
Verschillen tussen aantekeningen: De invloed van leeftijd op het maken van aantekeningen door leerlingen.

Denise van Boxtel

Universiteit Twente, Enschede, Nederland

Faculteit Gedrag, Management en Sociale wetenschappen: Bachelor Psychologie

22 juni 2016

Eerste begeleider: Ard Lazonder

Tweede begeleider: Noortje Janssen

Voorwoord

Techniek en wetenschap is in de huidige samenleving erg belangrijk. Daarom is het van belang om leerlingen al op jonge leeftijd kennis te laten maken met technische en wetenschappelijke fenomenen. Met mijn interesse in zowel het basisonderwijs als het wetenschap en techniek onderwijs ben ik dit onderzoek ingestapt. Met veel plezier heb ik het afgelopen half jaar een eigen onderzoek uitgevoerd om inzicht te krijgen in het maken van aantekeningen tijdens het experimenteren van basisschoolleerlingen. Met dit inzicht heb ik geprobeerd om antwoord te geven op de vraag hoe het experimenteren in het wetenschap en techniek onderwijs op de basisschool ondersteund kan worden.

Ik had dit onderzoek niet zonder de hulp en de steun van anderen kunnen afronden. Als eerste wil ik mijn eerste begeleider Ard Lazonder bedanken. Heel erg bedankt voor de fijne begeleiding van mijn onderzoek, maar vooral bedankt voor het meedenken en de eerlijke feedback die ik in het proces van het schrijven van dit onderzoek gekregen heb. Als tweede wil ik mijn tweede begeleider Noortje Janssen bedanken, bedankt voor het meedenken en de feedback die ik kreeg. Daarnaast wil ik de leerlingen uit groep 5 en groep 8 en de docenten van OBS de Hobbit uit Rosmalen bedanken. Ik wil de docenten bedanken, die het voor mij mogelijk gemaakt hebben om in deze klassen mijn onderzoek uit te voeren. Ook wil ik de leerlingen die mee deden aan dit onderzoek bedanken voor het enthousiasme en de inzet waarmee zij de proefjes uitgevoerd hebben. Als laatste wil ik mijn familie en vrienden bedanken. Bedankt voor de steun die jullie mij tijdens mijn onderzoek hebben gegeven.

Samenvatting

De basis van het leren van wetenschap en techniek is dat leerlingen natuurlijke principes en fenomenen leren begrijpen. Dit kan worden bereikt door het zelf onderzoeken van deze fenomenen. Het maken van aantekeningen draagt bij aan het leren van wetenschap en techniek. Het heeft verschillende voordelen voor de leerling, ten eerste fungeren de aantekeningen als geheugensteun voor de leerlingen. Daarnaast heeft het ook de functie om gedachten van de leerlingen te ordenen. Het maken van goede en volledige aantekeningen is van groot belang om een compleet en correct begrip van het geobserveerde te verwerven.

De onderzoeksvraag die in dit onderzoek centraal staat heeft betrekking op het maken van aantekeningen tijdens het experimenteren en de leeftijd van de leerlingen, daarnaast heeft de onderzoeksvraag ook betrekking op het krijgen van een herinnering om aantekeningen te maken en het maken van aantekeningen. In dit onderzoek gingen leerlingen experimenteren met veren en gewichten, zij hebben onderzocht welke variabelen de uitrekking van de veer beïnvloedt. Er werd gekeken naar de aantekeningen die leerlingen bij de proefjes die zij uitvoerden maakten. Dit is onderzocht met een twee-bij-twee tussen groepen design. De leerlingen zijn eerst gesplitst naar leeftijd, vervolgens kregen de helft van de leerlingen van elke leeftijdsgroep tijdens het experimenteren wel de herinnering om aantekeningen te maken, de andere helft kreeg deze herinnering niet.

Er is geen significant verschil gevonden tussen het aantal aantekeningen dat leerlingen maakten bij de proefjes die zij uitvoerden en de leeftijd van de leerlingen. Daarentegen is er wel een significant verschil gevonden tussen het aantal aantekeningen dat leerlingen maakten bij het aantal proefjes dat zij uitvoerden en of zij tijdens het experimenteren herinnerd werden om aantekeningen te maken. Leerlingen die wel de herinnering kregen om aantekeningen te maken tijdens het experimenteren maakten meer aantekeningen bij het aantal proefjes dat zij deden dan leerlingen die deze herinnering niet verkregen. Tenslotte is er geen significant verschil gevonden tussen de leeftijd van de leerlingen en de inhoud van de aantekeningen. De aantekeningen van leerlingen van 8 en 9 jaar oud verschillen niet in volledigheid van aantekeningen gemaakt door leerlingen van 11 en 12 jaar oud.

Sleutelwoorden: wetenschap en techniek; onderzoekend leren; experimenteren; aantekeningen maken

Abstract

The basis of learning science and technology is understanding natural principles and phenomena. This can be achieved by exploring these phenomena. Record keeping contributes to learning science and technology. Record keeping has different benefits. The first benefit that record keeping acts as a memory aid to the student. Second, record keeping has a function to organize students' thoughts. Making good and complete notes is important to acquire a complete and correct understanding of the observed phenomena.

The main question of this study concerned age related differences and prompting in children's note taking behaviour. In this study, students were experimenting with spring and weights to examine what influences the stretch of the spring. In this research is examined if the students keep record and what they recorded. This was studied by a 2-by-2 between groups design. First, the children were split by age. Thereafter, each age group was divided in two groups. The first group received prompts to keep record' during experimenting, the second group did not receive the prompts.

The results did not show a significant difference between the percentage of notes children made and the children's age. There was a significant difference between the percentage of notes children made and if the children got prompts. Children who received prompts made a higher percentage notes compared to children who have not received these prompts. Finally, there was no significant difference between the age of the children and the contents of the notes. The notes created by 8 and 9 years old students and 11 and 12 years old students did not differ in completeness.

Keywords: Science and technology; inquiry learning; experimenting; record keeping.

Inhoudsopgave

Inleiding	6
Methode	11
Design	11
Deelnemers	11
Materialen	12
Vaste opstelling, veren en gewichten	12
Aantekeningenvol	12
Afsluitende toets	13
Opdrachtenvol	13
Gestandaardiseerd observatieformulier	13
Procedure	14
Dataverzameling	14
Data-analyse	15
Resultaten	18
Discussie	21
Referenties	25

Inleiding

Wetenschap- en techniekonderwijs is steeds meer in opkomst op basisscholen in Nederland. De achterliggende reden hiervoor is dat er een tekort aan technici in Nederland is. Door kinderen al op jonge leeftijd met wetenschap en techniek kennis te laten maken, hoopt de Nederlandse overheid dat er meer jongeren voor een technische studie kiezen, waardoor er in de toekomst meer technici in Nederland komen (Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, 2006).

