

Design van abstracte instructie en het effect van abstractie op leeractiviteiten

Case study

Jiska Budding
Universiteit Twente

Samenvatting

In deze case study wordt het verband onderzocht tussen de mate van abstractie van instructie en de diepte van verwerking van leeractiviteiten. Leeractiviteiten met een dieper verwerkingsniveau (bijvoorbeeld cognitieve verwerkingsactiviteiten) zorgen voor een beter begrip en voor beter onthouden van de leerstof. Uit het onderzoek blijkt dat het ingewikkeld is om vorm te geven aan verschillende maten van abstractie in instructie. Er wordt een abstracte en concrete versie van een instructie om te leren perspectieftekenen ontwikkeld. Tijdens een hardop-denkeexperiment doorlopen deelnemers de instructie. De gevonden leeractiviteiten illustreren in welke situaties bepaalde typen leeractiviteiten kunnen plaatsvinden. Meer en grootschaliger onderzoek naar het verband tussen abstractie in instructie en de opgeroepen leeractiviteiten is nodig.

Inleiding¹

Aangezien de ontwikkeling en uitvoering van instructie veel tijd en geld kost, is het van belang dat instructie effectief is en efficiënt. Het primaire doel van instructie is dat er succesvol een leerproces doorlopen wordt. Leren valt daarbij te definiëren als een complex proces dat zich manifesteert als een relatief stabiele verandering in iemands gedrag (Boekaerts & Simons, 1995, p. 3). Deze gedragsverandering kan niet rechtstreeks worden waargenomen maar kan in veel gevallen met een test gemeten worden. Een prestatietest is een manier om zo'n gedragsverandering te meten. Als met zulke tests veranderingen gemeten worden geeft dat weliswaar aan dat er een leerproces heeft plaatsgevonden, maar dan is nog niet bekend wat de oorzaken zijn van zo'n verandering. Voor instructieontwikkelaars is het van belang om te weten wat ervoor zorgt dat de leerprocessen die zij beogen te bereiken met hun instructiematerialen ook plaatsvinden, en of deze zorgen voor de ontwikkeling van het gewenste begrip en inzicht.

Dit onderzoek heeft twee kanten. Enerzijds wordt in de theorie verkend op welke manier instructie meer of minder abstract gemaakt kan worden. Anderzijds wordt op basis daarvan een abstracte instructie en een concrete instructie ontwikkeld over het onderwerp perspectieftekenen. De leeractiviteiten die plaatsvinden bij het doorlopen van deze instructieversies tijdens een hardop-denken experiment worden geanalyseerd en beschreven. Dit onderzoek is verkennend van aard en de centrale vraag is:

Kan er iets gezegd worden over in hoeverre de mate van abstractie van instructie een rol speelt voor het soort leeractiviteiten dat plaatsvindt en de ontwikkeling van begrip van de leerstof?

Theoretisch kader

Het leerproces

Tijdens het leerproces vinden denkactiviteiten plaats die leiden tot leren. Deze noemen we leeractiviteiten. Het leerproces en daarmee ook de leeractiviteiten kan worden opgedeeld in drie fasen: het waarnemen, het begrijpen en onthouden en het toepassen.

Waarnemen. Tijdens de waarneemfase van het leerproces worden prikkels van buitenaf geregistreerd (horen, zien, lezen, voelen). Omdat onze aandacht te beperkt is om ons tegelijk op alle binnenkomende prikkels te richten moet onze aandacht selectief gericht worden op prikkels die relevant zijn voor het behalen van leerdoelen. Een lerende met meer voorkennis en ervaring zal naar verwachting beter in staat zijn om te bepalen op welke prikkels hij zijn aandacht het beste kan richten om bepaalde leerdoelen te bereiken.

Begrijpen en onthouden. Tijdens de tweede fase van het leerproces vinden activiteiten plaats die zorgen voor het begrijpen en onthouden van waargenomen informatie. De mate van begrip die benodigd is voor het behalen van leerdoelen is afhankelijk van de situatie. Voor het aanleren van feiten is in principe geen begrip benodigd. Begrijpen waarom feiten zijn zoals ze zijn kan nuttig zijn, maar dit is niet altijd

¹ Met dank aan dr. Hans van der Meij van de faculteit Gedragwetenschappen voor de begeleiding van dit onderzoek.

het geval (denk aan woorden leren). Voor sommige leerdoelen is wel diepgaand begrip benodigd. Om te meten of iemand diepgaand begrip heeft moeten de volgende zaken onderzocht worden:

1. wat de voorwaarden zijn van geldige toepassing (van acties);
2. wat de consequenties zijn van deze acties;
3. wat de relatie is tussen de acties en de ermee te bereiken doelen;
4. wat de relatie is tussen deze acties en doelen en natuurlijke wetten en andere principes. (Chi, Bassok, Lewis, Reimann, & Glaser, 1989, p. 151).

