

Running Head: DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE OP
EXPLORATIEGEDRAG

Masterthesis

‘Leren is exploreren’

*De invloed van exploratietijd en sekse op het exploratiegedrag van tienjarigen in relatie tot
het kennisdomein wetenschap en techniek*

Universiteit Utrecht
Faculteit Sociale Wetenschappen
Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen
Masterprogramma Orthopedagogiek
2012 – 2013



Studenten: Ilja Lukasik, 3798224

Lotte Sanders, 3804615

Thesisbegeleider: Drs. P. F. de Bordes

Tweede beoordelaar: Prof. Dr. P. P. M. Leseman

Datum: juni, 2013

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

Voorwoord

Voor u ligt de masterthesis van Ilja Lukasik en Lotte Sanders. Deze is geschreven in het kader van onze Master Orthopedagogiek aan de Universiteit Utrecht binnen het onderzoeksprogramma Talentenkracht. Talentenkracht doet onderzoek naar de ontwikkeling van talent bij kinderen binnen het kennisdomein wetenschap en techniek, en naar de wijze waarop kinderen gestimuleerd kunnen worden om hun talent op dit gebied te vergroten. Wij hebben in deze thesis onderzoek gedaan naar het exploratiegedrag van kinderen wanneer zij techniektaken uitvoeren. Middels deze thesis hopen wij een bijdrage te kunnen leveren aan het vergroten van de kennis over de manier waarop kinderen leren binnen het kennisdomein wetenschap en techniek.

Voor dit onderzoek is er een experiment uitgevoerd met tandwielbanen. Een school in Veenendaal bleek bereid om mee te werken aan dit experiment. Wij willen de medewerkers en leerlingen hartelijk bedanken voor hun medewerking en de prettige samenwerking. Voor het coderen van de opnames hebben we gebruik gemaakt van het programma Mediacoder, ontwikkeld door de Universiteit van Groningen, daarvoor zijn wij betrokkenen onze dank verschuldigd. Graag willen wij Pieter de Bordes bedanken voor zijn begeleiding, positiviteit, ondersteuning en adviezen. Ook Nicole Remmers zijn wij de nodige dank verschuldigd. Zij heeft ons door zware analyse momenten heen geholpen met wijze raad en ons met engelengeduld bijgestaan. Als duo kijken we terug op een fijne samenwerking. We hebben elkaar kunnen aanvullen en ondersteunen op zowel inhoudelijk als methodisch gebied en uiteraard hebben we de nodige gezellige momenten en ‘mental breakdowns’ gedeeld.

De thesis is opgebouwd uit gezamenlijke en individuele delen. Naast een gezamenlijk deel, hebben we ieder ook een duidelijke individuele bijdrage geleverd. Lotte heeft zich voornamelijk bezig gehouden met de invloed van exploratietijd op inzichtverwerving, en het verband tussen exploratie-intensiteit en inzichtverwerving. Ilja heeft met name de invloed van sekseverschillen op deze verbanden onderzocht. Deze verdeling is in de gehele thesis aangehouden. Hetgeen betekent dat in inleiding, methode, resultaten en discussie ieder zijn eigen onderzoeksvragen heeft uitgewerkt, waarna alle onderdelen zijn samengevoegd.

We hopen dat u onze thesis met plezier en interesse zult lezen.

Ilja Lukasik

Lotte Sanders

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

Samenvatting

Het doel van deze studie was om middels een experimenteel onderzoek meer te weten te komen over het exploratiegedrag van tienjarigen wanneer zij techniektaken uitvoerden. Daarbij is onderzocht wat het verband is tussen exploratietijd en inzichtverwerving, wat het verband is tussen exploratie-intensiteit en inzicht verwerving en hoe sekse deze verbanden beïnvloedt. De gegevens over het exploratiegedrag zijn verkregen middels video-observatie, waarna de gegevens zijn gecodeerd om de exploratie-intensiteit en de mate van inzichtverwerving vast te stellen. Er hebben 38 kinderen van tien jaar oud deelgenomen aan dit onderzoek. De onderzoeksgroep bestond voor 68% uit meisjes en 32% uit jongens. Op basis van de literatuur werd verwacht dat naarmate een kind langer met de techniektaken bezig is, het inzichtniveau toeneemt en de exploratie-intensiteit afneemt; en dat jongens een lagere mate van exploratie-intensiteit en een hoger niveau van inzicht laten zien dan meisjes. Uit de resultaten bleek dat exploratietijd een positief effect heeft op het inzichtniveau. De hypothesen met betrekking tot exploratie-intensiteit konden niet nader worden onderzocht omdat de consistentie van deze gegevens onvoldoende was. Ten slotte bleek dat jongens een hoger inzichtniveau lieten zien dan meisjes. Verder onderzoek is nodig om de gevonden uitkomsten te bevestigen en om de generaliseerbaarheid te vergroten.

Trefwoorden: exploratiegedrag, tienjarigen, inzicht, exploratie-intensiteit, exploratietijd, sekseverschillen, Fischer schaal, wetenschap en techniek.

Abstract

The aim of this study was to learn more about the explorative behavior of ten year olds while they were executing technical tasks with gears. With this research, we tried to determine the relation between exploration time and skill acquisition, the relation between skill acquisition and explorative-intensity and how gender differences influence these relations. 38 Participants took part in this research, consisting of 68% girls and 32% boys. Video-recordings were coded to determine how much explorative-intensity the participants showed and to measure the level of skill the children achieved. In this research, we expected that when children spent more time working on the technical task, their skill-level increases and their explorative-intensity decreases. We also expected that boys would show a higher level of skill and less explorative-intensity than girls. The results showed that when children spent more time on the task, their skill-level increased. It was not possible to further investigate the hypothesis about explorative-intensity because the reliability of the data appeared to be insufficient. Finally, the results indicated that boys showed a higher level of

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

skill than girls. Further research is necessary to confirm the results that were found in this study and to increase the generalizability of the results.

Keywords: explorative behavior, ten year olds, skill-level, explorative-intensity, exploration time, gender differences, Fischer scale, science and technology.

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

Inleiding

Binnen de hedendaagse maatschappij is er een tekort aan mensen die gespecialiseerd zijn in het kennisdomein wetenschap en techniek (W&T). De vraag naar bèta's en technici is groter dan het aanbod (European Commission, 2003; Raat, 1988). Nederland streeft naar een kenniseconomie, waarin techniek en innovatie een belangrijke rol moeten spelen. Kinderen komen binnen het huidige basisonderwijs te weinig in aanraking met dit kennisdomein. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat veel kinderen op jonge leeftijd een beperkt beeld hebben van wat W&T inhoudt (Raat, 1988; Talentenkracht, 2008). Terwijl dit juist de ideale leeftijd is om interesse voor dit vakgebied te ontwikkelen (Van Oers, 2010; Volman, Van Eck, & Ten Dam, 2010; Willems & Grip, 1995). Daarnaast geven Eshach en Fried (2005) aan dat kinderen van nature geïnteresseerd zijn in het observeren en nadenken over W&T. Ook is de kans groter dat jonge kinderen een positieve houding tegenover W&T ontwikkelen wanneer zij zich hier op jonge leeftijd al mee bezig houden (Eshach & Fried, 2005). Het vergroot hun motivatie en natuurlijke interesse met betrekking tot dit vakgebied. Vroege ervaringen met W&T leiden daarbij tot een beter begrip van wetenschappelijke onderwerpen en tot hogere prestaties op dit gebied op latere leeftijd (Barnett & Belfield, 2006; Eshach & Friend, 2005). Eshach en Fried (2005) geven dan ook aan dat het belangrijk is W&T al in het basisonderwijs te stimuleren. De afgelopen jaren is er een groeiende belangstelling voor het integreren van dit kennisdomein in het basisonderwijs (Eshach & Fried, 2005; Meindertsma, Van Dijk, Steenbeek, & Van Geert, 2012; Schwartz & Fischer, 2005).

Landelijk is er een actieplan opgezet om de aandacht voor W&T op jonge leeftijd in het basisonderwijs te stimuleren (Talentenkracht, 2008). In dit plan wordt er op nationale schaal structureel invulling gegeven aan W&T op de basisschool. Er is een Nationaal Techniekpact ondertekend door overheid, bedrijven, vakbonden en onderwijs waarin is vastgelegd dat vanaf 2020 scholieren op alle 7000 basisscholen in Nederland les krijgen in W&T. Het doel van dit plan is het ontwikkelen van een positieve attitude ten aanzien van techniek bij jonge kinderen, waardoor hopelijk meer scholieren kiezen voor een technische vervolgstudie. Een positieve attitude en interesse voor het vakgebied zijn belangrijke motieven bij de keuze voor een technische vervolgopleiding (Crawley & Black, 1992; Warps, 2001). Echter, er is meer onderzoek nodig om vast te stellen op welke manier kinderen binnen het basisonderwijs gestimuleerd kunnen worden op dit gebied. Het onderzoeksprogramma Talentenkracht, opgezet door zeven universiteiten in Nederland, is hiervan een voorbeeld. Zij doen onderzoek naar de ontwikkeling van talent bij kinderen van drie tot 14 jaar binnen het domein W&T. Middels dit onderzoek wordt de kennis over de