De basis van het leren van wetenschap en techniek is dat leerlingen natuurlijke principes en fenomenen leren begrijpen. Dit kan worden bereikt door het zelf onderzoeken en ontdekken van deze fenomenen (Balim, 2009). Onderzoekend leren is geminimaliseerd in directe instructie, met directe instructie wordt bedoeld dat de informatie wat de scholier moet leren wordt verklaard door de docent. De nadruk bij onderzoekend leren ligt op het zelf onderzoeken en ervaren van wetenschap en techniek (Hmelo-Silver, Chinn, & Golan Duncan, 2007). Leerlingen onderzoeken en ontdekken zelf informatie en construeren kennis aan de hand van deze informatie (Kuhn, Black, Keselman, & Kaplan, 2010). Hiertoe worden bij herhaling drie centrale activiteiten uitgevoerd: het bedenken van hypothesen, het opzetten en uitvoeren van een experiment, en het interpreteren en beoordelen van de resultaten (Zimmermann, 2007).

Bij de eerste centrale activiteit, hypothesevorming, staat het formuleren van een uitspraak of van uitspraken over het onderzochte onderwerp centraal. Om hypothesen te kunnen formuleren kunnen oriënterende activiteiten uitgevoerd (Lazonder, Mulder, & Wilhelm, 2011; De Jong, 2006). Bij de tweede activiteit, het opzetten en uitvoeren van het experiment, worden de variabelen en de relaties tussen deze variabelen gemanipuleerd. Bij de laatste activiteit, het interpreteren en beoordelen van de resultaten van het experiment, staat het verwerpen of aannemen van de hypothese of het beantwoorden van de onderzoeksvraag centraal. Leerlingen kunnen naar aanleiding van de laatste activiteit nieuwsgierig zijn geworden, zo kunnen er nieuwe hypothesen ontstaan. De cyclus van de drie centrale processen herhaalt zich totdat de leerlingen geen hypothesen meer kunnen bedenken om te onderzoeken (Lazonder, et al., 2011).

Bij wetenschap- en techniekonderwijs heeft onderzoekend leren een aantal voordelen voor de scholier. Ten eerste biedt onderzoekend leren niet alleen de mogelijkheid om vakinhoudelijke kennis te verwerven, het biedt ook de mogelijkheid om te leren onderzoeken

(Lazonder, et al., 2011). De instructiemethode onderzoekend leren biedt de mogelijkheid om verschillende vaardigheden te ontwikkelen die van belang zijn om onderzoek te doen naar wetenschappelijke en technische fenomenen. Door het stimuleren van de ontwikkeling van deze vaardigheden wordt het zelfvertrouwen van de leerlingen tijdens het onderzoeken vergroot (Balim, 2009). Ten tweede is het van belang dat de leerlingen gemotiveerd zijn om wetenschap en techniek te leren. De instructiemethode onderzoekend leren kan een bijdrage leveren aan het vormen van een positieve houding ten opzichte van het leren van wetenschap en techniek. Als laatste kan de instructiemethode onderzoekend leren bijdragen aan een dieper en meer betekenisvol begrip van de leerstof (Lazonder, Wilhelm, & Hagemans, 2008).

Onderzoekend leren is echter een complexe bezigheid. Het is een vaardigheid die niet in een enkele les geleerd kan worden, maar een vaardigheid die voortdurend moet worden herhaald (Kuhn & Pease, 2008). Voorkennis en voorafgaande verwachtingen van leerlingen kunnen invloed hebben op het onderzoeksgedrag van de leerling. Op basis van de experimenten die leerlingen hebben uitgevoerd worden er conclusies getrokken. Er wordt verwacht dat er objectieve conclusies worden getrokken (Allen, 2011). Dit gebeurt niet altijd, er zullen, met regelmaat, conclusies worden getrokken die vertekend zijn. De oorzaak hiervan is dat mensen de wereld niet waarnemen als een perfecte replica van de werkelijkheid. Ook hebben mensen de neiging om conclusies te trekken die hun voorafgaande overtuigingen of voorkennis bevestigen (Allen, 2011).

Daarnaast is het van belang dat leerlingen ondersteund worden tijdens het experimenteren, dit is een cruciale factor voor de effectiviteit van onderzoekend leren (Lazonder, et al., 2008). Zonder juiste ondersteuning door de docent, de leeromgeving, of medeleerlingen is onderzoekend leren meestal een inefficiënte instructiemethode. Met name bij kinderen met weinig voorkennis is ondersteuning van cruciaal belang. Leerlingen met veel domein-specifieke voorkennis laten een gestructureerde en doel-georiënteerde onderzoekhouding zien, dit in tegenstelling tot leerlingen met weinig domein-specifieke voorkennis (Lazonder, et al., 2008).

Een belangrijke factor voor het succes van het onderzoekend leren is de ontwikkeling van strategieën die nodig zijn om wetenschappelijk te redeneren en te argumenteren (Andersen & Garcia-Mila, 2007). Deze strategieën zijn in ontwikkeling en ontwikkelen zich met de leeftijd van minder effectief, naar meer effectief. Ook de toename van het gebruik van deze strategieën verandert met de leeftijd. Hoe ouder het kind is, hoe meer gebruik er gemaakt wordt van deze strategieën (Andersen & Garcia-Mila, 2007). Een voorbeeld van een strategie die bijdraagt aan het wetenschappelijk redeneren en beargumenteren is het maken van

aantekeningen tijdens het experimenteren (Zimmermann, 2000). Het geven van een herinnering om aantekeningen te maken kan een vorm van ondersteuning zijn die bijdraagt aan de effectiviteit van het onderzoekend leren.

De strategie, het maken van aantekeningen tijdens het experiment, heeft verschillende voordelen voor de scholier. Ten eerste zijn de aantekening die gemaakt zijn tijdens het experiment een geheugensteuntje voor de leerlingen. Oudere kinderen zijn zich meer bewust van de beperkingen die hun geheugen heeft, zij zien de noodzaak van het noteren tijdens een experiment meer in dan jongere kinderen (Kuhn, Garcia-Mila, Zohar, & Andersen, 1995). Ten tweede draagt het maken van aantekeningen tijdens het experimenteren bij aan het organiseren van de gedachten die leerlingen verkregen hebben tijdens het experiment (Braxton, 2010). Leerlingen die aantekeningen maken tijdens het experimenteren verkrijgen een meer compleet en correct begrip van hetgeen zij observeren (Kuhn, et al., 1995). Het maken van aantekeningen heeft dus niet slechts een geheugenfunctie, het heeft ook de functie om gedachten te ordenen en dus problemen op te lossen en beslissingen te maken (Piolat, Olive, & Kellogg, 2004). Het maken van goede en volledige aantekeningen is van groot belang om een compleet en correct begrip van het geobserveerde te verwerven. Leerlingen moeten goede aantekening kunnen onderscheiden van een onvolledige aantekening (Andersen & Garcia-Mila, 2007).