Onthouden vindt plaats wanneer nieuwe informatie die met het sensorisch geheugen is waargenomen vervolgens via het korte termijngeheugen wordt opgeslagen in het lange termijngeheugen. Voor onthouden is het essentieel dat de informatie betekenisvol is. Nieuwe informatie kan daarom het best geïntegreerd worden met kennis die reeds is opgeslagen in het lange termijngeheugen. Craik en Lockhart (1972) suggereren dat hoe dieper nieuwe informatie verwerkt wordt, des te meer waarschijnlijk het is dat deze informatie in het lange termijngeheugen terecht komt.

Bij begrip kan onderscheid gemaakt worden tussen begrip tijdens het doorlopen van de instructie en begrip na afloop van de instructie. De laatste soort heeft betrekking op retentie en transfer. Voor een succesvol leerproces is het nodig dat er zowel begrip is tijdens als na het leerproces. Voor instructieontwikkelaars is het van belang dat lerenden zowel tijdens het doorlopen van instructie als na afloop ervan diepgaand begrip hebben. Voor het meten van begrip na afloop van instructie kan al veel gemeten worden met een test korte en langere tijd na afloop van de instructie. Deze test zou dan moeten meten hoe goed de lerende in staat is om gelijksoortige en andersoortige problemen op te lossen. Het meten van begrip tijdens het doorlopen van instructie is wat lastiger. Een mogelijkheid is het gebruiken van een hardop denk-methode of het geven van zelfverklaringen tijdens het bestuderen van de instructie.

Toepassen. De derde fase van het leerproces is gericht op de toepassing van de opgedane kennis en vaardigheden in nieuwe situaties. Het leerproces is niet compleet zonder dat het geleerde gebruikt kan worden in gelijksoortige of andere situaties dan die waarin het geleerd is. Door te kijken of een lerende nieuwe opgedane kennis kunnen toepassen in nieuwe situaties kan bepaald worden of er sprake is van diepgaand begrip.

Beïnvloedende factoren voor het leerproces

Het leerproces kan door verschillende factoren beïnvloed worden. Deze zijn de leertaak, de leerlingkenmerken, de leeromgeving en de instructiekenmerken. Het is gangbaar dat de eerste drie factoren als gegeven beschouwd worden. In dit onderzoek staan de instructiekenmerken centraal. Dit zijn de didactische werkvormen en lesmethoden. Een leertaak kan op verschillende manieren worden vertaald in instructie. De keuzes die daarbij gemaakt worden zijn bepalend voor het soort leeractiviteiten waartoe de lerenden aangezet worden.

Leeractiviteiten

De leeractiviteiten die worden uitgevoerd tijdens een leerproces zijn een bepalende factor voor het ontstaan van begrip en inzicht. Leeractiviteiten zijn activiteiten waarmee nieuwe informatie verwerkt wordt door de lerende. Vermunt (1992) heeft verwerkingsactiviteiten ingedeeld in drie categorieën op basis van de functie die ze

hebben voor het leerproces. Dit zijn cognitieve en affectieve verwerkingsactiviteiten en metacognitieve regulatie-activiteiten. De cognitieve en affectieve verwerkingsactiviteiten leiden direct tot leerresultaten; de metacognitieve regulatie-activiteiten leiden indirect tot leerresultaten.

Cognitieve verwerkingsactiviteiten worden gebruikt om leerinhouden te verwerken. Ze zijn gericht op de inhoud van de leerstof en leiden direct tot leerresultaten in termen van kennis, inzicht, vaardigheid, en dergelijke. Hiertoe behoren activiteiten als het analyseren van leerstof en het leggen van verbanden tussen de nieuwe leerstof en eerder opgedane kennis.

Affectieve verwerkingsactiviteiten zijn gericht op gevoelens die optreden tijdens het leren en die het leren kunnen bevorderen of hinderen. Hiertoe behoren bijvoorbeeld het zichzelf kunnen motiveren en het zich kunnen concentreren.

Metacognitieve regulatie-activiteiten worden gebruikt voor het coördineren en controleren van leerprocessen en zijn gericht op het sturen van de cognitieve en affectieve verwerkingsactiviteiten. Voorbeelden van deze activiteiten zijn het evalueren en bijsturen van het eigen leerproces.

Voor een ontwerper van instructie is het relevant om te weten welke leeractiviteiten hij met zijn instructie het best kan proberen te bewerkstelligen om een bepaald type leerdoel te bereiken. Dit onderzoek is voornamelijk gericht op de leeractiviteiten die een grote kans geven dat lerenden inzicht verwerven.