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

manier waarop kinderen leren en hoe leerkrachten en opvoeders het talent voor W&T kunnen bevorderen, vergroot (Talentenkracht, 2008). Dit is van belang om meer zicht te krijgen in het leergedrag van kinderen en in de wijze waarop dit gestimuleerd kan worden. Uit verschillende onderzoeken blijkt daarbij dat met name meisjes weinig geïnteresseerd zijn in W&T en een negatievere attitude tegenover W&T hebben dan jongens. Dit verklaart waarschijnlijk waarom vrouwen sterk ondervertegenwoordigd zijn binnen deze sector (Léna, 2006; Raat, 1988). Op basis van de beschreven literatuur is de volgende centrale onderzoeksvraag opgesteld: *‘Is er een invloed van exploratietijd en sekse op het exploratiegedrag van tienjarigen in relatie tot het kennisdomein W&T?’*

Exploreren wordt gezien als een uiting van nieuwsgierigheid naar de omgeving en een manier om kennis op te doen (Caruso, 1993). Het is een complex systeem van gedragingen die gericht zijn op het verkennen van de omgeving om te kunnen leren (Pisula, 2009). Een veel toegepaste theorie is de ‘embodiment theorie’. Deze theorie gaat er vanuit dat het lichaam een grote rol speelt bij het leren en verkrijgen van inzicht in principes. Het kind ontvangt niet alleen informatie vanuit zijn ruimtelijke omgeving, maar voert zelf acties uit om veranderingen aan te brengen in zijn omgeving. Er is sprake van een voortdurende interactie tussen het fysieke lichaam en zijn omgeving (Anderson, 2003; Smith & Gasser, 2005; Wilson 2002). Om te kunnen exploreren worden alle zintuigen ingezet teneinde interacties met materiaal en mensen aan te gaan (Smith & Gasser, 2005). Volgens deze theorie is het leren afhankelijk van deze sensomotorische activiteit en de ervaringen die men heeft opgedaan (Iverson & Thelen, 1999). Volgens de ‘affordances theorie’ biedt de omgeving het kind de mogelijkheid om ervaringen op te doen en acties te ondernemen (Gibson, 2001; Stoffregen, 2000). De term ‘affordance’ verwijst naar actiemogelijkheden die zich voordoen in een bepaalde omgeving en die aangegrepen kunnen worden door een individu binnen die omgeving om te leren en de wereld te verkennen (Gibson, 1979).

Vanuit de ‘embodiment theorie’ bestaat er een groeiende belangstelling voor onderzoek naar het leren in wisselwerking met de omgeving. Het meeste empirische onderzoek is namelijk vooral uitgevoerd vanuit het cognitivisme, waarin onderzoekers enkel naar het product van het leerproces keken (Thelen, 2000). Er is vanuit deze theorie weinig aandacht voor de invloed van fysieke interacties met de omgeving op het leerproces (Anderson, 2003). Fischer (1980) ontwikkelde de ‘dynamic skill theorie’ waarin de interactie tussen de mens en zijn omgeving centraal staat. Dit sluit aan bij de ‘embodiment theorie’. De ‘dynamic skill theorie’ gaat er namelijk ook vanuit dat inzicht zich ontwikkelt door interactie

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

met de omgeving. Binnen deze theorie wordt inzicht dan ook gezien als een dynamisch gegeven (Fischer, 1980). Aan de hand van deze theorie is de ‘Fischer scale’ ontwikkeld. Deze inzichtschaal kan gebruikt worden om de ontwikkeling van inzicht bij kinderen en volwassenen in een bepaalde omgeving in beeld te brengen (Meindertsma, et al., 2012; Van Oers, 2010). Het inzicht kan namelijk variëren en is in sterke mate afhankelijk van de omgeving (Fischer & Bidell, 2006). De ‘Fischer scale’ gaat uit van een hiërarchische opbouw van inzicht, waarbij nieuw inzicht wordt opgebouwd vanuit bestaand inzicht dat eerder is opgedaan. Bij het uitvoeren van een activiteit kan een persoon zich door tien niveaus verplaatsen. Deze niveaus zijn verdeeld over drie stadia: het sensomotorisch stadium, het representatieve stadium en het abstracte stadium. Binnen elk stadium worden vier niveaus onderscheiden, waarbij het vierde niveau tevens het eerste niveau van het volgende stadium is (Fischer, 1980). In het huidige onderzoek werd het inzichtniveau van kinderen gemeten aan de hand van de eerste twee stadia (tot en met het eerste niveau van het derde stadium) over zes niveaus. In onderstaande beschrijving van de inzichtschaal van Fischer (1980), worden de tandwieltaken die de kinderen hebben uitgevoerd, als voorbeeld gebruikt (zie bijlage 2). Het sensomotorisch stadium bereiken kinderen van vier tot 24 maanden (Fischer, 1980; Mascolo & Fischer, 1999). Het sensomotorisch stadium houdt in dat kinderen in staat zijn om op zichzelf staande simpele handelingen uit te voeren. Zoals het oppakken van een tandwiel. Uiteindelijk zijn ze in staat om deze acties te combineren waardoor er een causatie ontstaat. Een voorbeeld hiervan is het vastmaken van een tandwiel op de mat en dit vervolgens aandraaien. Het representatieve stadium (twee tot tien jaar) houdt in dat het kind kan laten zien dat het een kenmerk of meer kenmerken van een taak begrijpt. Het eerste niveau start met de koppeling van twee tandwielen zoals het aandraaien van een tandwiel door aan een ander tandwiel te draaien. Wanneer het kind het laatste niveau bereikt, betekent dit dat het meer tandwielen aan elkaar koppelt en tegelijkertijd de draairichting van de tandwielen observeert. Het kind is in staat om de taak af te ronden en laat zien dat het begrijpt hoe de draairichting van de tandwielen bepaald kan worden. Dit betekent dat het kind ook het eerste niveau van het abstracte stadium (tien tot elf jaar) heeft bereikt (Fischer, 1980; Fischer & Bidell, 2006).

Vanuit het embodiment perspectief is er onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van verkregen inzicht bij kinderen door naar het leerproces te kijken (Calais, 2008). Uit de studie van Dixon en Dohn (2003) blijkt dat kennis die door ervaring is opgedaan, in tegenstelling tot kennis die is opgedaan middels instructie, een positieve invloed heeft op de wijze waarop kennis kan worden ingezet bij andere soortgelijke taken. De mensen die geen instructie

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

kregen bij een taak, maakten zich strategieën eigen die ze beter en sneller konden toepassen bij soortgelijke taken dan mensen die voorafgaand aan de taak instructie kregen. Deze groep paste de strategie die hen werd uitgelegd wel toe in de eerste taak, maar niet in de tweede taak. De ervaring die men zelf heeft opgedaan lijkt dan ook belangrijker te zijn dan een aangedragen strategie (Dixon & Dohn, 2003). Verondersteld mag worden dat wanneer mensen zelf ‘affordances’ ontdekken middels exploratie, ze beter in staat zijn om deze ervaringen in de toekomst toe te passen dan wanneer ze deze geïnstrueerd krijgen. Siegler (2002) en Yan en Fischer (2007) geven ook aan dat kinderen nieuwe inzichten verwerven door voorgaande ervaringen te koppelen aan relevante eerdere inzichten die zijn opgeslagen in het geheugen. Het inzichtniveau groeit over tijd door eerdere ervaringen en zo kan een nieuw verworven vaardigheid worden ingezet bij andere soortgelijke taken Yan & Fischer, 2007).

Vanuit het embodiment perspectief zijn er ook onderzoeken gedaan naar de ontwikkeling van inzichtverwerving bij kinderen wanneer zij techniektaken uitvoerden. Dit sluit aan bij het huidige onderzoek waarin kinderen ook techniektaken uitvoerden waarbij het inzichtniveau bepaald werd. Het probleemoplossend vermogen van kinderen, werd in deze studies op de proef gesteld (Alibali, Spencer, Knox, & Kita, 2011; Chu & Kita, 2008; 2011; Dixon & Bangert, 2002; 2004; Dixon & Dohn, 2003; Metz, 1991). Binnen de onderzoeken van Dixon en collega's (2004) werden middelbare scholieren gevraagd om tandwielpuzzels op te lossen. Hun werd gevraagd de draairichting van het laatste tandwiel bij een aaneenschakeling van meer tandwielen te voorspellen (het eerste tandwiel ging altijd tegen de klok in) en te beschrijven hoe ze tot hun antwoord kwamen (Dixon & Bangert, 2002; 2004; Dixon & Dohn, 2003). Uit de resultaten van deze studies bleek dat de meeste participanten begonnen met het observeren van de richting van tandwiel naar tandwiel, voordat ze de richting van het laatste tandwiel bereikten. Vervolgens werden er plaatselijke oorzaak-gevolg relaties gelegd; als het tandwiel naar rechts draait, draait het volgende tandwiel naar links. Deze strategie leidde, naarmate ze langer bezig waren met de taken, tot beter en vaak zelfs tot een volledig begrip van het mechanisme. Het hoogst haalbare niveau van inzicht was het ontdekken van de pariteitsregel (elk oneven of even tandwiel ten opzichte van het eerste tandwiel, draait in dezelfde richting als het eerste tandwiel) en dit inzicht werd door de meeste participanten binnen deze studies bereikt.

