelijk vlotheid, flexibiliteit en originaliteit van de oplossingen. Vlotheid gaat over het aantal oplossingen dat op één taak gegeven kan worden. Flexibiliteit gaat over het aantal verschillende soorten oplossingen dat gegeven wordt. Originaliteit gaat over de mate waarin het antwoord origineel is (Kim, 2008; Leikin, 2013).

Academisch getalbegrip en creatief getalbegrip zijn niet per definitie op zichzelf staande vaardigheden. Beghetto en Kaufman (2009) gebruiken de metafoer van een riviermonding waarbij twee rivieren uiteindelijk bij elkaar komen. Eén rivier staat voor academische getalbegrip en de andere voor creatief getalbegrip. De twee vaardigheden zijn los van elkaar te ontwikkelen, maar komen bij elkaar als academisch getalbegrip een hoog niveau heeft bereikt (Berghetto & Kaufman, 2009). Deze hypothese wordt bevestigd in het onderzoek van Zenasni et al. (2016) waaruit blijkt dat creatief getalbegrip alleen kan bijdragen aan nieuwe oplossingen voor een rekentaak, wanneer academisch getalbegrip goed is ontwikkeld. Toch bleek dat een hoge mate van academisch getalbegrip niet automatisch leidt tot een hoge mate van creatief getalbegrip (Zenasni et al., 2016).

Om die reden dient onderzocht te worden welke factor de relatie tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip beïnvloedt. Uit een meta-analyse van Friso-van den Bos (2013) blijkt dat het werkgeheugen een belangrijke voorspeller is van academisch getalbegrip. In het model van Baddely en Hitch (1974) kan het werkgeheugen worden opgedeeld in drie componenten: de centraal executieve en de twee slaafsystemen, te weten: de fonologische lus en het visueelruimtelijk schetsblok. De fonologische lus is verantwoordelijk voor de tijdelijke

opslag van verbale informatie en het visueelruimtelijke schetsblok voor visueelruimtelijke informatie. De centraal executieve coördineert deze informatie (Baddely & Hitch, 1974). Bij de centraal executieve spelen drie executieve functies een rol, namelijk: shifting, inhibitie en updating. Shifting verwijst naar het vermogen om te schakelen tussen verschillende oplossingsstrategieën, inhibitie verwijst naar het onderdrukken van dominante reacties, waardoor meer doelgericht gedrag mogelijk is en updating zorgt voor het opslaan en bijwerken van informatie in het werkgeheugen (Miyake et al., 2000). Updating blijkt van de drie componenten van het werkgeheugen het sterkst te correleren met academisch getalbegrip, zo bleek uit een onderzoek onder 441 Nederlandse kinderen (Friso-van den Bos et al., 2014). Uit een factoranalyse blijkt dat updating te onderscheiden is in verbale en visueelruimtelijke updating (Oberauer et al., 2003) en uit een meta-analyse blijkt dat rekenprestaties met beide componenten van het werkgeheugen correleren, maar dat de sterkste relatie wordt gevonden met verbale updating (Friso-van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2013; Friso-van den Bos et al., 2014). Wanneer in het vervolg van deze thesis wordt gesproken over werkgeheugen, wordt specifiek updating bedoeld.

Hoewel gesteld kan worden dat het werkgeheugen academisch getalbegrip voorspelt, is de invloed van het werkgeheugen op creatief getalbegrip nog onbekend. Uit onderzoek blijkt een zwakke correlatie te bestaan tussen het werkgeheugen en creativiteit in muziek en taal (Lunke, 2016). Wynn en Coolidge (2014) bevestigen dat het werkgeheugen een noodzakelijke rol speelt, maar dat het op zichzelf geen voorspeller is van creativiteit. Dit maakt het aannemelijk dat het werkgeheugen een modererende rol speelt in de relatie tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip.

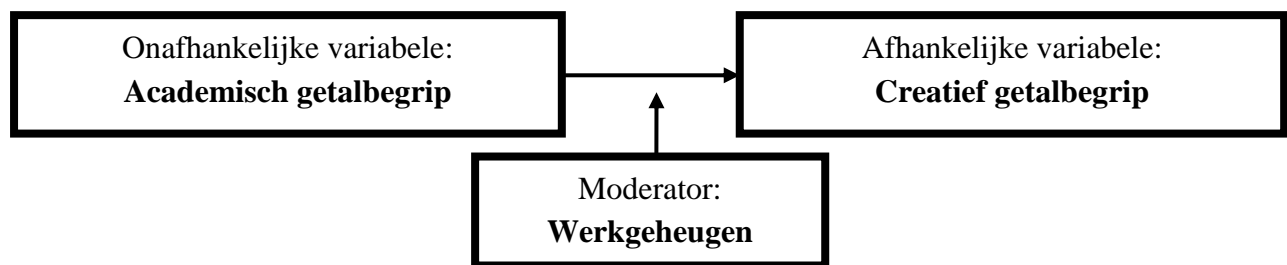
Door dit te onderzoeken draagt deze thesis bij aan nieuwe kennis over creatief getalbegrip en de rol van het werkgeheugen. De onderzoeksvraag luidt: Is er een relatie tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip, en heeft het werkgeheugen een modererende rol in deze relatie? De hypothese is dat academisch getalbegrip samenhangt met creatief getalbegrip. De verwachting is dat het werkgeheugen hierin een modererende rol heeft. Het werkgeheugen is nodig om binnen korte tijd zo veel mogelijk oplossingen te bedenken (vlotheid). Een kind heeft het werkgeheugen nodig om te onthouden welke soorten oplossingen hij al gegeven heeft, om zo een groot aantal verschillende soorten oplossingen te bedenken (flexibiliteit). Een kind zal in het werkgeheugen informatie vast moeten kunnen houden om vervolgens snel na te gaan in hoeverre een antwoord origineel is (originaliteit). De onderzoeksvraag is opgedeeld in vier deelvragen:

Deelvraag 1: Is er een verband tussen academisch getalbegrip en de drie componenten van creatief getalbegrip: vlotheid, flexibiliteit en originaliteit? En zo ja, in welke richting?