Uit de review van Zimmermann (2007) is naar voren gekomen dat leerlingen van 10 jaar minder aantekeningen maken dan leerlingen van 13 jaar. Leerlingen van 13 jaar zijn zich bewust van de capaciteit van hun geheugen, 10-jarigen zijn zich hier nog niet bewust van (Zimmermann, 2000). In het onderzoek van Andersen en Garcia-Mila (2007) naar het maken van aantekeningen tijdens experimenten van volwassenen en kinderen van 10 jaar is aangetoond dat volwassenen meer noteren tijdens het experimenteren dan kinderen. Kinderen weten minder goed dan volwassenen welke kennis later belangrijk is en welke kennis later vergeten zal zijn (Andersen & Garcia-Mila, 2007). Het is van belang dat kinderen en adolescenten herinnerd worden om aantekeningen te maken. Uit het onderzoek van Andersen, Garcia-Mila en Rojo (2011) is gebleken dat kinderen en adolescenten een herinneringen nodig hebben om de noodzaak voor het bijhouden van aantekeningen in te zien. Door kinderen en adolescenten te herinneren aan het maken van aantekeningen, zullen zij meer aantekeningen maken, dan leerlingen die hier niet aan herinnerd worden.

Er is daarnaast uit het onderzoek van Andersen en Garcia-Mila (2007) ook gebleken dat niet alleen de frequentie van het maken van aantekeningen verschilt met de leeftijd, maar ook de inhoud van de aantekeningen. Uit dit onderzoek bleek dat jonge kinderen slechts

conclusies noteerden; zij noteerden geen uitkomsten van experimenten en de variabelen waarmee zij experimenteerden. Volwassenen daarentegen noteerden deze variabelen en uitkomsten wel, de aantekeningen gemaakt door volwassenen kunnen hierdoor als volledig worden gezien. Het slechts opschrijven van de conclusies is niet te gebruiken zonder bewijs van deze conclusies (Andersen & Garcia-Mila, 2007).

In het kort kan worden gezegd, dat onderzoekend leren veel voordelen voor leerlingen kan hebben om wetenschap en techniek te leren. Mits zij in onderzoekend leren voldoende ondersteuning krijgen. Ook is het van belang dat leerlingen gebruik maken van strategieën tijdens het experimenteren die bijdragen aan het wetenschappelijk redeneren en die dus bijdragen aan het begrip van het onderzochte fenomeen (Andersen & Garcia-Mila, 2007). Het noteren tijdens het experimenteren is een strategie die hieraan bijdraagt. Het maken van vollediger aantekeningen tijdens het onderzoeken leidt tot het vaker juist uitvoeren van een experiment en dus tot een beter begrip van het fenomeen dat onderzocht wordt (Zimmermann, 2007).

In dit onderzoek wordt er specifiek gekeken naar het maken van aantekeningen tijdens het experimenteren. De onderzoeksvraag die in dit onderzoek centraal staat heeft betrekking op het maken van aantekeningen tijdens het experimenteren en de leeftijd van de leerlingen, daarnaast heeft het betrekking op het krijgen van een herinnering om aantekeningen te maken en het maken van aantekeningen. Het is van belang om inzicht te verkrijgen in het onderzoeksgedrag van scholieren. De reden hiervoor is dat tijdens het ontwerpen van wetenschap en techniek onderwijs rekening gehouden kan worden gehouden met het ontwikkelingsstadium van de kinderen voor wie het onderwijs wordt ontworpen. Door de kennis over het ontwikkelingsstadium van de kinderen mee te nemen in het ontwerpen van het onderwijs, kan het wetenschap en techniek onderwijs geoptimaliseerd worden voor de doelgroep.

Naar aanleiding van de bovenstaande onderzoeksvraag kunnen verschillende hypothesen geformuleerd worden. Als eerste wordt verwacht dat leerlingen van 8 en 9 jaar oud minder aantekeningen zullen maken dan leerlingen van 11 en 12 jaar oud. Deze hypothese komt overeen met de conclusie van Zimmerman (2007); de resultaten zullen laten zien of de bevindingen uit eerder onderzoek ook van toepassing zijn op leerlingen uit het Nederlandse basisonderwijs. Jongere kinderen zijn zich minder bewust van hun gelimiteerde geheugen om iets te onthouden dan oudere kinderen. Hierdoor zullen oudere kinderen eerder aantekeningen maken tijdens het experimenteren en ook meer aantekeningen maken dan jongere kinderen. De tweede hypothese stelt dat wanneer leerlingen voortdurend een

herinnering krijgen om aantekeningen te maken, zij meer aantekeningen zullen maken dan wanneer zij hier niet aan herinnerd worden. Als laatste wordt verwacht dat leerlingen van 11 en 12 jaar vollediger aantekeningen maken, dan leerlingen van 8 en 9 jaar oud. Uit het onderzoek van Anderson en Garcia-Mila (2007) is gebleken dat volwassenen vollediger aantekeningen maken dan kinderen. In dit onderzoek wordt onderzocht of dat oudere leerlingen ook vollediger aantekeningen maken dan jongere leerlingen.

Methode

Design

Het onderzoek bevat een twee-bij-twee tussen groepen design. De afhankelijke variabelen in dit onderzoekdesign, waren de frequentie van het maken van aantekeningen door leerlingen tijdens het experiment en de inhoud van de door leerlingen gemaakte aantekeningen. De onafhankelijke variabelen waren de leeftijd en het wel of niet herinnerd worden om aantekeningen te maken.

Deelnemers

Dit onderzoek bevatte 40 basisschoolleerlingen tussen de 8 en 12 jaar oud. De deelnemende leerlingen zijn geselecteerd op leeftijd, voor het onderscheid in leeftijd werd er gebruik gemaakt van bestaande groepen. De leerlingen binnen de eerste groep waren 8 of 9 jaar oud en zaten, volgens het Nederlandse basisschoolsysteem, in groep 5. De leerlingen binnen de tweede groep waren 11 of 12 jaar oud en zaten in groep 8.

Binnen de twee leeftijdsgroepen werden de leerlingen willekeurig verdeeld over twee groepen. De eerste groep werd tijdens het experimenteren eraan herinnerd om aantekeningen te maken. De tweede groep kreeg tijdens het experimenteren niet de herinnering om aantekeningen te maken. Alle leerlingen kregen in de uitleg voorafgaand aan het experimenteren wel de aanwijzing om aantekeningen te maken. In totaal waren er vier groepen met elk 10 leerlingen; de gegevens over deze groepen zijn in Tabel 1 weergegeven.