Dat de ontwikkeling van inzicht tot stand komt door sensomotorische activiteit (Smith & Gasser, 2005) en dat deze ontwikkeling afhankelijk is van de omgeving (Fischer, 1980; Fischer & Bidell, 2006), wordt ondersteund door verschillende onderzoeken. Het zijn

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

voorbeelden van studies die aantonen dat inzicht beïnvloedt wordt door lichamelijke interacties met de omgeving. Zo deed Metz (1991) onderzoek naar de ontwikkeling van het technisch begrip van kinderen van drie tot negen jaar. Uit deze studie bleek dat kinderen hun technisch begrip vergroten door manipulaties met het materiaal, bijvoorbeeld door te draaien aan een knop of door de roterende beweging van het ene naar het volgende tandwiel specifiek te observeren. Het technische begrip nam uiteindelijk toe naarmate ze langer met de taak bezig waren en meer handelingen met het materiaal hadden verricht. Metz (1991) concludeerde dat deze handelingen met het materiaal uiteindelijk tot een hoger niveau van inzicht leidden. Door deze herhaaldelijke sensomotorische ervaringen leerden kinderen om te gaan met deze objecten en groeide het vaardigheidsniveau (Fischer & Bidell, 2006; Yan & Fischer, 2002). Ook Chu en Kita (2008; 2011) hebben onderzoek gedaan naar het exploratiegedrag tijdens het oplossen van ruimtelijke visualisatieproblemen. Hieruit kwam eveneens naar voren dat het aantal handelingen en manipulaties afnam wanneer een individu meer bekend werd met het op te lossen probleem. De studenten leken de juiste 'affordances' gevonden te hebben, wat ervoor zorgde dat het aantal handelingen en manipulaties om de taak goed uit te voeren afnam (Alibali et al., 2011; Chu & Kita, 2008; 2011). De exploratie-intensiteit lijkt dus gerelateerd te zijn aan het verkregen inzicht (Alibali et al., 2011; Chu & Kita, 2008, 2011; Metz, 1991).

In bovenstaande studies (Alibali et al., 2011; Chu & Kita, 2008; 2011; Dixon & Bangert, 2002; 2004; Dixon & Dohn, 2003; Metz, 1991) is aangetoond dat het leren een product is van de interactie van een individu met zijn omgeving. Uit de studies van Dixon & Bangert (2002; 2004), Dixon & Dohn (2003) en Metz (1991) komt naar voren dat kinderen verschillende inzichtniveaus doorlopen door interactie met het materiaal en uiteindelijk door meer ervaringen over tijd een hoger niveau van inzicht bereiken. Op basis hiervan kan verwacht worden dat het exploratiegedrag van kinderen verandert wanneer ze techniektaken aan het uitvoeren zijn. Herhaaldelijke sensomotorische ervaringen leiden uiteindelijk tot gestabiliseerde kennis. Kinderen leren om te gaan met deze objecten en het vaardigheidsniveau gaat omhoog (Fischer & Bidell, 2006; Yan & Fischer, 2002). Op basis hiervan kan dan ook verwacht worden dat naarmate kinderen langer met de taken bezig zijn, ze een hoger niveau van inzicht laten zien. De eerste hypothese is dan ook: *'naarmate een kind langer met de techniektaken bezig is, verkrijgt het kind een hoger inzichtniveau.'*

In de studies van Alibali en collega's (2011), Chu en Kita (2008; 2011) en Metz (1991) is daarnaast onderzoek gedaan naar het verband tussen inzicht en exploratie-intensiteit. Deze onderzoeken suggereren dat de exploratie-intensiteit tijdens het uitvoeren

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

van een taak afneemt naarmate een kind meer inzicht verkrijgt in het correct oplossen van de taak. Inzicht kan hier gezien worden als het gebruik maken van de juiste ‘affordances’ waarmee de taak kan worden opgelost. Er wordt dan ook verwacht dat als het kind meer inzicht in de taken heeft, dit zal leiden tot een afname in exploratie-intensiteit aangezien dan alleen de ‘affordances’ gebruikt worden die leiden tot het oplossen van de taken. De tweede hypothese is dan ook: *‘naarmate een kind langer met de techniektaken bezig is, neemt de exploratie-intensiteit van het kind af.’*

Zoals eerder in de inleiding beschreven is, bestaat er met name een groot tekort aan meisjes op het gebied van W&T talent in Nederland (European Commission, 2003; Raat, 1988). Dit maakt het interessant om onderzoek te doen naar mogelijke verschillen in het exploratiegedrag van jongens en meisjes wanneer zij techniektaken uitvoeren. Na bestudering van de bestaande literatuur over sekseverschillen in exploratiegedrag, valt op dat hier in beperkte mate onderzoek naar gedaan is. Daarbij hebben de bestaande onderzoeken alleen het exploratiegedrag van zeer jonge kinderen bestudeerd en werden er nauwelijks sekseverschillen gevonden (Daldry & Russel, 1982; Karrass, Braungart-Rieker, Mullins, & Burke Lefever, 2002; Libertus & Needham, 2010; Mayes, Carter, & Stubbe, 1993; McCall, 1974; Pomerleau, Malcuit, & Séguin, 1992). Aangezien er geen studies gevonden zijn die sekseverschillen in het exploratiegedrag van basisschool leerlingen onderzochten, konden er op basis van deze literatuur geen hypothesen geformuleerd worden.

Een factor die de sekseverschillen in exploratiegedrag kan verklaren, is socialisatie (Dekkers, 1990; Delfos, 2004). Delfos (2004) benoemt dat sekse-socialisatie de verschillen tussen jongens en meisjes kan vergroten of verkleinen en talenten kan versterken of onderdrukken. Kinderen worden, zodra ze geboren zijn, al sekse-specifiek benaderd door hun ouders en naaste omgeving. Er is bijvoorbeeld verschil in het speelgoed dat door de ouders wordt aangeboden. Jongens krijgen auto’s en constructiespeelgoed en meisjes krijgen poppen (Leaper & Friedman, 2007; Maccoby, 2000; Milgram, 2007; Wood, Demarais, & Gugula, 2002). De meeste meisjes spelen spelletjes die betrekking hebben op relaties en creativiteit. Terwijl jongens veelal computer- of videospelletjes spelen en technisch- en constructie spel laten zien, waarbij de nadruk ligt op bouwen en onderzoeken. Hiermee worden kwaliteiten als probleemoplossend vermogen, ruimtelijk inzicht en handigheid ontwikkeld (Milgram, 2007). Daarbij biedt het speelgoed voor jongens meer mogelijkheden tot manipulatie en inventiviteit, en worden hun ruimtelijk inzicht en technische vaardigheden beter ontwikkeld dan die van meisjes (Block, 1983; Blakemore & Centers, 2005; Lytton & Romney, 1991). Ouders bieden meisjes minder mogelijkheden aan om hun wetenschappelijke kennis te

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

vergroten (Crowley, Callanan, Tenenbaum, & Allen, 2001). Uit onderzoek van Tenenbaum en Leaper (2003) blijkt dat ouders denken dat meisjes minder interesse hebben voor W&T en het daarnaast ook moeilijker vinden. Jongens worden in hun opvoeding over het algemeen dus meer gestimuleerd in hun ontwikkeling op het gebied van W&T dan meisjes (Leaper & Friedman, 2007; Maccoby, 2000; Milgram, 2007; Wood et al., 2002). Jongens en meisjes doen hierdoor verschillende leerervaringen op (Milgram, 2007), wat er toe leidt dat de technische vaardigheden van jongens beter ontwikkeld worden dan die van meisjes (Blakemore & Centers, 2005; Block, 1983; Lytton & Romney, 1991). Geconcludeerd kan worden dat het seksesocialisatieproces leidt tot sekseverschillen op het gebied van inzicht in W&T doordat jongens en meisjes andere ervaringen opdoen (Blakemore & Centers, 2005; Block, 1983; Lytton & Romney, 1991). De derde hypothese is dan ook: *'jongens verkrijgen tijdens het uitvoeren van de techniektaken een hoger inzichtniveau dan meisjes'*. Daarbij bleek uit eerder genoemde studies dat er een verband bestaat tussen exploratie-intensiteit en inzicht (Alibali et al., 2011; Chu & Kita, 2008, 2011; Metz, 1991). Dixon en anderen (2010) en Metz (1991) beschrijven dat meer ervaring leidt tot een hoger niveau van inzicht. Dit komt doordat kinderen leren om te gaan met de objecten waardoor hun vaardigheidsniveau omhoog gaat (Fischer & Bidell, 2006; Yan & Fischer, 2002). Aangezien jongens mogelijk een hoger inzichtniveau hebben dan meisjes, kan verwacht worden dat jongens hierdoor een lagere exploratie-intensiteit laten zien dan meisjes. Zij hebben immers meer ervaring op dit gebied waardoor zij minder handelingen en manipulaties nodig hebben om de taken uit te voeren (Alibali et al., 2011; Chu & Kita, 2008; 2011). De vierde hypothese is dan ook: *'jongens hebben tijdens het uitvoeren van de techniektaken een lagere exploratie-intensiteit dan meisjes'*.

Methode

Participanten

Er zijn vijf basisscholen benaderd door masterstudenten orthopedagogiek uit de onderzoeksgroep om deel te nemen aan het onderzoek. De school die meedeed was een reguliere basisschool in Veenendaal. Aan de ouders van 43 kinderen is om toestemming gevraagd middels informed consent. Er hebben 41 kinderen deelgenomen aan het experiment. Het volledige onderzoek baseert zich op een totaal van 38 participanten. Drie participanten zijn afgevallen wegens technische mankementen. De totale steekproef bestond uit 12 jongens en 26 meisjes. De gemiddelde leeftijd van de kinderen in de steekproef was 10 jaar en 9 maanden (129,07 maanden, $SD = 4,98$). De gemiddelde leeftijd van de jongens was 129,2

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

maanden ($SD = 5.15$) en van de meisjes 128,9 maanden ($SD = 5.04$) bij aanvang van het onderzoek. De kinderen zijn verdeeld over twee condities. De experimentele groep bestond uit 20 kinderen, zeven jongens en 13 meisjes; in deze groep was de gemiddelde leeftijd 128.1 maanden ($SD = 4.82$). De controlegroep bestond uit 18 kinderen, vijf jongens en 13 meisjes, de gemiddelde leeftijd was 130.1 maanden ($SD = 5.04$). Aan het onderzoek hebben alleen kinderen zonder fysieke of motorische beperkingen deelgenomen.