Deelvraag 2: Is er een verband tussen academisch getalbegrip en het werkgeheugen? En zo ja, in welke richting?

Deelvraag 3: Is er een verband tussen de drie componenten van creatief getalbegrip en het werkgeheugen? En zo ja, in welke richting?

Deelvraag 4: Wordt de relatie tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip gemodereerd door het werkgeheugen? (zie Figuur 1)



*Figuur 1.* Schematische weergave van de moderatieanalyse.

## Methode

### Populatie en steekproef

In totaal deden 67 kinderen aan dit onderzoek mee, waarvan 28 jongens en 39 meisjes. De kinderen waren afkomstig van vier basisscholen in het midden van Nederland en omvatten 37 kinderen van groep 5 (waarvan 17 jongens en 20 meisjes) en 30 kinderen van groep 6 (waarvan 11 jongens en 19 meisjes). De gemiddelde leeftijd was 9 jaar en 7 maanden ( $SD = 7,1$  maanden). De basisscholen zijn gekozen op basis van een gemakssteekproef. De participerende leerlingen zijn willekeurig gekozen, waarbij eerst toestemming moest worden verleend door de ouders/ verzorgers.

### Meetinstrumenten

Academisch getalbegrip werd geoperationaliseerd als de mate waarin een kind in staat is een getal op de juiste plaats op een lege lijn van 0 tot 100 te zetten. Dit werd gemeten met de getallenlijntaak, zoals ook gebruikt is in het onderzoek van Siegler en Opfer (2003). De nummers 0 en 100 stonden op de juiste plek onder de verder lege getallenlijn. Vervolgens werd steeds een getal aan de kinderen voorgelezen en moesten zij de juiste plek op de getallenlijn aanwijzen. De test bestond uit twee oefenitems, namelijk 0 en 100, waarbij de testleider na het antwoord van het kind de goede plaats aanwees zonder verdere uitleg. Hierna volgden dertig testitems in willekeurige volgorde, namelijk: 2, 3, 7, 9, 14, 15, 18, 20, 24, 26,

29, 30, 34, 35, 39, 41, 45, 47, 53, 54, 61, 63, 68, 69, 75, 77, 83, 84, 92, 95. Er werd algemene positieve feedback gegeven ("Het gaat heel goed"). De scores zijn berekend als de gemiddelde absolute afstand tot het daadwerkelijke getal. Hoe lager de score, hoe beter de kind presteert op deze taak. Doordat alleen de gemiddelde afwijking per kind gegeven werd, was het niet mogelijk iets te zeggen over de betrouwbaarheid en validiteit van deze test. Wel blijkt uit onderzoek van Siegler en Opfer (2003), die de getallenlijntaak van 0 tot 100 bij kinderen van groep 4 hebben gebruikt, dat er een bijna lineaire lijn van de verklaarde variantie ( $R^2 = .96$ ) bestaat. Door deze gegevens is de verwachting dat een getallenlijntaak van 0 tot 100 bij kinderen van groep 5 en 6 valide en betrouwbaar is.

Creatief getalbegrip werd geoperationaliseerd door de vlotheid, flexibiliteit en originaliteit van de antwoorden die kinderen geven. Hiertoe werd taak 5 uit de Creatieve Rekentaak gebruikt (Kattou & Kontoyianni, Pitta-Pantazi, & Christou, 2013). Deze vraag bestaat uit een enkele vraag en luidde: "Kijk goed naar de volgende getallen: 23, 20, 15, 25. Welk getal hoort niet bij deze groep getallen? Leg je antwoord uit. Is er meer dan één antwoord mogelijk? Zo ja, schrijf zoveel mogelijk antwoorden op." Kinderen worden tijdens de test gestimuleerd om zo veel mogelijk verschillende antwoorden op te schrijven die andere kinderen niet kunnen bedenken. De uitkomsten werden als volgt gescoord. Voor vlotheid werd een ratio berekend: het aantal goed gegeven oplossingen door het kind/ het maximaal aantal goede oplossingen van een kind uit de steekproef. In dit onderzoek bleek zeven het maximaal aantal goede oplossingen te zijn dat een kind had gegeven. Voor flexibiliteit werd een ratio berekend: het aantal verschillende gegeven oplossingen door het kind/ het maximaal aantal verschillende oplossingen van een kind uit de steekproef. De gegeven antwoorden van de kinderen werden in één van de volgende vijf mogelijke verschillende soorten oplossingen geschaald: iconische eigenschappen (bijvoorbeeld: laatste getal is 0/ enige tiental/ getallen zijn oplopend/ er zit geen 2 in), beschouwing van de grootte (bijvoorbeeld: kleiner dan..., grootste getal), toevoegende serie (bijvoorbeeld: afgerond 30), keersommen en gedeelddoorsommen (bijvoorbeeld: zit niet in de tafel van 5, getal met de meeste delers), soorten nummer (bijvoorbeeld: kwadraat, priemgetal, even). In dit onderzoek bleek vier het maximaal aantal verschillende soorten oplossingen te zijn dat een kind had gegeven. Voor originaliteit werd een score toegekend aan de hand van het percentage dezelfde gegeven antwoorden door andere kinderen uit dezelfde steekproef. Een leerling kreeg een score van 1 voor originaliteit, wanneer één of meer van zijn/ haar antwoorden in minder dan 1% van antwoorden van de totale populatie voorkomt. Een leerling kreeg een score van 0.8, 0.6, 0.4 of 0.2 voor originaliteit, wanneer één of meer van zijn/ haar antwoorden tussen de 1% en 5%,