Leeractiviteiten zijn niet allemaal even gemakkelijk uit te voeren. Leeractiviteiten die gericht zijn op het waarnemen (de eerste fase van het leerproces) vergen relatief weinig inspanning van de lerende. Daar tegenover staat dat leeractiviteiten die gericht zijn op begrijpen en onthouden (tweede fase) en op het toepassen van het geleerde (derde fase) over het algemeen meer inspanning vereisen. De inspanning die nodig is om de leeractiviteiten uit te voeren houdt verband met het verwerkingsniveau van de leeractiviteit.

Verwerkingsniveau van leeractiviteiten

Zoals hierboven al is vermeld worden leeractiviteiten gebruikt om nieuwe informatie te verwerken. Deze activiteiten kunnen verschillende niveaus van verwerking hebben. Activiteiten zoals het analyseren van stukken tekst en het leggen van verbanden met al eerder opgedane kennis en ervaringen hebben een diep verwerkingsniveau. Activiteiten zoals het memoriseren en herhalen van stukken tekst zijn activiteiten met een oppervlakkig verwerkingsniveau. Voor instructie met leerdoelen waarbij het verwerven van inzicht en diepgaand begrip van belang is, is het belangrijk dat de instructie aanzet tot leeractiviteiten die zorgen voor inzicht en diepgaand begrip. Leeractiviteiten met een diep verwerkingsniveau zorgen ervoor dat lerenden actiever omgaan met de leerstof. Door deze activiteiten zal de leerstof meer betekenis krijgen wat tot gevolg heeft dat lerenden de stof ook beter zullen begrijpen. Daarnaast zorgt dit ervoor dat de nieuwe informatie sneller in het lange termijngeheugen terechtkomt.

Het lijkt aannemelijk dat leeractiviteiten met een dieper verwerkingsniveau leiden tot een beter begrip. Dit wordt ook gesuggereerd door het onderzoek van Craik en Lockhart (1972) naar de relatie tussen diepte van verwerking en het geheugen. Zij stellen dat de verwerking van waargenomen stimuli verschillende stadia doorloopt. De beginstadia zijn vooral gericht op het analyseren van zintuiglijk waarneembare

kenmerken zoals vorm, kleur, richting en volume. Latere verwerkingsstadia zijn meer gericht op het vergelijken van de waargenomen kenmerken met eerder opgedane kennis. Deze latere stadia betreffen dus het herkennen van patronen en verbanden en betekenisgeving. Deze indeling naar een reeks niveaus van verwerking wordt vaak diepte van verwerking genoemd, waarbij een grotere diepte verwijst naar een grotere mate van semantische of cognitieve analyse (Craik & Lockhart, 1972). Deze verschillende stadia hoeven elkaar niet direct op te volgen. Soms wordt informatie herhaaldelijk op de beginniveaus verwerkt (lagere verwerkingsniveaus) en wordt de informatie niet op een dieper niveau verwerkt. Craik en Lockhart (1972) gaan ervan uit dat het meerdere malen herhalen op verschillende niveaus van verwerking ervoor zorgt dat kennis het best wordt onthouden en (belangrijker) ook beter weer is terug te vinden in het geheugen. Er zijn dan betere “sporen” of meer aanknopingspunten verbonden aan de opgeslagen kennis die het makkelijker maken om die kennis weer op te roepen in relevante situaties.

Leeractiviteiten waarbij lerenden meer actief met nieuwe informatie bezig zijn en zelf op zoek gaan naar betekenis en dit vergelijken en illustreren met reeds eerder opgedane kennis zorgen ervoor dat de kans groter is dat alle vier de aspecten van diepgaand begrip bereikt worden. Dit zorgt dus voor een meer volledig begrip. Een manier om ervoor te zorgen dat lerenden leeractiviteiten uitvoeren met een dieper verwerkingsniveau is de instructie abstracter te maken.