Meetinstrumenten

Het huidige onderzoek betreft een verkennende studie waarbij middels een experiment het inzichtniveau en de exploratie-intensiteit van de participanten onderzocht is. Het verkregen inzichtniveau wordt binnen deze studie gedefinieerd als het cognitieve niveau dat kinderen bereiken tijdens het uitvoeren van de techniektaken. Om het inzichtniveau te kunnen vaststellen, is er gebruik gemaakt van de Fischer scale. Dit is een videocoderingsmethode die gebaseerd is op de ‘dynamic skill theory’ van Fisher (1980). Dit is een hiërarchisch systeem waarin de ontwikkeling van vaardigheden over een reeks van tien niveaus wordt beschreven, zoals in het voorgaande aangeduid. Op basis hiervan is er een protocol opgesteld voor het experiment (De Bordes, 2013). Binnen het huidige onderzoek werd gebruik gemaakt van de eerste twee stadia van de Fischer scale (het sensomotorische en het representatieve stadium) waarbinnen zes niveaus bestaan, als weergegeven in bijlage 1. Hoe hoger het niveau, hoe meer begrip de kinderen tijdens het uitvoeren van de techniektaken lieten zien. Het abstracte stadium werd niet gebruikt omdat het tweede stadium het maximale niveau is dat een kind van tien jaar kan behalen. Bovendien is het moeilijk om het abstracte stadium te onderzoeken omdat alleen het non-verbale gedrag werd geobserveerd en de kinderen niet gevraagd werd hun gedachten te verwoorden.

De exploratie-intensiteit is meetbaar gemaakt door het aantal handelingen dat de kinderen met het materiaal uitvoerden, vast te stellen. Een handeling werd binnen dit onderzoek gedefinieerd als het aanraken van een object (tandwiel, pin of mat). Hierbij werd er vanuit gegaan dat een groter aantal handelingen, een hogere mate van exploratie-intensiteit representeerde.

Iedere respondent werd gefilmd tijdens het uitvoeren van de drie trials. De opname werd gestart vlak voordat het kind voor het eerst het testmateriaal aanraakte en eindigde wanneer het eerste en het laatste tandwiel van de derde tandwielbaan dezelfde kant opdraaiden. De opnames zijn per kind geprepareerd met behulp van het video coderingsprogramma Mediacoder, ontwikkeld door de Universiteit Groningen (Steenbeek & Bos, 2010). Eerst werd aangegeven wanneer de drie trials begonnen en eindigden. Zo

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

ontstonden er per kind drie videofragmenten, waarna de fragmenten werden opgedeeld in tijdframes van zes seconden. Per tijdframe is het hoogst behaalde inzichtniveau (niveau 1 tot en met 6) en de exploratie-intensiteit (het aantal uitgevoerde handelingen) vastgesteld op basis van het protocol tandwielexperiment.

Om de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid te vergroten, hebben de vijf onderzoekers eerst één filmpje afzonderlijk van elkaar gecodeerd volgens het protocol. Hierna zijn de resultaten met elkaar vergeleken. Nadat er voldoende afstemming was verkregen, zijn de overige filmpjes onafhankelijk door de onderzoekers gecodeerd. Hierna heeft er een hercodering plaatsgevonden van 42% van de video's. Op basis van de hercodering is de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid berekend middels Cohens's Kappa om de consistentie van de coderingen te meten. De Kappa voor inzichtniveau ($K = .45$) kan volgens de vuistregels van Landis en Koch (1977) geïnterpreteerd worden als gemiddeld of redelijk consistent. De consistentie van de exploratie-intensiteit kan geïnterpreteerd worden als gering ($K = .10$) (Landis & Koch, 1977). Landis en Koch (1977) kwalificeren een construct als voldoende betrouwbaar vanaf een gemiddelde of redelijke consistentie ($K = > .41$). Aangezien de Kappa van exploratie-intensiteit ver onder deze waarde ligt, kon dit construct niet worden meegenomen in de analyse. De hypothesen over de invloed van exploratietijd en sekse op exploratie-intensiteit konden dan ook niet getoetst worden binnen het huidige onderzoek.

Procedure

Tijdens het experiment hebben de kinderen techniektaken uitgevoerd onder begeleiding van een testleider. De testleiders namen de taken af op basis van een protocol zodat de benadering van de kinderen vergelijkbaar was. De testleider haalde de kinderen één voor één op uit de klas. Wanneer het betreffende kind opgehaald was, voerde de testleider eerst een kort gesprekje met het kind om het op zijn gemak te stellen. De testleider vertelde vervolgens dat het kind enkele puzzels ging maken en dat de testleider na afloop graag wilde weten wat het kind van de puzzels vond. Hierna gaf de testleider een korte instructie waarbij gebruik gemaakt werd van een voorbeeld tandwielbaan. Dit was een korte baan gemaakt met grote tandwielen waarbij slechts één tandwiel ontbrak. Het kind kreeg de instructie dat het twee tandwielen, die van te voren met blauwe pinnen op mat geplaatst waren, met elkaar moest verbinden door er tandwielen tussen te plaatsen. Deze tandwielen mochten, de eveneens eerder geplaatste, rode pinnen niet raken. Hierna liet de testleider dit met behulp van de voorbeeldbaan zien; het ontbrekende tandwiel werd op de juiste plek op de mat geplaatst en bevestigd met een pin om de baan compleet te maken. De testleider liet de gehele baan (alle tandwielen) vervolgens draaien door aan een tandwiel met een blauwe pin te

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

draaien. Hierna werd de kinderen verteld dat het de bedoeling was dat het eerste en het laatste tandwiel (met de blauwe pinnen) uiteindelijk dezelfde kant op draaiden. Na de instructie, kreeg het kind de eerste tandwielmat, grote tandwielen en pinnen. Wanneer het kind de taak voltooid had en alle tandwielen draaiden, werd het kind gevraagd of het eerste en het laatste tandwiel dezelfde kant op draaiden. Wanneer dit niet zo was, werd het kind gevraagd de tandwielbaan aan te passen totdat dit wel het geval was. Vervolgens kreeg het kind de tandwielmat van de tweede taak. Het kind werd gevraagd om op dezelfde manier ook deze baan te maken. Na afronding van de tweede taak, kreeg het kind de tandwielmat van de derde taak en werden de grote tandwielen door de testleider verwisseld voor kleine tandwielen, ook deze taak werd op dezelfde manier uitgevoerd. De testleider zat naast het kind en keek mee zonder het kind te helpen. De kinderen waren gemiddeld zes minuten bezig met de taak.

De kinderen in de controlegroep maakten drie rechte tandwielbanen. De kinderen in de experimentele groep maakten drie kronkelbanen zoals weergegeven in bijlage 2. De tandwielbanen waren zo geconstrueerd dat de complexiteit van de banen toenam. De eerste taak was het simpelst doordat de baan het kortst was en er grote tandwielen gebruikt werden. De tweede baan was langer dan de eerste baan, hier werden ook grote tandwielen gebruikt. De derde taak was het meest gecompliceerd doordat deze het langst was en er kleine tandwielen gebruikt werden.

Analyse

Er is besloten een Repeated Measure ANOVA (RMA) uit te voeren om vast te kunnen stellen of een kind een hoger inzichtniveau verkrijgt naarmate het langer met de taken bezig is en om de verwachting dat jongens een hoger inzichtniveau laten zien dan meisjes, te kunnen toetsen. Middels een RMA is het mogelijk om een vergelijking tussen groepen te maken en daarbij de invloed van tijd en sekse op de mate van inzicht vast te stellen. De data voldoen aan de assumpties (sphericiteit, normale verdeling, gelijke variantie en meetniveau van de variabelen). Het ‘gemiddelde inzichtniveau’ (niveau 1 tot en met 6) was de afhankelijke variabele in de analyse. ‘Conditie’ (rechte- of kronkel baan) en ‘sekse’ (jongen of meisje) waren de between-subject factoren en daarmee de onafhankelijke variabelen. De within-subject factor was ‘exploratietijd’. Hiervoor is de tijdsduur per trial (trial 1, 2 en 3) gebruikt. Vervolgens konden de data van de drie trials worden vergeleken.

Resultaten

Uit de resultaten van de RMA bleek dat er een hoofdeffect was van ‘exploratietijd’ op het verkregen inzichtniveau ($F(2,33) = 14.198, p = .001, \eta^2 = .463$). Dit betekent dat

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

exploratietijd van invloed was op het inzichtniveau. Daarnaast was er ook een significant verschil in inzichtniveau tussen trial 1 en 2 ($F(1,34) = 14.871, p = .001, \eta^2 = .304$) en tussen trial 1 en 3 ($F(1,34) = 20.839, p = .001, \eta^2 = .380$). Met andere woorden, het inzichtniveau nam toe van trial 1 naar trial 2 en van trial 1 naar 3 in beide condities. Er werd geen significant verschil gevonden tussen trial 2 en 3 ($F(1,34) = .243, p = .625, \eta^2 = .007$). Ook was er een hoofdeffect van ‘conditie’ ($F(1,34) = 6.987, p = .012, \eta^2 = .170$) op inzichtniveau. Kinderen die rechte banen maakten, lieten gemiddeld een hoger inzichtniveau zien dan de kinderen die de kronkel banen maakten. Daarbij was er een interactie-effect van ‘exploratietijd’ en ‘conditie’ op inzichtniveau ($F(2,33) = 5.642, p = .008, \eta^2 = .255$) (tabel 1). Het inzichtniveau nam toe over tijd voor de rechte conditie. Het gemiddelde inzichtniveau was op de rechte trial consistent hoger vergeleken met de kronkelconditie. In de kronkelconditie is er eerst een toename te zien en vervolgens een afname van inzichtniveau van trial 2 naar 3. Ook is te zien dat het inzichtniveau van de kinderen die de kronkel banen maakten, significant hoger was in trial 3 dan in trial 1.