6% en 10%, 11% en 20%, en meer dan 20% van de antwoorden van de totale populatie voorkomt. De scores op de drie componenten van creatief getalbegrip samen leverden de totale score voor creatieve getalbegrip (Kattou et al., 2013). Uit het onderzoek van Schoevers et al. (2016) bleek dat de interne consistentie voor de gehele Creatieve Rekentaak goed is ( $\alpha = .80$ ). Voor deze thesis is alleen onderdeel 5 uit de Creatieve Rekentaak gebruikt. Onderdeel 5 is de taak die de hoogste correlatie liet zien met vlotheid en flexibiliteit en de op één na hoogste correlatie met originaliteit, waardoor verwacht kan worden dat onderdeel 5 op zichzelf ook een hoge interne consistentie zal hebben (Schoevers et al., 2016).

Het werkgeheugen werd geoperationaliseerd als updating. Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen verbale updating, gemeten met Word recall backwards (WRB) en visueelruimtelijke updating, gemeten met Odd One Out (OOO). Bij beide taken werd algemene positieve feedback gegeven ("Het gaat heel goed"). In WRB moesten kinderen woorden in omgekeerde volgorde nazeggen. Er werden twee oefenitems gedaan. De taak bestond uit zes blokken met elk zes reeksen woorden. Het eerste blok omvatte reeksen van twee woorden en dit liep op in moeilijkheidsgraad tot een reeks van zeven woorden. Wanneer een kind drie foute antwoorden gaf, stopte de taak. In OOO zag het kind steeds drie plaatjes op een rijtje, waarbij het kind één plaatje moest aanwijzen dat anders is dan de rest. De test startte met een aantal voorbeelditems. Daarna volgden vijf blokken met elk zes items. In elke blok werd de reeks plaatjes langer tot vijf items in het laatste blok. Het kind moest de volgorde aanwijzen van de plaatjes die anders waren in die reeks (AWMA; Alloway, 2007).

### **Procedure**

Doordat dit onderzoek deel uitmaakte van een groter onderzoek, is naast de genoemde tests nog een aantal tests afgenomen. Het ging hierbij om een vijftal individuele taken en één klassikale taak. In totaal was voor elk kind twee sessies van een half uur nodig om deze tests af te nemen. De getallenlijntaak, OOO en WRB zijn afgenomen op een laptop met behulp van het computerprogramma E-prime 2 testing software. De Creatieve Rekentaak is op papier afgenomen. Voor alle taken gold dat ze individueel zijn afgenomen in een stille ruimte binnen school. Per test was sprake van een gestandaardiseerde instructie.

## **Resultaten**

### **Analysetechnieken**

De gegeven antwoorden op de vragenlijsten zijn verwerkt in IBM SPSS Statistics Software, waarna een aantal analyses is uitgevoerd. Om de verbanden tussen de constructen te onderzoeken met behulp van correlatieanalyses moet aan een aantal assumpties voor



parametrische tests worden voldaan. Aan de assumptie voor onafhankelijkheid en normaliteit is voldaan, maar aan de assumpties voor lineariteit en homoscedasticiteit is niet voldaan. Daarom zijn de correlaties van deze constructen aan de hand van nonparametrische tests uitgevoerd, namelijk Kendall's tau-b. Doorgaans wordt Kendall's tau-b geprefereerd boven Spearman's rho, omdat deze een betere schatting van de juiste populatiecorrelatie lijkt te geven (Allen & Bennett, 2013).

Voor de moderatieanalyse zijn vooraf de assumpties voor een meervoudige regressie analyse gecontroleerd. Aan de assumptie voor de  $N$  (cases):  $k$  (predictors) ratio en de normaliteit is voldaan. Daarnaast is gecontroleerd voor uitschieters. Hoewel uit de analyse negen uitschieters naar voren komen zijn deze niet verwijderd, omdat de uitschieters aannemelijke scores zijn en bij verwijdering niet meer aan assumptie van de  $N$ :  $k$  ratio wordt voldaan. Er is geen sprake van multicollineariteit. Aan de assumptie voor normaliteit, lineariteit en homoscedasticiteit van het residu is niet voldaan. Doordat er voor de meervoudige regressie analyses geen vervangende non-parametrische test beschikbaar is, zijn deze uitgevoerd, maar moeten de resultaten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Om de moderatieanalyse uit te voeren is de 'PROCESS' macro toegevoegd aan de IBM SPSS Statistics Software (Hayes, 2012). Voor de getallenlijntaak waren twee missende waarden (3%) en voor de Creatieve Rekentaak waren drie missende waarden (4,5%), omdat die kinderen niet op school waren toen dat deel van de test werd afgenomen. Voor de missende waarden is gebruik gemaakt van 'listwise exclusion'.