Tabel 1

Kenmerken van de Leerlingen uit de Vier Onderzoeksgroepen.

Conditie	Leeftijdsgroep	
	Groep 5	Groep 8
Met herinneringen	5 jongens, 5 meisjes $M_{\text{leeftijd}} = 8.20$ ($SD = 0.422$)	6 jongens, 4 meisjes $M_{\text{leeftijd}} = 11.40$ ($SD = 0.516$)
Zonder herinneringen	3 jongens, 7 meisjes $M_{\text{leeftijd}} = 8.40$ ($SD = 0.516$)	4 jongens, 6 meisjes $M_{\text{leeftijd}} = 11.50$ ($SD = 0.527$)

Materialen

Vaste opstelling, veren en gewichten

Leerlingen gingen in het onderzoek experimenteren met veren en gewichten. Hierbij werd gebruik gemaakt van een vaste opstelling waaraan zes verschillende veren konden worden gehangen (zie Figuur 1). De dimensies waarop de veren van elkaar verschillen waren de lengte (lang of kort), draaddikte (dik of dun) en diameter (groot of klein). De leerlingen konden aan de veren vier verschillende gewichten bevestigen met een massa van 50 gram, 100 gram, 200 gram en 350 gram. Door verschillende combinaties te maken met de veren en de gewichten, konden de leerlingen onderzoeken welke dimensies invloed hebben op de uitrekking van de veer en wat deze invloed precies is.



Figuur 1. Onderzoekopstelling

Aantekeningenvel

Tijdens het experiment kregen alle leerlingen een aantekeningenvel. Op dit aantekeningenvel vulden de leerlingen hun naam, leeftijd en geslacht in; de onderzoeker vulde in of de leerling wel of geen herinnering om aantekeningen te maken kreeg tijdens het experimenteren. Verder was het aantekeningenvel blanco, de leerlingen konden zelf beslissen in welke vorm zij hun aantekeningen maakten.

Afsluitende toets

Nadat de leerlingen geëxperimenteerd hadden met de veren en gewichten, maakten zij een korte toets met zes vragen over de inhoud van de experimenten. De vragen waren in drie categorieën verdeeld, namelijk vragen *of* er een effect is, welke richting het effect heeft en wat de omvang van het effect is. De eerste vier vragen waren meerkeuzenvragen waarop de leerlingen waar of onwaar konden antwoorden. Bij de laatste twee vragen moesten de leerlingen een getal invullen. De eerste vraag ging over de invloed van de breedte van de veer op de uitrekking van de veer. De vraag luidde als volgt: *Als ik een gewichtje aan de **brede** veer hang, dan wordt de veer langer.* De tweede, derde en vierde vraag gingen over de richting van het effect. Een voorbeeld is vraag 3, deze is als volgt gesteld: *Als ik een **zwaarder** gewichtje aan een veer hang, wordt de veer langer dan wanneer ik een **minder zwaar** gewichtje aan de veer hang?* Bij de laatste twee vragen moesten de leerlingen de omvang van een effect noteren. Een voorbeeld van een vraag is vraag 5: *De rode veer die van **dikker materiaal** gemaakt is, is ... centimeter lang als het **blauwe gewichtje van 100 gram** aan de veer hangt.*

Opdrachtenvel

Leerlingen kregen voordat zij gingen experimenteren een opdrachtenvel waarop de opdracht stond, die zij voorafgaand aan het experiment ook mondeling gekregen hadden. Als eerste stond beschreven wat de leerlingen gingen onderzoeken: *Waarom rekt een veer soms langer uit als je er een gewichtje aan hangt dan de andere keer?* Vervolgens stond stapsgewijs beschreven hoe de leerlingen dit gingen onderzoeken (bijvoorbeeld: “*Stap 1: hang de veer aan de paal*”).

Gestandaardiseerd observatieformulier

Het gestandaardiseerde observatieformulier had als functie om per leerling bij te houden wat er in elk proefje werd gevarieerd en of de leerling hier een aantekening bij maakte. Per proefje kon worden aangekruist welke veer de leerling aan de paal gehangen had, hierna kon worden aangekruist welk gewichtje de leerling aan de veer hing en of de leerling een aantekening maakte.

Procedure

Dataverzameling

De leerlingen werden voor de dataverzameling een voor een uit de klas gehaald. Voordat de leerlingen met de veren en gewichten gingen experimenteren, kregen zij uitleg over de proefopstelling en de materialen. Tijdens de uitleg werd verteld wat zij precies gingen doen tijdens de verschillende proefjes: “Jullie gaan verschillende proefjes doen om erachter te komen waarom de ene veer verder uitrekt als een gewichtje aan de veer wordt gehangen dan de andere veer”. Ook werd de leerlingen verteld dat zij zoveel proefjes mochten doen als ze wilden. Ze mochten zelf aangeven als zij genoeg geëxperimenteerd hadden en dus precies dachten te weten wat van invloed is op de uitrekking van een veer. Vervolgens kregen de leerlingen uitleg over de opstelling en hoe zij de uitrekking van de veer konden bepalen. De leerlingen werden actief bij de uitleg betrokken doordat zij mochten voelen hoe zwaar de gewichtjes waren (de massa van de gewichtjes was op de doosjes genoteerd). Ook kregen de leerlingen stap voor stap uitgelegd wat zij moesten doen om de uitrekking van de veer te bepalen; deze stappen stond ook op het opdrachtenvel dat de leerlingen konden bekijken als zij vastliepen tijdens de proefjes. Tot slot kregen de leerlingen de opdracht om aantekeningen te maken tijdens het uitvoeren van de proefjes: “Voordat we beginnen met het doen van de proefjes, wil ik zeggen dat het heel belangrijk is dat je alle belangrijke dingen tijdens het doen van de proefjes noteert. Dit is heel belangrijk, omdat jullie aan het eind van het experimenteren met de veren en gewichten een kleine toets maken. Jullie gemaakte aantekeningen mogen jullie bij deze toets houden”. De toets werd genoemd om de leerlingen aan te sporen om aantekeningen te maken.

Alle leerlingen kregen een aantekeningenvel; ook hebben zij allemaal de opdracht gekregen om de belangrijke dingen op te schrijven. De leerlingen die wel herinnerd werden om aantekeningen te maken kregen per proefje twee keer de herinnering om aantekeningen te maken, namelijk als zij de lengte van de veer zonder gewichtje hadden afgelezen en als zij de lengte van de veer, waaraan het gewichtje hing, hadden afgelezen. Zij werden herinnerd om aantekeningen te maken doordat er tegen hen gezegd werd: “vergeet niet om belangrijke dingen op te schrijven”, “vergeet niet om te noteren” of “vergeet niet om alle belangrijke dingen op te schrijven”.