Tabel 1

Gemiddelde score en Standaarddeviatie op Inzichtniveau naar Exploratietijd

| Exploratietijd | Conditie | |
|-------------------------------|--------------|--------------|
| | Recht | Kronkel |
| Trial 1 | 3.523 (.656) | 2.954 (.306) |
| Trial 2 | 3.554 (.746) | 3.409 (.376) |
| Trial 3 | 3.724 (.642) | 3.315 (.642) |
| Gemiddelde trial 1, 2 en 3 | 3.600 | 3.226 |

Er bleek er een hoofdeffect te zijn van ‘seksse’ op inzichtniveau ($F(1,34) = 10.072, p = .003, \eta^2 = .229$). Wat betekent dat ‘seksse’ de mate van verkregen inzicht beïnvloedde. Meisjes lieten een gemiddeld lager inzichtniveau (per trial) zien (3,188) dan jongens (3,638) zoals te zien in tabel 2. Het inzichtniveau van meisjes liep op over de 3 trials. Bij jongens is er een afname te zien van trial 2 naar 3.

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

Tabel 2

Gemiddelde score en Standaarddeviatie op Inzichtniveau naar Sekse

| Exploratietijd | Sekse | |
|-------------------------------|---------------|---------------|
| | Jongens | Meisjes |
| Trial 1 | 3,417 (0.750) | 3,060 (0.396) |
| Trial 2 | 3,785 (0.720) | 3,178 (0.391) |
| Trial 3 | 3,712 (0.695) | 3,327 (0.319) |
| Gemiddelde trial 1, 2 en 3 | 3,638 (.118) | 3,188 (.079) |

Er bleek ook een interactie-effect te zijn tussen ‘seksse’ en ‘conditie’ ($F(1,34) = 7.346$, $p = .010$, $eta^2 = .178$). In tabel 3 is te zien dat jongens op beide condities en op de drie trials een gemiddeld hoger inzichtniveau lieten zien dan meisjes. Wanneer gekeken wordt naar het verloop per trial, is te zien dat het inzichtniveau van zowel jongens als meisjes gestegen is in trial 3 ten opzichte van trial 1 in beide condities. Jongens lieten een afname van inzichtniveau zien van trial 2 naar trial 3 in de kronkelconditie. Bij meisjes was dit niet het geval. Er was geen sprake van een interactie-effect van ‘exploratietijd’ en ‘seksse’ op het inzichtniveau ($F(2,33) = 1.930$, $p = .161$, $eta^2 = .105$).

Tabel 3

Gemiddelde score en Standaarddeviatie op Inzichtniveau naar Sekse per Conditie

| Exploratietijd | Conditie | | | |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Rechte baan | | Kronkel baan | |
| | Jongens | Meisjes | Jongens | Meisjes |
| Trial 1 | 3,871 (.208) | 3,079 (1.29) | 2,962 (.176) | 2,945 (.129) |
| Trial 2 | 4,029 (.224) | 3,175 (.139) | 3,540 (.190) | 3,277 (.139) |
| Trial 3 | 4,150 (.181) | 3,297 (.112) | 3,274 (.153) | 3,357 (.112) |
| Gemiddelde trial 1, 2 en 3 | 4,017 (.180) | 3,184 (.111) | 3,259 (.152) | 3,193 (.111) |

Discussie

In deze studie is onderzoek gedaan naar het exploratiegedrag van tienjarigen tijdens het uitvoeren van de techniektaken, waarbij specifiek is gekeken naar het proces van

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

verkregen inzicht over tijd, het verband tussen verkregen inzicht en exploratie-intensiteit en de verschillen tussen jongens en meisjes.

Om de eerste hypothese te beantwoorden, is er een RMA uitgevoerd. Onderzocht is wat de invloed is van 'exploratietijd' op het verkregen inzichtniveau. Verwacht werd dat naarmate een kind langer met de taken bezig was, het kind een hoger inzichtniveau bereikte. Uit de analyse bleek dat 'exploratietijd' het verkregen inzichtniveau beïnvloedde. Het verkregen inzichtniveau tussen trial 1 en trial 2 en tussen trial 1 en 3 nam toe in beide condities. De kinderen die de kronkelbaan maakten, lieten echter een kleine afname in inzichtniveau zien van trial 2 naar 3. Geconcludeerd kan worden dat kinderen een hoger inzichtniveau op de laatste trial hadden en dat zij dus meer inzicht verkregen naarmate zij langer met de taken bezig waren. Hieruit blijkt dat het inzichtniveau van een kind stijgt naarmate het kind langer bezig is met de taken (Alibali, et al., 2011; Chu & Kita, 2008; 2011; Dixon & Bangert, 2002; 2004; Dixon & Dohn, 2003; Metz, 1991). Opvallend was dat de stijging van inzichtniveau van trial 1 naar 3 groter was bij de kinderen die kronkelbanen maakten, in vergelijking met de kinderen die rechte banen maakten. De kinderen in deze conditie lieten meer progressie zien. Het is interessant om te onderzoeken of deze progressie zich voortzet over tijd wanneer er meer trials worden toegevoegd aan het onderzoek. Mogelijk blijkt dat kinderen na verloop van tijd uiteindelijk meer inzicht verkrijgen wanneer zij kronkelbanen maken.

Naast een effect van exploratietijd op het inzichtniveau, bleek ook 'conditie' van invloed te zijn op het verkregen inzichtniveau over tijd. Kinderen die rechte tandwielbanen maakten, bereikten gemiddeld een hoger inzichtniveau dan de kinderen die kronkelbanen maakten. Kinderen leken de kronkelbanen moeilijker te vinden dan de rechtebanen. Dit kan verklaard worden doordat de kronkelbanen langer waren en er meer mogelijkheden waren om de van te voren geplaatste tandwielen met elkaar te verbinden.

Binnen de 'kronkelconditie' is daarbij opvallend dat er een stagnatie te zien is in inzichtniveau van trial 2 naar 3. De kinderen bleken onvoldoende in staat het opgedane inzicht uit de eerdere trials toe te passen in de derde trial en de progressie voort te zetten. Het verkrijgen van een hoger inzichtniveau bij trial 3 bleek niet haalbaar te zijn. Dit sluit aan bij de theorie van Vygotsky (1978) dat kinderen leren door hen iets aan te bieden wat net buiten de huidige mogelijkheden ligt maar wel haalbaar is. De verklaring van Yan en Fischer (2007) kon hier niet opgaan omdat de taken niet vergelijkbaar waren. Zij stelden dat wanneer een verworven vaardigheid wordt beheerst, deze stabiel is en dan ook wordt ingezet bij vergelijkbare taken. De resultaten van de kinderen die de rechte tandwiel banen maakten,

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

bevestigen de verklaring van Yan en Fischer (2007) daarentegen wel. Het inzichtniveau liep namelijk op naarmate kinderen langer met de taken bezig waren, over de trials heen. Er kan gesteld worden dat de trials binnen deze conditie meer vergelijkbaar waren dan de trials in de andere conditie.

Voor de tweede hypothese kon geen statistische analyse uitgevoerd worden vanwege de geringe betrouwbaarheid van het construct exploratie-intensiteit. De conclusies zijn enkel gebaseerd op basis van de literatuurstudie en de aangenomen eerste hypothese. Deze studies suggereren dat er een verband is tussen exploratie-intensiteit en het verkregen inzicht (Alibali et al., 2011; Chu & Kita, 2008, 2011; Metz, 1991). Zij geven aan dat minder inzicht leidt tot een toename van exploratie-intensiteit en meer inzicht leidt tot een afname van exploratie-intensiteit. Het verband tussen tijd en verkregen inzichtniveau is reeds aangetoond binnen deze studies. Kinderen verkrijgen naarmate ze langer bezig zijn met de taken, een hoger inzichtniveau. Wanneer we dit koppelen aan de conclusies over inzichtverwerving hierboven, mag op basis van de literatuur met betrekking tot exploratie-intensiteit, verwacht worden dat naarmate kinderen langer bezig zijn met de taken, dit zal leiden tot een afname in exploratie-intensiteit aangezien zij door het hogere inzichtniveau hoofdzakelijk de ‘affordances’ gebruiken die zij nodig hebben om de taken op te lossen (Alibali et al., 2011; Chu & Kita, 2008; 2011). Nader onderzoek is nodig om deze verwachting te bevestigen.

Naast onderzoek naar de variabelen exploratie-intensiteit en inzichtverwerving voor de gehele groep, is er ook onderzocht wat de verschillen zijn tussen jongens en meisjes met betrekking tot deze variabelen. Middels een RMA is onderzocht of jongens een hoger inzichtniveau lieten zien dan meisjes. Uit de resultaten blijkt dat sekse het inzichtniveau beïnvloedde. Daarbij is te zien dat jongens een gemiddeld hoger inzichtniveau lieten zien dan de meisjes, wat overeen komt met de verwachting dat jongens door het socialisatieproces meer inzicht ontwikkelen in W&T dan meisjes (Delfos, 2004; Crowley, et al., 2001; Leaper & Friedman, 2007; Maccoby, 2000; Wood, et al., 2002; Milgram, 2007). Meisjes worden doorgaans minder gestimuleerd op dit gebied en doen andere leerervaringen op dan jongens (Milgram, 2007).