### Resultaten deelvragen

In Tabel 1 zijn de correlaties weergegeven die tussen de constructen zijn gevonden.

Tabel 1

*Correlaties (Kendall's tau-b) voor Academisch en Creatief Getalbegrip en het Werkgeheugen.*

	OOO	WRB	AG	CG: vlotheid	CG: flexibiliteit	CG: Originaliteit	CG: Totaal
OOO	-	.11	-.28	.07	.06	.10	.08
WRB	-	-	.05	-.08	-.04	-.05	-.04
AG	-	-	-	-.06	-.04	.07	-.01
CG:vlotheid	-	-	-	-	.81	.74	.91
CG:flexibiliteit	-	-	-	-	-	.61	.81
CG:Originaliteit	-	-	-	-	-	-	.82
CG:Totaal	-	-	-	-	-	-	-

*NOOT.* AG = academisch getalbegrip en CG = creatief getalbegrip

Om te onderzoeken of er een verband is tussen academisch getalbegrip en de drie componenten van creatief getalbegrip (vlotheid, flexibiliteit en originaliteit) is Kendall's tau-b uitgevoerd (Tabel 1). De correlatie tussen academisch getalbegrip en vlotheid is niet significant ( $p = .53$ ). Daarnaast is de correlatie tussen academisch getalbegrip en flexibiliteit niet significant ( $p = .66$ ). Ook is de correlatie tussen academisch getalbegrip en originaliteit niet significant ( $p = .46$ ). Verder is de correlatie tussen academisch getalbegrip en de drie component van creatief getalbegrip niet significant ( $p = .94$ ).

Om te onderzoeken of er een verband is tussen academisch getalbegrip en het werkgeheugen is de Kendall's tau-b uitgevoerd. Er blijkt een matige significante negatieve correlatie te zijn tussen academisch getalbegrip en OOO ( $p < .01$ ). Er bestaat geen significante correlatie tussen academisch getalbegrip en WRB, ( $p = .61$ ).

Tabel 2

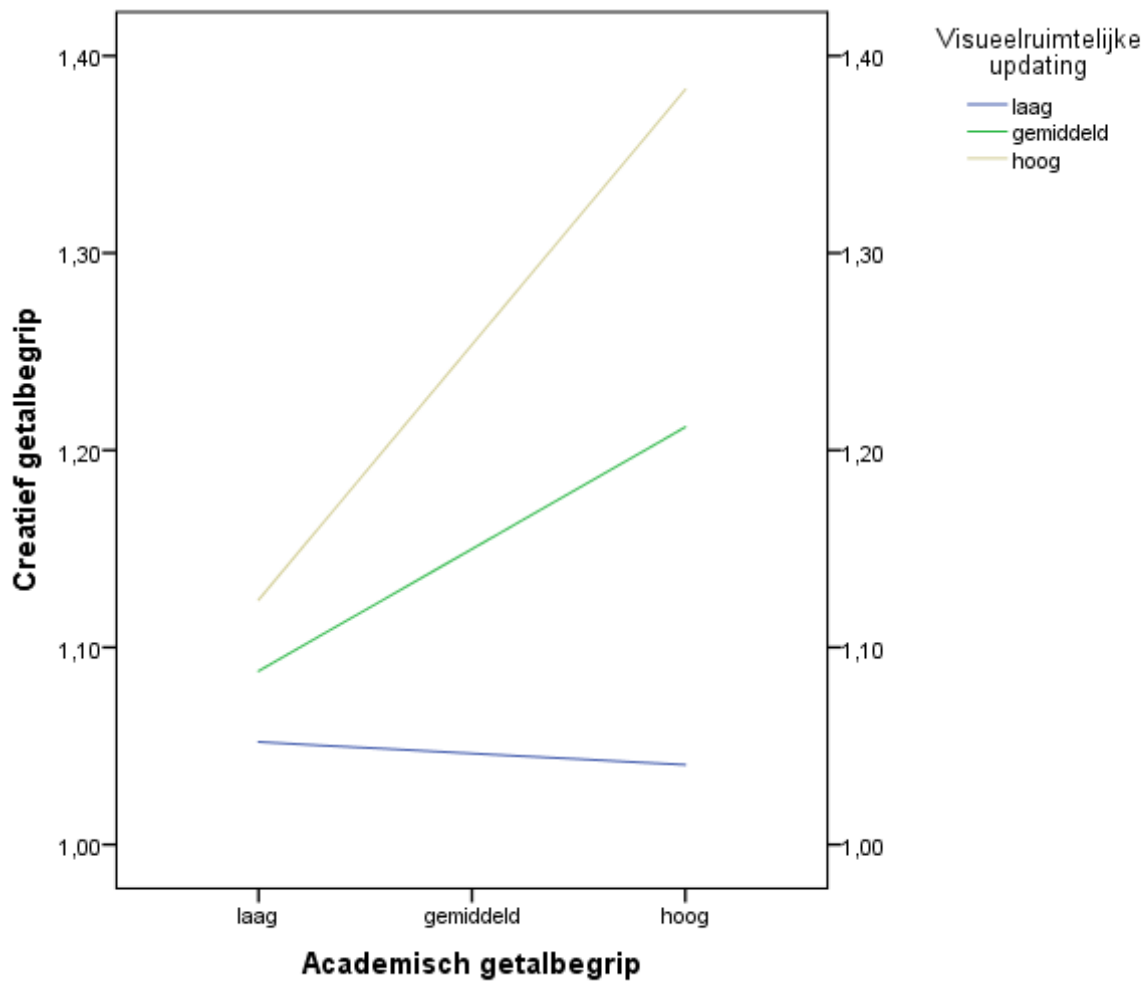
*Werkgeheugen als Moderator voor de Onafhankelijke Variabele Academisch Getalbegrip en de Afhankelijke Variabele Creatief Getalbegrip*