Tijdens het experimenteren noteerde de proefleider op het gestandaardiseerde formulier wat de leerling deed. Als de leerlingen lieten weten dat zij genoeg geëxperimenteerd hadden, kregen zij de afsluitende toets. Bij het beantwoorden van de vragen

mochten de leerlingen hun aantekeningen gebruiken. Na afloop van de toets leverden de leerlingen zowel het testblaadje als hun aantekeningenblaadje in.

Data-analyse

Om de eerste en de tweede hypothese te toetsen, is eerst het aantal aantekeningen dat de leerling tijdens het experimenteren gemaakt heeft gedeeld door het aantal proefjes, dat de leerling tijdens het experimenteren heeft uitgevoerd. Met een proefje wordt het experimenteren met één veer en één gewichtje bedoeld. Met een aantekening wordt een notitie dat per proefje gemaakt is bedoeld.

Om de hypothesen aan te nemen of te verwerpen, is het percentage proefjes waarbij aantekeningen werden gemaakt vergeleken tussen beide leeftijdsgroepen en het wel of niet herinnerd worden om aantekeningen te maken. Door het 2x2 design zou een tweeweg-variantie analyse de meest geëigende analysemethode zijn, maar dit bleek niet mogelijk omdat de data niet normaal was verdeeld. Daarom is gekozen voor twee aparte Mann-Whitney U toetsen met leeftijdsgroep, respectievelijk ‘het wel of niet herinnerd worden om aantekeningen te maken’ als onafhankelijke variabele en het percentage proefjes waarbij aantekeningen was gemaakt als afhankelijke variabele. Daarnaast is er gekeken of er een significant verschil is tussen het percentage aantekeningen dat leerlingen maakten, met betrekking tot zowel de leeftijd als het wel of niet herinnerd worden om aantekeningen te maken. Om dit te analyseren is de dataset gesplitst naar leeftijd. Vervolgens zijn Mann-Whitney U toetsen uitgevoerd waarin indirect de interactie tussen de leeftijd van de leerlingen en het wel of niet herinnerd worden om aantekeningen te maken werd onderzocht.

Om de derde en laatste hypothese te analyseren, is eerst een codeerschema opgesteld om de volledigheid van aantekeningen van de leerlingen te bepalen. Dit codeerschema bevatte aspecten waar een goede aantekening uit bestaat. Uit het onderzoek van Anderson en Garcia-Mila (2007) is gebleken dat een goede aantekening meer informatie bevat dan alleen de conclusie van een experiment; ook de variabelen die zijn onderzocht en de resultaten van de verschillende proefjes moeten worden beschreven. Op basis hiervan zijn verschillende codes ontstaan namelijk, “Onderzochte variabelen”, “Richting van het resultaat”, “Omvang van het resultaat en “Conclusie”

Het codeerschema is tweemaal herzien. De eerste keer is het codeerschema getest op volledigheid, dit is gedaan door acht aantekeningenformulieren te coderen. Het codeerschema is aangepast op punten waarop deze niet dekkend was. De eerste code “variabelen” is hierna

herzien, er is een kleine aanpassing gemaakt in de beschrijving van de code; namelijk dat leerlingen per proefje alle verschillende variabelen noteren waarmee zij geëxperimenteerd hebben. Dit is gewijzigd, omdat leerlingen niet consequent alle variabelen beschreven, de leerlingen schreven vaak op wat het gewichtje was waar zij mee experimenteerde, maar beschreven niet welke veer zij gebruikten. Nadat het codeerschema herzien was, zijn met het vernieuwde codeerschema zestien aantekeningenformulieren gecodeerd door twee verschillende beoordelaars. De tweede beoordelaar werd voorafgaand aan het coderen getraind in het gebruik van het codeerschema. Vervolgens codeerden de twee beoordelaars de aantekeningen afzonderlijk van elkaar. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de verschillende codes lag tussen de .718 en .775. De code 'variabelen' scoorde het laagst, de code 'richting resultaat' scoorde het hoogst. Verschillen tussen de codering van de twee beoordelaars zijn nader besproken en het codeerschema is op kleine punten aangepast, een voorbeeld hiervan is de code 'omvang van het resultaat' en 'conclusie'. De verschillende beoordelaars hanteerden de definities van deze codes niet consequent. De definities van de codes zijn vervolgens verder bediscussieerd en zijn vervolgens aangepast. In Tabel 2 is het codeerschema met definities en voorbeelden weergegeven.

Vervolgens zijn alle aantekeningenformulieren gecodeerd met het vernieuwde codeerschema. Het aantal keer dat een leerling een aantekening gemaakt heeft die gecodeerd is met een bepaalde code is vervolgens gedeeld door het aantal gemaakte aantekeningen per leerling. De code 'conclusie' heeft een andere manier van scoren. De reden hiervoor is dat er niet per gemaakte aantekening een conclusie kan worden geschreven door leerlingen. Leerlingen kunnen over vier variabelen een conclusie schrijven: massa van het gewichtje, lengte van de veer, diameter van de veer en materiaal van de veer. De scoring van deze code ging als volgt, het aantal conclusies dat zij beschreven hebben werd gedeeld door vier. Op deze manier kan er worden gekeken hoeveel conclusies leerlingen trokken.

De statistische toets waar gebruik van gemaakt wordt om deze hypothese aan te nemen of te verwerpen is de Mann-Whitney U toets. Er is gekozen voor de Mann-Whitney U toets omdat er twee onafhankelijke groepen, groep 5 en groep 8, zijn vergeleken en de data niet normaal verdeeld was.

Tabel 2

Codeerschema voor de Kwaliteit van de Aantekeningen

<u>Code</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>Voorbeeld</u>
Onderzochte Variabelen	Leerlingen beschrijven per proefje alle verschillende variabelen waarmee zij in dat proefje experimenteren.	“Groene bak en de zilveren veer is bij elkaar 15 cm”.
Resultaat richting	Leerlingen beschrijven de richting van het effect dat zij hebben geobserveerd.	“De allerkleinste veer is met gewicht van 50 gram niet uitgerekt”.
Resultaat omvang	Leerlingen beschrijven de omvang van wat zij geobserveerd hebben.	“Met het bakje van 100 gram is de veer 48 cm”.
Conclusie	Leerlingen beschrijven conclusies die zij door middel van het uitvoeren verschillende proefjes kunnen trekken.	“De lengte van de veer verandert, doordat bij sommige de veer sterk is en sommige iets minder sterk”.