Opvallend is, dat de jongens die de kronkelbanen maakten van trial 2 naar trial 3 geen toename in inzicht lieten zien, in tegenstelling tot de meisjes. Bij hen is wel een toename in inzichtniveau te zien. Dit is ook terug te zien wanneer er onderscheid gemaakt wordt per conditie. Het inzichtniveau van meisjes bleef toenemen terwijl het inzichtniveau van de jongens leek te stagneren. Dit duidt er op dat meisjes het verkregen inzicht vanuit trial 1 en 2 mogelijk beter konden toepassen in de derde trial. Daarbij lijkt de stagnatie in inzichtniveau

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

van trial 2 naar 3 in de kronkelconditie dus met name veroorzaakt te worden door de jongens. In vervolg onderzoek kan bekeken worden of deze trend ook dan zichtbaar is. Mogelijk komen meisjes uiteindelijk op hetzelfde niveau, of zelfs tot een hoger niveau dan jongens.

Zoals eerder beschreven, kon er voor de hypothesen ten aanzien van exploratie-intensiteit geen statistische analyse uitgevoerd worden. Op basis van de literatuur werd verwacht dat jongens een lagere mate van exploratie-intensiteit zouden laten zien dan meisjes wanneer zij techniektaken uitvoerden. Jongens hebben namelijk meer ervaring met techniektaken dan meisjes ten gevolge van het socialisatieproces, wat leidt tot een hoger niveau van inzicht (Dixon & Bangert, 2002; 2004, Dixon & Dohn, 2003; Metz, 1991). Jongens hebben hierdoor minder handelingen en manipulaties nodig om de taken uit te voeren (Alibali et al., 2011; Chu & Kita, 2008; 2011). Nader onderzoek is nodig om deze verwachting te bevestigen.

Het huidige onderzoek kent enkele beperkingen. Het eerste zwakke punt binnen dit onderzoek was de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de video-codering voor het construct exploratie-intensiteit. Ondanks de overeenstemming tussen de onderzoekers is de consistentie voor exploratie-intensiteit als onvoldoende gekwalificeerd (Landis & Koch, 1977) en kon dit construct niet worden meegenomen in de analyse. Het coderen is interpretatiegevoelig gebleken ondanks de codeertraining, het protocol en de gemaakte onderlinge afspraken. De uiteenlopende interpretaties van een handeling waren herkenbaar bij een groot aantal filmpjes waarbij kinderen gedurende een lange tijd materialen in hun handen hadden en minuscule bewegingen met de vingers maakten. Om de betrouwbaarheid in toekomstig onderzoek te vergroten wordt onderzoekers aangeraden om tot een eenduidige interpretatie van het begrip handeling te komen, alvorens te gaan coderen. Ook zou de betrouwbaarheid vergroot kunnen worden door minder beoordelaars in te zetten bij het coderen, of iedere beoordelaar slechts één specifieke variabele te laten coderen in plaats van meer.

Ten tweede waren de resultaten van de kinderen die de kronkelbanen maakten lastig te interpreteren omdat de trials vanwege de toename in complexiteit niet altijd goed vergelijkbaar waren. Dit betreft voornamelijk trial 3 waar het verkregen inzichtniveau leek te stagneren en mogelijk onvoldoende aansloot bij de eerste twee trials. Om het gevonden verband tussen exploratietijd en inzichtverwerving te kunnen bevestigen, wordt vervolgonderzoek aanbevolen met trials waarbij het niveau en de complexiteit meer vergelijkbaar zijn. Het is interessant om nader te bekijken of kinderen meer inzicht verkrijgen over tijd wanneer zij bijvoorbeeld aan de slag gaan met drie trials van hetzelfde niveau of

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

wanneer de complexiteit in geringe mate oploopt over de trial, maar wel dusdanig dat het niveau haalbaar blijft voor de kinderen.

Ten derde was er sprake van een kleine steekproef die de populatie onvoldoende representeert. De generaliseerbaarheid van het onderzoek is beperkt te noemen. Op basis van deze steekproef kunnen er enkel voorzichtige conclusies getrokken worden. Ten vierde was ook de verhouding jongens - meisjes ongelijk binnen de experimentele- en controlegroep. Hierdoor waren de groepen in mindere mate vergelijkbaar. Dit heeft de betrouwbaarheid van de vergelijkingen tussen de groepen beperkt. Vervolg onderzoek met een grotere, aselechte steekproef van tienjarigen is gewenst om de gevonden resultaten te bevestigen en de generaliseerbaarheid te vergroten. Hierbij is het belangrijk dat de verhouding jongens - meisjes gelijk is en dat de jongens en meisjes gelijk verdeeld worden over de controle- en experimentele groep. In vervolgonderzoek zou, bij een ongelijke verdeling, 'matchen' gebruikt kunnen worden om de jongens en meisjes gelijk te verdelen.

Een sterk punt van dit onderzoek is dat de kinderen tijdens het experiment zijn opgenomen op video. Dit maakte het mogelijk om op een later tijdstip de video's opnieuw zorgvuldig te bekijken en te coderen nadat overeenstemming verkregen was tussen de onderzoekers. Verder zijn er bij de leeftijd passende materialen gebruikt en hebben kinderen geleerd van de techniektaken. Dit is te zien aan het inzichtniveau dat opliep per trial en per conditie. Een uitzondering hierop is de derde trial van de kronkelbaan, waar het inzichtniveau, van met name de jongens, stagneerde. Deze trial was mogelijk te complex voor de doelgroep. De techniektaken zijn van tevoren getest door middel van een pilot met vijf kinderen in dezelfde leeftijdscategorie; op basis hiervan zijn de taken bijgesteld. Ook is ervoor gezorgd dat de respondenten niet afgeleid werden tijdens het uitvoeren van de taken en was er weinig tot geen inmenging van de testleider. Hierdoor zijn de kinderen tijdens het uitvoeren van de taken zo min mogelijk beïnvloed. Het experiment is op basis van een vooraf opgesteld protocol uitgevoerd waardoor de respondenten steeds op vergelijkbare wijze zijn benaderd door de onderzoekers. Ook hebben de respondenten de taken uitgevoerd onder dezelfde condities. Dit vergroot de betrouwbaarheid van de resultaten doordat er in dit opzicht geen verschil optreedt tussen de groepen dat de uitkomsten kan beïnvloeden en doordat de invloed van storende variabelen in beide groepen even groot is.

De invloed van leeftijd zou nader onderzocht kunnen worden. Het is mogelijk interessant om de veranderingen in exploratiegedrag van kinderen van verschillende leeftijden te bekijken en te vergelijken. Mogelijk treden er veranderingen op in exploratiegedrag naarmate kinderen ouder worden. Ten aanzien van de invloed van sekse zou

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

het interessant kunnen zijn om het huidige onderzoek te herhalen waarbij de kinderen wederom gevraagd wordt techniektaken uit te voeren, maar dan met speelgoed dat gericht is op meisjes. Mogelijk heeft dit invloed op het exploratiegedrag en laten meisjes hierdoor een hoger niveau van inzicht zien wat verklaard zou kunnen worden door het socialisatieproces.

Middels deze thesis is het gelukt om een voorlopig antwoord te formuleren op de onderzoeksvraag: *'Is er een invloed van exploratietijd en sekse op het exploratiegedrag van tienjarigen in relatie tot het kennisdomein W&T?'* Uit dit onderzoek komt naar voren dat exploratietijd van invloed is op het exploratiegedrag van kinderen. Hoe langer kinderen bezig zijn met de techniektaken, hoe meer inzicht ze uiteindelijk verkrijgen. Ook bleek sekse van invloed te zijn op inzichtverwerving. Meisjes verkregen gemiddeld een lager inzichtniveau dan jongens tijdens het uitvoeren van de techniektaken. Dit kan verklaard worden door het socialisatieproces dat jongens en meisjes doorlopen. Opvallend was dat het inzichtniveau van de meisjes ook in de kronkelconditie opliep, terwijl jongens een stagnatie lieten zien op trial 3. De hypothesen met betrekking tot exploratie-intensiteit konden niet worden onderzocht middels analyse omdat dit construct onvoldoende consistent bleek. Mogelijk vervolgonderzoek naar deze verbanden is gewenst.

Op basis van de resultaten en het antwoord op de hoofdvraag, kan geconcludeerd worden dat scholen kinderen al op jonge leeftijd structureel in aanraking dienen te brengen met W&T omdat dit ervoor zorgt dat kinderen meer inzicht op dit gebied ontwikkelen. Dit geldt met name voor meisjes omdat zij door seksesocialisatie minder basisvaardigheden en inzicht ontwikkelen dan jongens. Daarbij kiezen met name weinig meisjes voor een toekomst in de W&T en valt hier mogelijk nog veel winst te behalen (Delfos, 2004; Crowley et al., 2001; Huijts & Wolbers, 2006; Leaper & Friedman, 2007; Maccoby, 2000; Milgram, 2007; Volman et al., 2010; Wood et al., 2002). Ook leidt meer kennis over W&T tot een positievere attitude tegenover het kennisdomein. Hierdoor zullen kinderen mogelijk sneller kiezen voor een carrière in deze richting en meer kennis ontwikkelen wat leidt tot betere prestaties (Barnett & Belfield, 2006; Crawley & Black, 1992; Eshach & Fried, 2005). Door kinderen te stimuleren om meer te exploreren op het gebied van W&T, kan de talentontwikkeling op dit gebied vergroot worden (European Commission, 2003) wat de huidige kenniseconomie van Nederland zal versterken.