	<i>B</i>	$\beta$	SE	<i>t</i>	<i>p</i>
<u>OOO</u>					
Werkgeheugen OOO (gestandaardiseerd)	.033 [-.021, .087]	.02	.03	1.24	$p = .22$
Academisch getalbegrip (gestandaardiseerd)	.030 [-.050, .110]	.03	.04	.75	$p = .45$
Werkgeheugen x academisch getalbegrip	.011 [-.018, .039]	-	.01	.74	$p = .46$
<u>WRB</u>					
Werkgeheugen WRB (gestandaardiseerd)	-.024 [-.091, .042]	.00	.03	-.73	$p = .47$
Academisch getalbegrip (gestandaardiseerd)	.012 [-.073, .098]	-.02	.04	.29	$p = .78$
Werkgeheugen x academisch getalbegrip	.014 [-.023, .051]	-	.02	.73	$p = .47$

NOOT.  $R^2$ (OOO) = .03.  $R^2$ (WRB) = .02.

Om te onderzoeken of er een verband is tussen de drie componenten van creatief getalbegrip en het werkgeheugen is een Kendall's tau-b uitgevoerd. Er bestaat geen

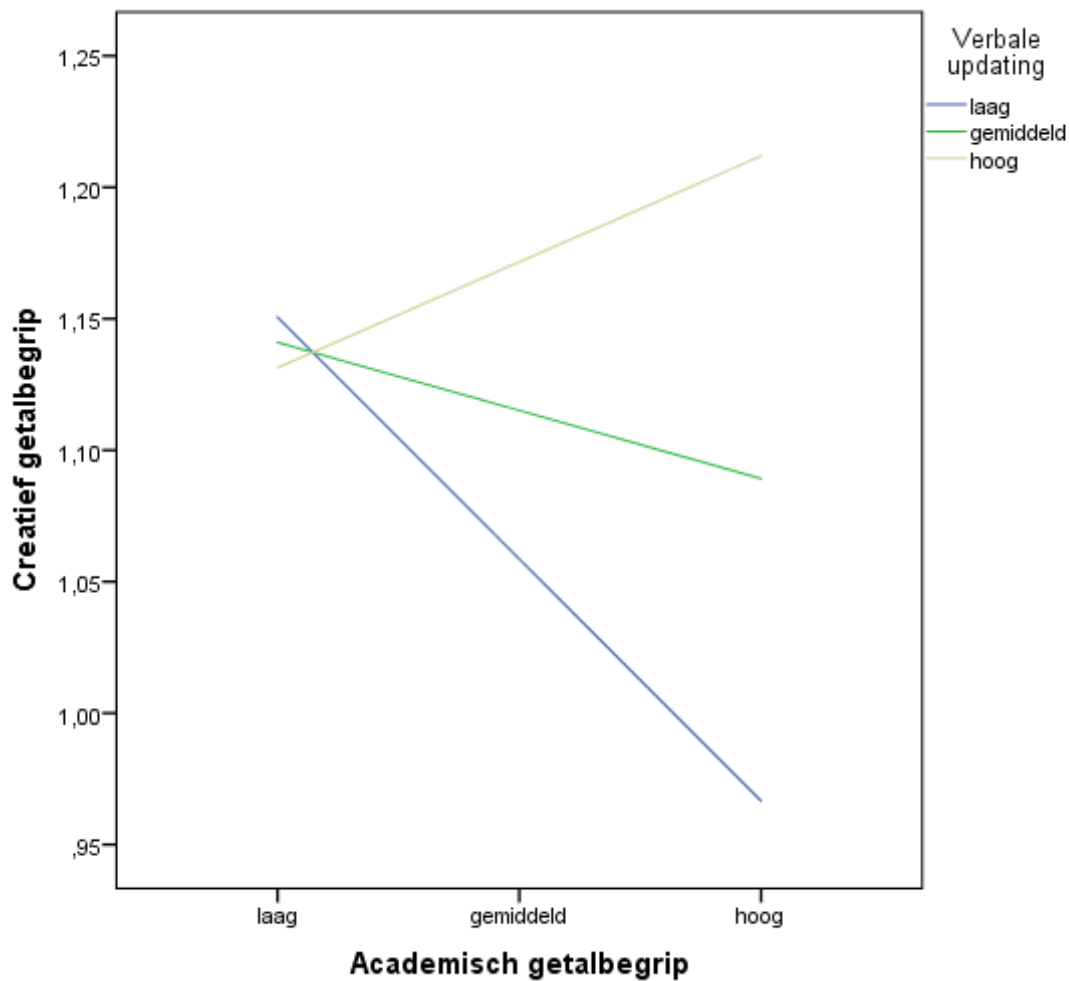
significante correlatie tussen WRB en vlotheid ( $p = .45$ ), tussen WRB en flexibiliteit ( $p = .73$ ), tussen WRB en originaliteit ( $p = .63$ ) en niet tussen WRB en de gezamenlijke componenten van creatief getalbegrip ( $p = .66$ ). Tevens bestaat er geen significante correlatie tussen OOO en vlotheid ( $p = .47$ ), tussen OOO en flexibiliteit ( $p = .58$ ), tussen OOO en originaliteit ( $p = .31$ ) en niet tussen OOO en de gezamenlijke componenten van creatief getalbegrip ( $p = .42$ ).