Resultaten

De leerlingen kregen als opdracht om door middel van proefjes erachter te komen wat de uitrekking van de veer beïnvloedt. Gemiddeld deden groep 5 leerlingen 10 proefjes en maakten daarbij gemiddeld 8 aantekeningen. Hieruit volgt dat groep 5 leerlingen gemiddeld bij 77.4% van de proefjes aantekeningen maakten ($SD=36.2$). Groep 8 leerlingen deden gemiddeld meer proefjes dan groep 5 leerlingen, namelijk gemiddeld 14 proefjes en maakten hierbij gemiddeld 12 aantekeningen. Groep 8 leerlingen maakten gemiddeld bij 85.4% van de proefjes aantekeningen ($SD=25.7$). Volgens de Mann-Whitney U toets is er geen significant verschil tussen het percentage aantekeningen dat leerlingen uit groep 5 en groep 8 maakten: $U = 195.0, z = -0.142, p = .904$.

Leerlingen die herinnerd werden om aantekeningen te maken tijdens het uitvoeren van de proefjes voerden gemiddeld 10 proefjes uit, ongeacht in welke leeftijdsgroep zij zaten. Zij maakten bij deze proefjes gemiddeld 10 aantekeningen. Leerlingen die herinnerd werden om aantekeningen te maken maakten gemiddeld bij 94.6% van de proefjes aantekeningen ($SD = 7.7$). Leerlingen die tijdens het experimenteren niet herinnerd werden om aantekeningen te maken, deze leerlingen voerden gemiddeld 13 proefjes uit. Zij maakten gemiddeld minder aantekeningen bij deze proefjes, namelijk gemiddeld 9 aantekeningen. Leerlingen die niet de herinnering kregen om aantekeningen te maken, maakten gemiddeld bij 68.1% van de proefjes die zij uitvoerden aantekeningen ($SD= 39.7$). De Mann-Whitney U toets vond een significant verschil gevonden tussen het percentage aantekeningen dat er gemaakt werden als leerlingen wel of niet herinnerd werden om aantekeningen te maken: $U = 113.0, z = -2.471, p = .018$. Leerlingen die wel herinnerd werden om aantekeningen te maken tijdens het uitvoeren van de proefjes maakten gemiddeld meer aantekeningen bij het aantal proefjes dat zij uitvoerden, dan leerlingen die deze herinnering niet kregen.

Om te bepalen of de aanwijzingen om aantekeningen te maken effectiever waren voor jongere leerlingen dan voor oudere leerlingen, werd de volgende analyse uitgevoerd. Met behulp van de Mann-Whitney U toets werd onderzocht of er een significant verschil is in het percentage aantekeningen dat leerlingen maakten tussen het wel of niet krijgen van de herinnering om aantekeningen te maken en de leeftijd die zij hebben. Groep 5 leerlingen die herinnerd werden om aantekeningen te maken, maakten gemiddeld bij 96.2 % van de proefjes die zij uitvoerden aantekeningen ($SD= 8.0$). Groep 5 leerlingen die deze herinnering niet kregen, maakten gemiddeld bij 58.5 % van de proefjes die zij uitvoerden aantekeningen ($SD=$

43.8). Met behulp van de Mann-Whitney U toets is er een significant verschil gevonden in het percentage aantekeningen die groep 5 leerlingen maakten en het wel of niet krijgen van de herinnering om aantekeningen te maken. De resultaten waren als volgt: $U = 17.0$, $z = -2.670$, $p = .011$. Leerlingen uit groep 5 maakten significant meer aantekeningen bij het aantal proefjes dat zij uitvoerden als zij de herinnering kregen om aantekeningen te maken, dan als zij niet de herinnering kregen om aantekeningen te maken.

Om te bepalen of dit voor groep 8 leerlingen ook het geval was werd er een Mann-Whitney U toets uitgevoerd. Groep 8 leerlingen die wel herinnerd werden om aantekeningen te maken, maakten gemiddeld bij 93.0% van de proefjes die zij uitvoerden aantekeningen ($SD = 7.5$). Leerlingen uit groep 8 die deze herinnering niet kregen, maakten bij 77.7 % van de proefjes die zij uitvoerden aantekeningen ($SD = 34.8$). Er werd met behulp van de Mann-Whitney U toets geen significant verschil gevonden tussen de hoeveelheid aantekeningen die groep 8 leerlingen maakten en het wel of niet verkrijgen van een herinnering om aantekeningen te maken tijdens het experimenteren. De resultaten waren als volgt: $U = 43.0$, $z = -0.549$, $p = .631$. Groep 8 leerlingen maakten niet meer aantekeningen als zij tijdens het experimenteren de herinnering kregen om aantekeningen te maken.

Om de laatste hypothese te analyseren zijn de aantekeningen met behulp van het codeerschema gecodeerd om te toetsen op volledigheid. Tabel 3 geeft een overzicht hoe vaak de aspecten van volledigheid gemiddeld voorkwamen in de aantekeningen gemaakt door groep 5 en groep 8 leerlingen. Om te toetsen of de aantekeningen van groep 5 leerlingen en de aantekeningen van groep 8 leerlingen verschillen op volledigheid is er een Mann-Whitney U toets uitgevoerd. De resultaten van deze toets zijn in Tabel 3 weergegeven. De resultaten laten zien dat er bij geen van de aspecten van volledigheid een significant verschil is met de leeftijd van de leerlingen. De vier aspecten van volledigheid waren even vaak aanwezig in de aantekeningen die gemaakt zijn door leerlingen van zowel groep 5 als groep 8.

Tabel 3

Percentages en Resultaten Mann-Whitney U Toets op Aspecten van Volledigheid in Aantekeningen

volledigheidsaspect	Groep 5		Groep 8		U	z	p
	M (%)	SD	M (%)	SD			
Onderzochte variabelen	35.4	44.6	56.8	48.7	154.0	-1.375	0.221
Richting resultaat	8.9	14.0	20.8	32.9	183.5	-0.524	0.659
Omvang resultaat	71.8	41.0	61.2	42.8	178.0	-0.654	0.565
Conclusie	3.8	12.2	13.8	26.3	167.5	-1.383	0.383

Noot. De codes ‘onderzochte variabelen’, ‘richting resultaat’ en ‘omvang resultaat’ zijn verkregen door het aantal keer dat dit aspect van volledigheid in de aantekening aanwezig was te delen door aantal aantekeningen. De code ‘conclusie’ is verkregen door het aantal keer dat er conclusies beschreven waren te delen door 4.

Discussie

Dit onderzoek had als doel om te onderzoeken hoe basisschoolleerlingen onderzoeken. Er werd specifiek gekeken naar de aantekeningen die leerlingen tijdens het onderzoeken maakten. De onderzoeksvraag die in dit onderzoek centraal stond had betrekking op de leeftijdsverschillen tussen de aantekeningen gemaakt door leerlingen, daarnaast had het betrekking op de herinneringen die leerlingen kregen en of leerlingen meer aantekeningen bij hun proefjes maakten dan als zij niet herinnerd werden.