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

Literatuur

- Alibali, M. W., Spencer, R. C., Knox, L., & Kita, S. (2011). Spontaneous gestures influence strategy choices in problem solving. *Psychological Science*, *22*, 1138-1144.
doi:10.1177/0956797611417722
- Anderson, M.L. Embodied Cognition: A field guide. *Artificial Intelligence*, *149*, 91-130.
- Barnett, W. S., & Belfield, C. R. (2006). Early Childhood Development and Social Mobility. *The Future of Children*, *16*, 73-98.
- Barral, J., & Debu, B. (2000). Hand and gender differences in the organization of aiming in 5-year-old children. *Neuropsychological*, *40*, 152–161.
- Blakemore, J. E., & Centers, R. E. (2005). Characteristics of boys' and girls' toys. *Sex` Roles*, *53*, 619-633. DOI:10.1007/s11199-005-7729-0
- Block, J. H. (1983). Differential premises arising from differential socialization of the sexes: Some conjectures. *Child Development*, *54*, 1335–1354.
- Calais, G. (2008). Microgenetic analysis of learning: Measuring change as it occurs. *National Forum of Applied Educational Research Journal*, *21*, 1-7.
- Caruso, D. A. (1993). Dimensions of quality in infants' exploratory behavior: Relationships to problem-solving ability. *Infant Behavior and Development*, *16*, 441-454.
doi:10.1016/0163-6383(93)80003-Q
- Chu, M., & Kita, S. (2008). Spontaneous gestures during mental rotation tasks: Insights into the microdevelopment of the motor strategy. *Journal of Experimental Psychology*, *137*, 706-723. doi: 10.1037/a0013157
- Chu, M., & Kita, S. (2011). The nature of gestures' beneficial role in spatial problem solving. *Journal of Experimental Psychology*, *140*, 102-116.
- Crawley, F. E., & Black, C. (1992). Causal modeling of secondary students' intention to enroll in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*, 585–599.
- Crowley, K., Callanan, M. A., Tenenbaum, H. R., & Allen, E. (2001). Parents explain more often to boys than to girls during shared scientific thinking. *Psychological Science*, *12*, 258-261. doi: 10.1111/1467-9280.00347
- Daldry, A. D., & Russell, P. A. (1982). Sex differences in the behavior of preschool children with novel and familiar toys. *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development*, *141*, 3-6. doi:10.2466/PR0.80.1.179-188
- De Bordes, P. F. (2013). Protocol Tandwielexperiment. Ongepubliceerde handleiding, Faculteit der Sociale Wetenschappen, Universiteit Utrecht, Utrecht, Nederland.

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

- Dekkers, H. (1990). *Seksespecifieke studiekeuzen in het wetenschappelijk onderwijs*. Nijmegen: ITS.
- Delfos, M. F. (2004). Een jongen is geen meisje. *De wereld van het jonge kind*, 183-186. Lisse: Harcourt Book Publishers.
- Dixon, J. A., & Bangert, A. S. (2002). The prehistory of discovery: Precursors of representational change in solving gear-systems problems. *Developmental Psychology*, 38, 918-933.
- Dixon, J. A., & Bangert, A. S. (2004). The spontaneous discovery of a mathematical relation during problem solving. *Cognitive Science*, 28, 433-449.
- Dixon, J. A., & Dohn, M. C. (2003). Redescription disembeds relations: Evidence from relational transfer and use in problem solving. *Memory & Cognition*, 31, 1082-109.
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood?. *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315–336.
- European Commission (2003). *Third European report on science and technology indicators: Toward a knowledge-based economy*. Brussels, Belgium.
- Fischer, K. W. (1980). A theory of cognitive development: The control and construction of hierarchies of skills. *Psychological Review*, 87, 477-531. doi:10.1037/0033-295X.87.6.477
- Fischer, K. W., & Bidell, T. R. (2006). Dynamic development of psychological structures in action and thought. In W. Damon & R.M. Lerner (Eds.). *Handbook of child psychology (Fifth edition)*. Volume 1: Theoretical models of human development (pp. 467-561). New York: Wiley.
- Gibson, E. J. (2001). *Perceiving the affordances: A portrait of two psychologists*. Boston: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Iverson, J. M. & Thelen, E. (1999). Hand, mouth, and brain: The dynamic emergence of speech and gesture. *Journal of Consciousness Studies*, 6, 19-40.
- Karrass, J. A. N., Braungart-Rieker, J. M., Mullins, J., & Lefever, J. B. (2002). Processes in language acquisition: The roles of gender, attention, and maternal encouragement of attention over time. *Journal of Child Language*, 29(3), 519-543.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174.

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

- Leeper, C., & Friedman, C. K. (2007). The socialization of gender. In J. Grusec (Eds.). *The handbook of socialization: Theory and research*, 561-587. New York: Guilford.
- Léna, P. (2006). Erasmus Lecture 2005. From science to education: the need for a revolution. *European Review*, 14(1), 3–21.
- Libertus, K., & Needham, A. (2010). Teach to reach: The effects of active versus passive reaching experiences on action and perception. *Vision Research*, 50, 2750–2757.
- Lytton, H., & Romney, D. M. (1991). Parents' differential socialization of boys and girls: A meta-analysis. *American Psychological Association*, 109, 267-296.
- Maccoby, E. E. (2000). Perspectives on gender development. *International Journal of Behavioral Development*, 24, 398-406. doi:10.1080/016502500750037946
- Mascolo, M. F., & K. W. Fischer (1999). The development of representational the Coordinating of Component Systems of Action. In: Sigel, I.E. (ed.). *Development of Mental Representation*. Londen: Lawrence Erlbaum Associates publishers.
- Mayes, L. C., Carter, A. S., & Stubbe, D. (1993). Individual differences in exploratory behavior in the second year of life. *Infant Behavior and Development*, 16, 269-284. doi:10.1016/0163-6383(93)80035-7
- McCall, R. B. (1974). Exploratory manipulation and play in the human infant. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 39, 1-88.
- Meindertsma, H. B., Van Dijk, M. W. G., Steenbeek, H. W., & Van Geert, P. L. C. (2012). Application of skill theory to compare scientific reasoning of young children in different tasks. *Netherlands Journal of Psychology*, 67, 9-19.
- Metz, K. E. (1991). Development of explanation: Incremental and Fundamental Change in Childrens' Physics Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 785-797.
- Milgram, D. (2007). *Gender differences in learning style specific to science, technology, engineering and math*. Beschikbaar via: <http://ezinearticles.com/?Gender-Differences-In-Learning-Style-Specific-To-Science,-Technology,-Engineering-And-Math---Stem&id=658953>
- Pisula, W. (2009). *Curiosity and information seeking in animal and human behavior*. Brown Walker Press, Florida, USA.
- Pomerleau, A., Malcuit, G., & Séguin, R. (1992). Five-month-old girls' and boys' exploratory behaviors in the presence of familiar and unfamiliar toys. *The Journal of Genetic Psychology*, 153, 47-61.
- Raat, J. H. (1988). *Onderwijs in techniek*. Technische Universiteit Eindhoven, 1-30.

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

- Schwartz, M. S., & Fischer, K. W. (2005). Building general knowledge and skill: Cognition and microdevelopment in science learning. In A. Demetriou & A. Raftopoulos (Eds.). *Cognitive developmental change: Theories, models, and measurement*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Siegler, R.S. (2002). Microgenetic studies of self-explanation. In N. Granott, & J. Parziale (Eds.). *Microdevelopment: Transition processes in development and learning*. (pp 31-58). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Smith, L., & Gasser, M. (2005). The development of embodied cognition: Six lessons from babies. *Artificial Life*, 11, 13-29.
- Steenbeek, H., & Bos, J. (2009). *Mediacoder*. Rijksuniversiteit Groningen: Instrumentatiedienst Psychologie (computer software).
- Stoffregen, T. A. (2000). Affordances and events: Theory and research. *Ecological Psychology*, 12, 93-107. doi:10.1207/S15326969ECO1201_11
- Talentenkracht (2008). *Curious minds: An innovative interface between scientific disciplines and children's development*. Ongepubliceerd manuscript. Verkregen Mei 20, 2013 van www.platformbetatechniek.nl
- Tenenbaum, H. R., & Leaper, C. (2003). Parent-child conversations about science: The socialization of gender inequities? *Developmental Psychology*, 39, 34-47. doi: 10.1037/0012-1649.39.1.34
- Thelen, E. (2000). Grounded in the world: developmental origins of the embodied mind. *Infancy*, 1, 3-28.
- Van Oers, P. (2010). Kinderen in (spiegel)beeld: Bètatalenten van jonge kinderen. *Rekenwiskundeonderwijs: Onderzoek, Ontwikkeling en Praktijk*, 29(3), 3-11.
- Volman, M., Van Eck, E., & Ten Dam, G. (2010). Girls in science and technology: The development of a discourse. *Gender and Education*, 7(3), 283-292.
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.), Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Warps, J. H. J. M. (2001). *Kiezen voor bèta in het wetenschappelijk onderwijs: Een onderzoek naar de keuze voor zachte- en harde bètaopleidingen door vwo-wo doorstromers*. Nijmegen: IOWO.
- Willems, E., & Grip, A. de (1995). Jongeren en techniek: Waardering, beeldvorming en studie en beroepskeuze. *Mens & Maatschappij*, 70, 23-40.

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 625-636.
- Wood, E., Desmarais, S., & Gugula, S. (2002). The impact of parenting experience on gender stereotyped toy play of children. *Sex roles*, 47, 39-49. doi: 10.1023/A:1020679619728
- Yan, Z., & Fischer, K. W. (2002). Always under construction: Dynamic variations in adult cognitive microdevelopment. *Human Development*, 45, 141–160.
- Yan, Z., & Fischer, K. W. (2007). Pattern emergence and pattern transition in microdevelopmental variation: Evidence of complex dynamics of developmental processes. *Journal of Developmental Processes*, 2, 39-62.