*Figuur 2.* De modererende rol van visueelruimtelijke updating op het verband tussen academisch en creatief getalbegrip.

Om te onderzoeken of de relatie tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip wordt gemodereerd door het werkgeheugen zijn moderatieanalyses uitgevoerd aan de hand van de 'PROCESS' macro (Tabel 2). In Figuur 2 en 3 zijn lijngrafiekken weergegeven die de richting van de moderator laten zien, alhoewel dit niet significant bevonden is. Hierbij is de score voor academisch getalbegrip omgepoold, zodat een hoge score een goede beheersing van academisch getalbegrip betekent. De relatie tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip wordt niet gemodereerd door visueelruimtelijke updating, gemeten met OOO,  $\Delta R^2$

= .01,  $F(1,58) = .544$ ,  $p = .46$ . Uit Figuur 2 lijkt naar voren te komen dat een hogere mate van academisch getalbegrip leidt tot een hogere mate van creatief getalbegrip, indien er sprake is van een hoge score op het werkgeheugen. Bij een lage score op het visueelruimtelijke updating leidt een hoge score op academisch getalbegrip niet tot een hoge score op creatief getalbegrip. Dit is echter niet significant bevonden.



*Figuur 3.* De modererende rol van verbale updating op het verband tussen academisch en creatief getalbegrip.

De relatie tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip wordt niet gemodereerd door het verbale werkgeheugen, gemeten met WRB,  $\Delta R^2 = .01$ ,  $F(1,55) = .536$ ,  $p = .47$ . In Figuur 3 is de moderatie in een grafiek weergegeven. Uit de grafiek lijkt naar voren te komen dat een hoge score op academisch getalbegrip leidt tot een hoge score op creatief getalbegrip, indien er een hoge score wordt behaald op het werkgeheugen (WRB). Indien er een lage score wordt behaald op het werkgeheugen (WRB), leidt een hoge score op

academisch getalbegrip juist tot een lagere score op creatief getalbegrip dan een lage score op academisch getalbegrip. Dit is echter niet significant bevonden.

## Discussie

### Bespreking van de resultaten

Deze thesis tracht de volgende hoofdvraag te beantwoorden: Wat is de relatie tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip en welke rol speelt het werkgeheugen in deze relatie? Allereerst is onderzocht of er een verband tussen academisch getalbegrip en de drie componenten van creatief getalbegrip (vlotheid, flexibiliteit en originaliteit) bestaat. Hoewel Schoevers et al. (2016) een matige correlatie vinden tussen rekenprestaties en creativiteit in rekenprestaties, wordt in deze thesis geen correlatie gevonden tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip. Ook wanneer het verband tussen de drie losse componenten van creatief getalbegrip en academisch getalbegrip wordt onderzocht, blijkt er geen significant verband te bestaan. Deze resultaten zijn tevens in strijd met het onderzoek van Zenasni et al. (2016) die stellen dat een hoge mate van academische prestaties een voorwaarde is voor het verwerven van een hoge mate van creativiteit.

Op grond van deze resultaten kan gezegd worden dat hoewel er wel een relatie bestaat tussen rekenprestaties en creativiteit, er geen relatie bestaat tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip. Een verklaring voor het verschil in uitkomsten is het verschil in gebruikte constructen. In dit onderzoek is het construct academisch getalbegrip gebruikt, gemeten met de getallenlijntaak, terwijl Schroevers et al. (2016) rekenprestaties gebruikten, wat gemeten werd met Cito Rekenen-Wiskunde. Hoewel de verwachting was dat het gebruik van een specifiek component uit het vak rekenen, namelijk getalbegrip, een sterkere correlatie zou opleveren met creatief getalbegrip, bleek dit niet zo te zijn.

Een mogelijke verklaring hiervoor is de moeilijkheidsgraad van de getallenlijntaak. Kinderen in groep 5 en 6 van de basisschool worden geacht deze taak goed uit te kunnen voeren. Door een te lage moeilijkheidsgraad, konden veel kinderen deze taak goed maken, waardoor er een kleine spreiding is in de scores. Het is denkbaar dat hierdoor geen significante correlaties zijn gevonden tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip.