Op basis van de verkregen resultaten kan de eerste hypothese, leerlingen van 11 en 12 jaar oud maken meer aantekeningen dan leerlingen van 8 en 9 jaar, worden verworpen. De resultaten laten zien dat er geen significant verschil is tussen het percentage aantekeningen dat leerlingen maakten en de leeftijd van de leerlingen. Er kan dus worden geconcludeerd dat 8 en 9 jaar oude leerlingen niet minder aantekeningen maakten tijdens het experimenteren, dan leerlingen van 11 en 12 jaar oud. Beide leeftijdsgroepen maakten een hoog percentage aantekeningen tijdens het experimenteren, zij maakten namelijk bij meer dan driekwart van de proefjes die zij uitvoerden aantekeningen.

Deze uitkomst staat haaks op de resultaten uit de review van Zimmermann (2007), waaruit bleek dat 9 en 10 jaar oude leerlingen minder aantekeningen maakten dan 12 of 13 jaar oude leerlingen. Een verklaring voor dit resultaat is dat het van belang is dat leerlingen het maken van aantekeningen niet als een optie zien en dat zij het nut van het maken van aantekeningen inzien (Braxton, 2010). Dit kan ten eerste door leerlingen voorafgaand aan het experimenteren op het belang van aantekeningen maken te wijzen. In zowel het experiment uit de review van Zimmermann (2007), als dit onderzoek kregen leerlingen voorafgaand aan het experimenteren de aanwijzing om aantekeningen te maken. In dit onderzoek werd sterk aan de leerlingen benadrukt waarom zij aantekeningen moesten maken en waarom dat het maken van aantekeningen erg belangrijk is. Dit in tegenstelling tot het onderzoek van Siegler en Liebert (1975), dat is besproken in de review van Zimmermann (2007). In dit onderzoek werd het nut om aantekeningen te maken voor de leerlingen erg abstract gehouden, er werd niet aan de leerlingen verteld waarom het belangrijk was om aantekeningen te maken.

De tweede hypothese, leerlingen maken meer aantekeningen als zij de herinnering krijgen om aantekeningen te maken dan wanneer zij deze herinnering niet krijgen, kan worden aangenomen. De resultaten laten een significant verschil zien tussen het percentage aantekeningen dat leerlingen maakten en of zij herinnerd werden om aantekeningen te maken.

Leerlingen die herinnerd werden om aantekeningen te maken, maakten significant meer aantekeningen bij het aantal proefjes dat zij uitvoerden dan de leerlingen die hier niet aan herinnerd werden. Dit is in overeenstemming met het onderzoek van Andersen, et al. (2011). Een verklaring voor dit resultaat is dat de aandacht van de leerlingen weer teruggebracht werd van het uitvoeren van het proefje naar het maken van de aantekeningen.

Daarnaast kan er worden gezegd dat er een significant effect opgetreden is tussen het percentage aantekeningen dat groep 5 leerlingen maakten en of zij wel of niet herinnerd werden om aantekeningen te maken. Dit effect trad niet op bij groep 8 leerlingen. Er is hierdoor een verband gevonden tussen de leeftijd van de leerlingen en het wel of niet krijgen van de aanwijzing om aantekeningen te maken. Het geven van herinneringen aan jongere leerlingen heeft een groter effect. Tijdens het experimenteren lieten groep 5 leerlingen aan de proefleider merken dat de herinneringen die zij kregen stimulerend werkten, omdat zij het helemaal vergaten om aantekeningen te maken als zij bezig waren met het uitvoeren van proefjes. De herinnering die zij kregen zorgde ervoor dat de aandacht terug naar het maken van aantekeningen werd gebracht. Bij groep 8 leerlingen kon het krijgen van een herinnering om aantekeningen te maken remmend werken. Een aantal leerlingen uit groep 8 reageerden gefrustreerd als zij herinnerd werden om aantekeningen te maken. Zij lieten blijken dat zij wel eraan gedacht hadden om aantekeningen te maken, maar dat zij op dat moment geen aantekeningen wilden maken, maar bijvoorbeeld aan het eind van het experimenteren alles gelijktijdig wilden opschrijven.

De derde hypothese, de aantekeningen van groep 5 leerlingen en groep 8 leerlingen verschillen met elkaar op aspecten van volledigheid, kan worden verworpen. Er is geen verschil gevonden tussen de inhoud van de aantekeningen van groep 5 leerlingen en de inhoud van de aantekeningen van groep 8 leerlingen op aspecten van volledigheid. Deze resultaten zijn niet in overeenstemming met de resultaten van Andersen en Garcia-Mila (2007). Zij zagen dat de aantekeningen van leerlingen vaker conclusies bevatten dan variabelen en uitkomsten. In dit onderzoek bleek dit niet het geval te zijn; de leerlingen uit beide leeftijdsgroepen trokken weinig conclusies. In dit onderzoek beschreven leerlingen het meest de resultaten die zij verkregen uit hun proefjes. Bij de resultaten die zij beschreven, noteerden zij niet altijd de variabelen waarmee zij experimenteerden. In sommige gevallen beschreven de leerlingen “de veer is 6 cm lang”, zij wisten naderhand niet meer met welke variabelen zij dat proefje uitgevoerd hadden. De aantekeningen van de leerlingen bestonden hierdoor vaak uit incomplete beweringen over de proefjes die zij uitgevoerd hadden. De leerlingen hadden vaak wel een idee waarom zij aantekeningen maakten. Zij hadden

daarentegen vaak geen idee welke inhoud zij in de toekomst nog nodig zouden hebben of bruikbaar zou kunnen zijn. Er kan dus gezegd worden dat de meta-strategische kennis, de kennis die nodig is om te bepalen wat in de inhoud van de aantekeningen wordt geschreven, bij zowel groep 5 als groep 8 leerlingen nog niet optimaal ontwikkeld is (Andersen & Garcia-Mila, 2007).

De resultaten die in dit onderzoek verkregen zijn, moeten voorzichtig benaderd worden, omdat een beperking van dit onderzoek is dat de statistische resultaten gebaseerd zijn op een kleine onderzoeksgroep. Er werd voorafgaand aan het analyseren van de verkregen data verwacht dat er een tweeweg-variantie analyse uitgevoerd zou worden, dit zou ook de meest geëigende analysemethode zijn. Het aantal proefpersonen in dit onderzoek was wat er minimaal zou moeten zijn om een betrouwbare tweeweg-variantie analyse uit te voeren. Echter was de data niet normaal verdeeld, waardoor het niet mogelijk was om een tweeweg-variantie analyse uit te voeren. Een verklaring dat de data niet normaal verdeeld was, kan een directe consequentie zijn van het aantal proefpersonen waarmee gewerkt is. Hierdoor is er noodgedwongen gekozen om de Mann-Whitney U toets uit te voeren. De resultaten met een kleine groep proefpersonen kunnen afwijken met de resultaten die verkregen kunnen worden met een grotere groep proefpersonen. De verkregen resultaten kunnen wel een goede indicatie geven van resultaten die verkregen zullen worden met een grotere groep proefpersonen, daarnaast kunnen op basis van deze resultaten wel aanbevelingen worden gegeven om het wetenschap en techniek onderwijs te verbeteren.