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

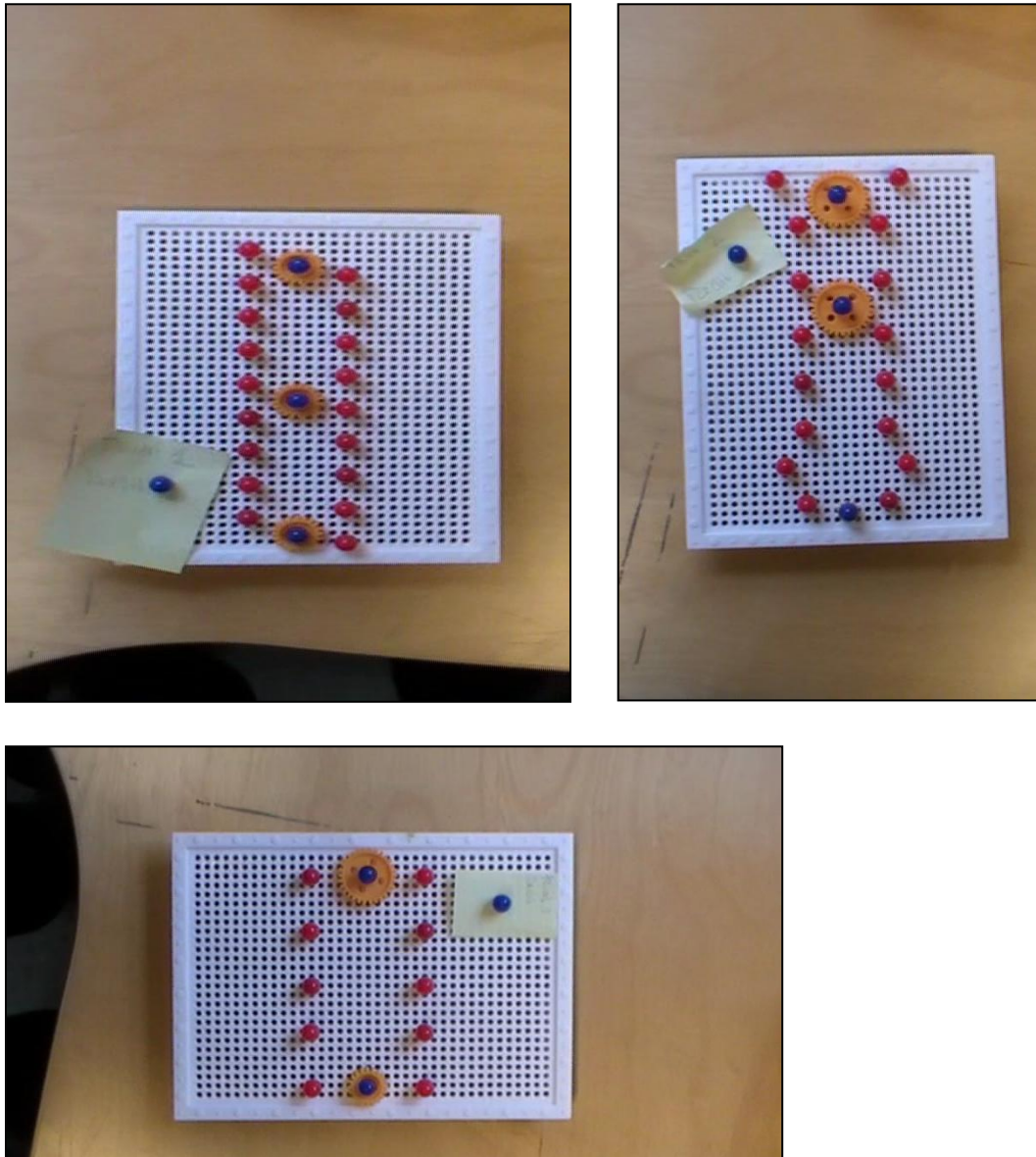
Bijlage 1: Protocol Tandwielexperiment

Hieronder volgt een beknopte omschrijving van de verschillende inzichtniveaus op basis van de Fischer scale (Fischer, 1980) die in dit onderzoek gebruikt zijn om het observeerbare gedrag te coderen. Dit is gekoppeld aan de techniektaken die de kinderen uitvoeren.

- Niveau 0: Niets doen of kijken. Er worden geen acties uitgevoerd
- Niveau 1: Sensomotorische actie. Op zichzelf staande simpele acties. Bijv. tandwiel of pin of mat vastpakken of neerleggen.
- Niveau 2: Sensomotorische mapping. Het combineren van acties/objecten zonder causatie. Bijv. een tandwiel en pin tegelijkertijd of vlak achter elkaar in handen hebben.
- Niveau 3: Sensomotorisch systeem. Het combineren van acties/ objecten wat zorgt voor causatie door actie zelf. Bijv. aan een tandwiel draaien die op de mat staat.
- Niveau 4: Enkele representatie. Het combineren van acties/ objecten wat zorgt voor causatie via object. Bijv. één tandwiel laten draaien door aan een ander tandwiel te draaien.
- Niveau 5. Representationele mapping. Het combineren van acties/ objecten wat zorgt voor causatie met tussenstap. Bijv. een tandwiel aandraaien zodat een tweede minstens een derde tandwiel gaan draaien.
- Niveau 6. Representationele systeem. Acties waaruit blijkt dat het kind het gehele mechanisme begrijpt. Bijv. aan een eerste tandwiel draaien en tegelijkertijd de draairichting van een 3^{de} /5^{de} /7^e tandwiel observeren.

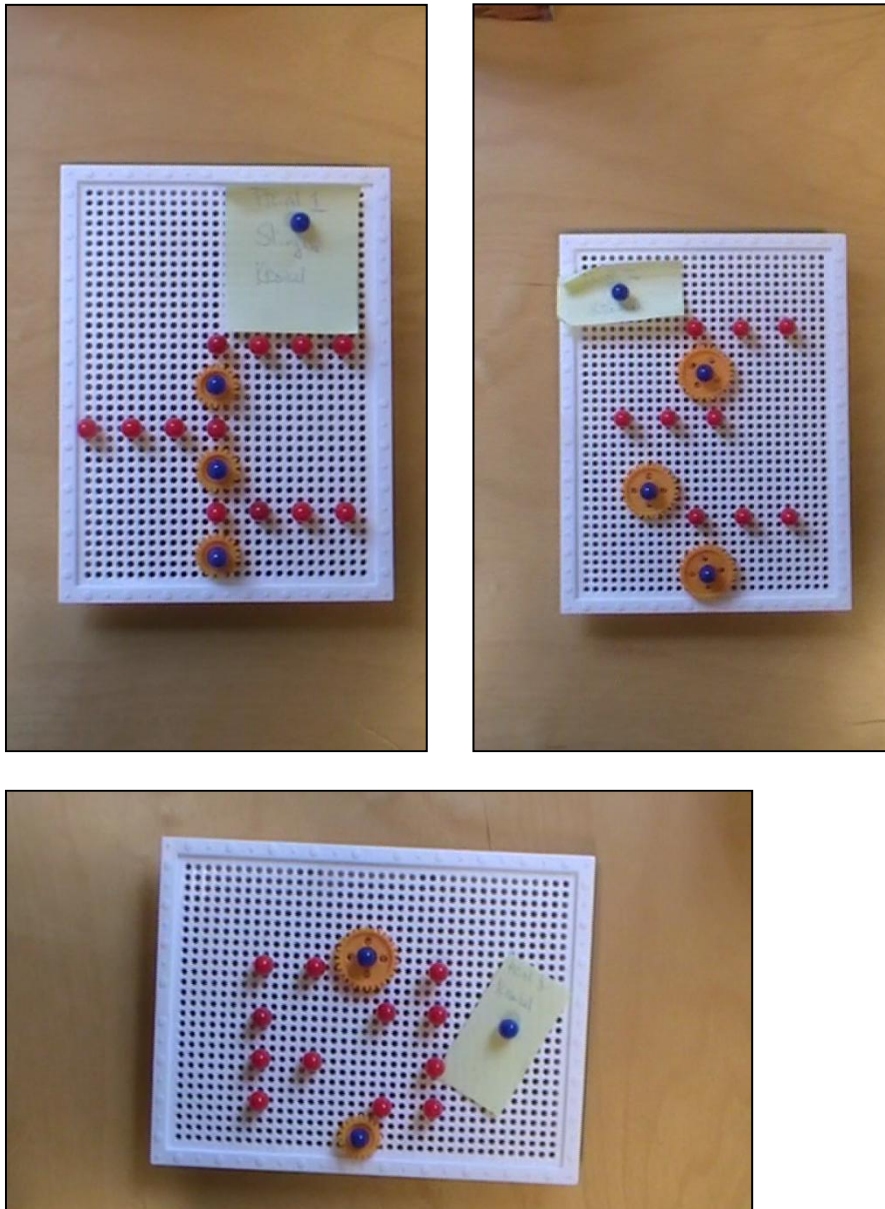
EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE

Bijlage 2: Tandwieltaken per conditie



Figuur 1. Opzet van trial 1, 2 en 3 van de conditie 'rechte baan' (De Bordes, 2013).

EXPLORATIEGEDRAG EN DE INVLOED VAN EXPLORATIETIJD EN SEKSE



Figuur 2. Opzet van trial 1, 2 en 3 van de conditie 'kronkelbaan' (De Bordes, 2013).