Als tweede is onderzocht of er een verband bestaat tussen academisch getalbegrip en het werkgeheugen. In overeenstemming met de meta-analyse van Friso-van den Bos et al. (2013) is een matige significante correlatie gevonden tussen academisch getalbegrip en het werkgeheugen. Het is opvallend dat de matige correlatie wel werd gevonden bij visueelruimtelijke updating, maar niet bij verbale updating. Hoewel uit de literatuur naar

voren komt dat er een matige correlatie bestaat tussen zowel visueelruimtelijke updating en rekenprestaties als verbale updating en rekenprestaties (Friso-van den Bos et al., 2013), lijkt uit dit onderzoek naar voren te komen dat visueelruimtelijke updating een voorspeller is van academisch getalbegrip en verbale updating niet. Een mogelijke verklaring hiervoor is het gebruik van de getallenlijntaak. Deze taak is visueelruimtelijk opgezet en doet hierdoor mogelijk meer een beroep op visueelruimtelijke updating dan verbale updating. Onderzoek met een breder scala aan taken op het gebied van academisch getalbegrip kan hierover meer duidelijkheid verschaffen.

Als derde is onderzocht of er een verband is tussen de drie componenten van creatief getalbegrip en het werkgeheugen. De onderzoeken van Lunke (2016) en Wynn en Coolidge (2014) tonen een verband aan tussen het werkgeheugen en creativiteit, maar de samenhang tussen het werkgeheugen en creatief getalbegrip is niet eerder onderzocht. In tegenstelling tot de verwachting is er geen enkel verband aangetroffen tussen de drie componenten van creatief getalbegrip en werkgeheugen. Mogelijk komt creatief getalbegrip te weinig voor in Nederlandse rekenmethodes, waardoor kinderen door de type vraagstelling verward raken en onderpresteerden op de taak (Kolovou, Van den Heuvel-Panhuizen, & Bakker, 2009).

Als laatste is onderzocht of de relatie tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip wordt gemodereerd door het werkgeheugen. Hoewel hiervoor wel aanwijzingen gevonden zijn, blijken de twee moderatieanalyses, voor de beide werkgeheugentaken, niet significant te zijn.

### **Beperkingen en aanbevelingen toekomstig onderzoek**

Er zijn een aantal beperkingen over de methode van dit onderzoek te noemen. Hieruit vloeien aanbevelingen voor toekomstig onderzoek voort. Allereerst de keuze voor de getallenlijntaak als meetinstrument voor academisch getalbegrip. Kinderen in groep 5 en 6 zijn in principe in staat om deze taak goed te kunnen maken. Hierdoor zat er weinig spreiding in de scores van de kinderen. Het is van belang om in vervolgonderzoek een taak te gebruiken die een hogere moeilijkheidsgraad heeft, zodat de spreiding in de scores van kinderen groter is en de taak meer valide en representatief is voor academisch getalbegrip. Siegler en Opfer (2003) hebben een vergelijkbare getallenlijntaak gedaan, maar gebruikten een getallenlijn tot 1000. Hoewel de score van de getallenlijntaak voor kinderen van groep 8 werd geïndexeerd door verklaarde variantie van een lineaire vergelijking, was dit bij kinderen van groep 6 nog niet het geval. Wellicht biedt een getallenlijntaak waarbij eenheden tot 100 en tientallen van 100 tot 1000 wordt uitgevraagd een oplossing.

De tweede beperking is de beperkte steekproef die is gebruikt. Hoewel de 67 kinderen een representatieve steekproef is, zal een grootschaliger onderzoek moeten uitwijzen of dan dezelfde resultaten worden gevonden. Mede door de beperkte steekproef is niet aan de assumptie voor parametrische test voldaan. Hierdoor zijn voor de correlaties non-parametrische tests gebruikt en zijn de resultaten van de moderatieanalyse niet generaliseerbaar (Field, 2013, p. 312).

### **Conclusie**

Uit dit onderzoek blijkt dat academisch getalbegrip geen voorspeller is van creatief getalbegrip, en dat het werkgeheugen in deze relatie geen modererende rol speelt. Toch blijkt er uit eerder onderzoek een duidelijk relatie te zijn tussen rekenprestaties en creatief getalbegrip (Schoevers et al., 2015). Een vergelijkbaar onderzoek met een grotere steekproef en een controle op de validiteit voor het meetinstrument voor academische getalbegrip, bijvoorbeeld door een getallenlijn tot 1000, is nodig om vast te stellen dat er daadwerkelijk geen verband bestaat tussen academisch getalbegrip en creatief getalbegrip. Indien ook dit geen verband oplevert is het van belang dat er vervolgonderzoek wordt gedaan welke rekenvaardigheid de creativiteit wel voorspelt, waarbij een breder scala aan taken op het gebied van academisch getalbegrip wordt ingezet.

Doordat er nog weinig bekend was over het verband tussen academisch en creatief getalbegrip heeft dit onderzoek wetenschappelijk grote waarde en biedt het mogelijkheden tot vervolgonderzoek. Voor de onderwijspraktijk is het van belang om creatief getalbegrip te stimuleren, zodat kinderen bekend raken met de type vraagstelling en zij een dieper conceptueel begrip van rekenkundige problemen ontwikkelen (Kolovou et al.; Mann, 2006).