Om het wetenschap en techniek onderwijs te optimaliseren is het van belang om inzicht te krijgen in het onderzoeksgedrag van leerlingen tijdens het experimenteren. Ten eerste is het van belang dat leerlingen het nut inzien voor het maken van aantekeningen. Voor wetenschap en techniek onderwijs zal er worden aangeraden om leerlingen voordat zij gaan experimenteren de aanwijzing te geven om aantekeningen te maken tijdens het experimenteren. Daarnaast zal er ook worden aangeraden om leerlingen te wijzen op het voordeel van het aantekeningen maken, hierdoor kan er verwacht worden dat zij zich bewust worden van hoe het aantekeningen maken kan bijdragen om iets te leren. Verder wordt er aangeraden om leerlingen tijdens het experimenteren voortdurend te wijzen op het maken van aantekeningen. Met name groep 5 leerlingen die wel voortdurend de aanwijzing kregen om aantekeningen te maken maakten meer aantekeningen dan de leerlingen die deze aanwijzing niet kregen. Hieruit blijkt dat groep 5 leerlingen de meeste baat hebben bij het voortdurend verkrijgen van de aanwijzing om aantekeningen te maken. Tenslotte zal er worden aangeraden om leerlingen voorafgaand aan het experimenteren bewust te maken van waar een

complete aantekening uit bestaat en waarom het belangrijk is en wat het nut is om complete aantekeningen te maken. Door leerlingen hierop te wijzen kan er verwacht worden dat zij meer complete aantekeningen maken.

In dit onderzoek kregen leerlingen geen aanwijzing over de wijze waarop zij aantekeningen konden maakten. De vorm waarin leerlingen hun aantekeningen maakten, was voor hen vrij om te kiezen. In vervolgonderzoek kan er verder worden onderzocht of een gestructureerd aantekeningenformulier kan bijdragen aan het maken van aantekeningen en het maken van volledige aantekeningen. Daarnaast kan in vervolgonderzoek worden onderzocht of leerlingen meer aantekeningen maken als zij adaptief de herinnering krijgen om aantekeningen te maken. Deze suggestie voor vervolgonderzoek komt voort uit dat de groep leerlingen die herinnerd werden om aantekeningen te maken, per proefje dat zij uitvoerden twee keer herinnerd werden om aantekeningen te maken. Een groep leerlingen die deze herinnering kreeg raakte gefrustreerd door de herinneringen die zij kregen. Een kleine groep leerlingen die gefrustreerd werd besloot geen of minder aantekeningen te maken.

Referenties

- Allen, M. (2011). Theory-led confirmation bias and experimental persona. *Research in Science & Technological Education*, 6(2), 107-127. DOI: 10.1177/1745691611400237
- Andersen, C., & Garcia-Mila, M. (2007). Developmental change in notetaking during scientific inquiry. *International Journal of Science Education*, 29(8), 1035-1058. DOI: 10.1080/09500690600931103
- Andersen, C., Garcia-Mila, M., & Rojo, N. E. (2011). Elementary students' laboratory record keeping during scientific inquiry. *International Journal of Science Education*, 33(7), 915-942. DOI: 10.1080/09500693.2010.480986
- Balim, A. G. (2009). The effects of discovery learning on students' success and inquiry learning skills. *Egitim Arastirmalari-Eurasian Journal of Educational Research*, 35, 1-20.
- Braxton, E. J. (2010). *The implementation of interactive science notebooks and the effect it has on students writing*. Orlando: Doctoral dissertation, University of Central Florida Orlando Florida.
- De Jong, T. (2006). Technological advances in inquiry learning. *Science*, 312 (5773), 532-533. DOI: 10.1126/science.1127750
- Ford, D. J. (2005). The challenges of observing geologically: Third graders' descriptions of rock and mineral properties. *Science Education*, 89(2), 276-295. DOI: 10.1002/sce.20049
- Hmelo-Silver, C. E., Chinn, C. A., & Golan Duncan, R. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning. *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107. DOI: 10.1080/00461520701263368
- Jovanovic, J., & King, S. S. (1998). Boys and girls in the performance-based science classroom: Who's doing the performing? *American Educational Research Journal*, 35(2), 477-496. DOI: 10.3102/00028312035003477
- Kuhn, D., & Pease, M. (2008). What needs to develop in the development of inquiry skills? *Cognition and instruction*, 26(4), 512-559. DOI: 10.1080/07370000802391745
- Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2010). The development of cognitive skills to support inquiry learning. *Cognition and Instruction*, 18(4), 495-523. DOI: 10.1207/S1532690XCI1804_3

- Kuhn, D., Garcia-Mila, M., Zohar, A., & Andersen, C. (1995). Strategies of knowledge acquisition. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 60(4), i-157. DOI: 10.2307/1166059
- Lazonder, A. W., Wilhelm, P., & Hagemans, M. G. (2008). The influence of domain knowledge on strategy use during simulation-based inquiry learning. *Learning and instruction*, 18(6), 580-592. Verkregen van www.elsevier.com/locate/learninstruc
- Lazonder, A., Mulder, Y., & Wilhelm, P. (2012). Onderzoek in het primair onderwijs. Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen. (2006, april). *Kerndoelenboekje Basisschool*. Verkregen van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/basisonderwijs/documenten/rapporten/2006/04/28/kerndoelenboekje>.
- Peper, R. J., & Mayer, R. E. (1978). Note taking as a generative activity. *Journal of educational psychology*, 70(4), 514-522. DOI: 10.1037/0022-0663.70.4.514
- Piolat, A., Olive, T., & Kellogg, R. T. (2004). Cognitive effort during note taking. *Applied cognitive psychology*, 19(3), 291-312. DOI: 10.1002/acp.1086
- Siegler, R. S., & Liebert, R. M. (1975). Acquisition of formal scientific reasoning by 10- and 13-Year-Olds: Designing a factorial experiment. *Development Psychology*, 11(3), 401-402. DOI: 10.1037/h0076579
- Zimmermann, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 20(1), 99-149. DOI: 10.1006/drev.1999.0497
- Zimmermann, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172-223. DOI:10.1016/j.dr.2006.12.001