## Referenties

- Allen, P. & Bennett, K. (2013). *SPSS Statistics: A Practical Guide* (version 20.0). Melbourne: Cengage Learning. ISBN (bundel) 9781408082621.
- Alloway, T. P. (2007). *Automatic working memory assessment*. Oxford, UK: Harcourt.
- Baarda, D. B., & De Goede, M. P. M. (2001). *Basisboek methoden en technieken. Handleiding voor het opzetten en uitvoeren van onderzoek*. Groningen: Stenfert Kroese.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*, 8, 47-89. New York: Academic Press.
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2009). Connecting learning and creativity in programs of advanced academics. *Journal of Advanced Academics*, 20, 296-324.  
doi:10.1177/1932202x0902000205
- Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 371-396.  
doi:10.1037/0096-3445.122.3.371
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind & Language*, 16, 16–36.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics (4th edition)*. California: Sage Publications
- Friso-van den Bos, I. (2013). Het verband tussen executieve functies en getalbegrip bij basisschoolkinderen: een meta-analyse. *Orthopedagogiek: Onderzoek en Praktijk*, 52, 295-308.
- Friso-van den Bos, I., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review* (2013), 10, 29-44. doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003
- Friso-van den Bos, I., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2014). Number sense in kindergarten children: Factor structure and working memory predictors. *Learning and Individual Differences*, 33, 23-29. doi:10.1016/j.lindif.2014.05.003
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2013). Adolescents' functional numeracy is predicted by their school entry number system knowledge. *PLOS ONE*, 8, 1-8. doi:10.1371/journal.pone.0054651.
- Hayes, A. F. An analytical primer and computational tool for observed variable moderation mediation, and conditional process modeling. *Manuscript submitted for publication*.



- Kattou, M., Kontoyianni, K., Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2013). Connecting mathematical creativity to mathematical ability. *ZDM Mathematical Education*, 45, 167-181. doi:10.1007/s11858-012-0467-1
- Kim, K. H. (2005). Can only intelligent people be creative? A meta-analysis. *Prufrock Journal*, 16, 57-66. doi:10.4219/jsge-2005-473
- Kim, K. H. (2008). Commentary: the Torrance tests of creative thinking already overcome many of the perceived weaknesses that Silvia et al.'s (2008) Methods are intended to correct. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2, 97-99. doi:10.1037/1931-3896.2.2.97
- Kolovou, A., Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Bakker, A. (2009). Non-routine problem solving tasks in primary school mathematics textbook – a needle in a haystack. *Mediterranean journal for research in mathematics education*, 8, 31-68. Retrieved from [http://www.fisme.science.uu.nl/en/fius/rmeconference/2009/handouts/vandenheuvelpanhuizen/articles/Kolovou-VdHeuvel-Bakker\\_2009\\_POPO\\_MJRME.pdf](http://www.fisme.science.uu.nl/en/fius/rmeconference/2009/handouts/vandenheuvelpanhuizen/articles/Kolovou-VdHeuvel-Bakker_2009_POPO_MJRME.pdf)
- Leikin, R. (2013). Evaluating mathematical creativity: The interplay between multiplicity and insight. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 55, 385-400. Verkregen van [http://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/download/ptam/42013\\_20131217/04\\_Leikin.pdf](http://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/download/ptam/42013_20131217/04_Leikin.pdf)
- Leikin, R., & Pitta-Pantazi, D. (2013). Creativity and mathematics education: The state of the art. *ZDM*, 45, 159-166. doi:10.1007/s11858-012-0459-1
- Liljedahl, P., & Sriraman, B. (2006). Musings on mathematical creativity. *For The Learning of Mathematics*, 26, 20-23. Verkregen van [http://www.jstor.org/stable/40248517?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/40248517?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Lucas, B., G. Claxton and E. Spencer (2013), "Progression in student creativity in school: first steps towards new forms of formative assessments". *OECD Publishing*, 86, 1-45. doi:10.1787/5k4dp59msdwk-en
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
- Mann, E. L. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30, 236-260. doi:10.4219/jeg-2006-264
- Mazzocco, M. M. M., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Preschoolers' precision of the approximate number system predicts later school mathematics performance. *PLOS*

- ONE*, 6, 1-8. doi:10.1371/journal.pone.0023749
- Neuman, W. L. (2014). *Understanding Research*. Boston: Pearson Education.
- Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O., & Wittman, W. W. (2003). The multiple faces of working memory: Storage, processing, supervision, and coordination. *Intelligence*, 31, 167-193. doi:10.1016/S0160-2896(02)00115-0
- Schoevers, E. M., Kroesbergen, E. H., & Kattou, M. (2016). Primary school mathematics requires more than learning facts and procedures: the role of creativity in fourth-grade math learning. Paper submitted for publication.
- Siegler, R. S., & Opfer, J. E. (2003). The development of numerical estimation: Evidence for multiple representations of numerical quantity. *Psychological Science*, 14, 237–243. doi:10.1111/1467-9280.02438
- Spinillo, A. G. (2016, July). Number sense in elementary school children: The uses and meanings given to numbers in different investigative situations. Paper presented at the 13th International Congress on Mathematical Education, Hamburg, Germany.
- Wynn, T., Cooldigde, F. L. (2014). Technical cognition, working memory and creativity. *Pragmatics & Cognition*, 22, 45-63. doi:10.1075/pc.22.1.03wyn
- Zenasni, F., Mourgues, C., Nelson, J., Muter, C., & Myszkowski (2016). How does creative giftedness differ from academic giftedness? A multidimensional conception. *Learning and Individual Differences*, 52, 216-223. doi:10.1016/j.lindif.2016.09.003