Abstractie in instructie

Het voorgaande ondersteunt de verwachting dat diepgaand begrip bereikt kan worden als lerenden leeractiviteiten uitvoeren met een dieper verwerkingsniveau. Om lerenden te stimuleren tot dergelijke leeractiviteiten kan instructie meer of minder abstract gemaakt worden. Nokes en Ohlsson (2005) geven aan dat er bij het toepassen van abstractie onderscheid gemaakt moet worden tussen abstractie van de leerstof (het object van de instructie) en abstractie van de instructie zelf. In abstracte leerstof gaat het om abstracte objecten en abstracte relaties tussen objecten. Als objecten aangeduid worden met termen waaruit niet kan worden opgemaakt om welk unieke exemplaar van het object het precies gaat, dan is er sprake van abstractie in de beschrijving van het object. Een voorbeeld van een zeer concreet object is “de auto met kenteken RY-18-VK”. Een voorbeeld van een meer abstract object is “een Volkswagen Golf is een leuke auto”. Naast abstracte objecten kunnen ook relaties tussen objecten abstract zijn. Als twee objecten met elkaar in verband worden gebracht en er wordt precies vermeld op welke manier deze objecten met elkaar in verband staan, dan is de relatie specifiek omschreven. Als details over de relatie achterwege worden gelaten, dan is de relatie abstract beschreven. In de zin: “opa’s auto staat in de buurt van het centraal station” is voor de toehoorder duidelijk om welke objecten het gaat, maar de relatie ertussen is niet specifiek.

Leerstof kan in meer of mindere mate abstract zijn. Een wiskundige vergelijking is een voorbeeld van abstracte feitenkennis omdat deze niet is toegepast op een specifieke situatie. Ook andere soorten leertaken dan feitenkennis kunnen abstract zijn. Een middel-doel beschrijving is een voorbeeld van abstracte procedurele kennis, en een recept voor het bakken van een appeltaart is een voorbeeld van specifieke procedurele kennis.

Uit onderzoek van Nokes en Ohlsson (2005) is naar voren gekomen dat leren door te doen procedurele kennis ontwikkelt. Directe instructie zorgt voor feitenkennis. Directe

instructie over het toepassen van bepaalde procedures zorgt voor feitenkennis over het toepassen van deze procedures. Als directe instructie wordt gegeven over het toepassen van bepaalde procedures kost het in een praktijksituatie meer tijd om de opgedane kennis toe te passen dan wanneer de kennis tijdens het leren door doen is opgedaan (Nokes & Ohlsson, 2005).

Instructie zelf kan ook in meer of mindere mate abstract zijn. Abstracte instructie is meer gericht op generieke toepasbaarheid. Concrete instructie is specifiek gericht op het direct toepassen in een bepaalde situatie. Bij abstracte instructie is er van de lerende nog een vertaalslag nodig van de instructiesituatie naar de praktijksituatie. Bij concrete instructie kan een lerende weliswaar zonder vertaalslag het geleerde in de specifieke praktijksituatie uitvoeren. Echter, als de situatie verschilt van de instructiesituatie is er alsnog een vertaalslag nodig naar de andere situatie, waardoor er meer tijd nodig is.

Nokes en Ohlsson (2005) stellen dat instructie die procedurele kennis behandelt niet leidt tot het ontwikkelen van die procedurele kennis. Dergelijke instructie leidt ertoe dat de lerende feitelijke kennis opdoet over de procedure. Een lerende die na het volgen van zulke instructie de procedurele kennis in de praktijk wil toepassen, zal eerst nog een vertaalslag moeten maken van de feitelijke kennis over de procedure naar de procedurele kennis zelf.

Methode

Deelnemers

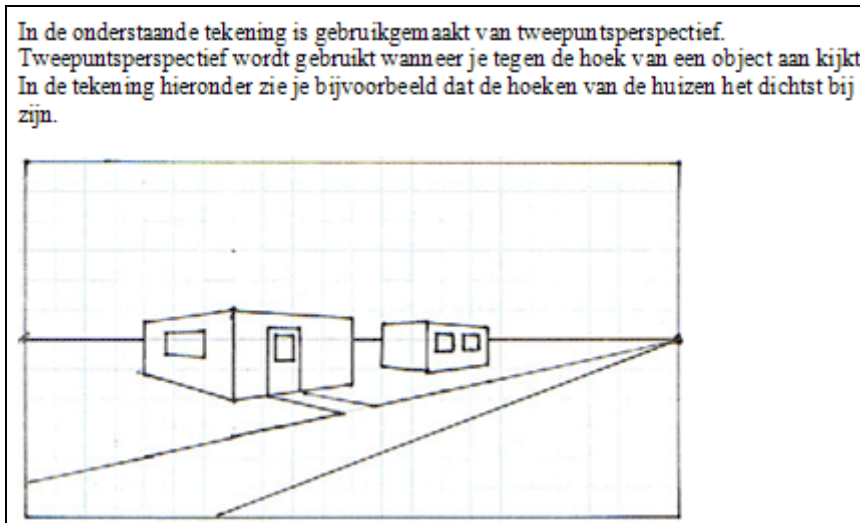
Aan dit onderzoek namen 10 volwassenen deel op vrijwillige basis. Geen van hen was bekend met perspectieftekeningen, hetgeen voor aanvang van de experimenten door de onderzoeker werd geverifieerd door vragen te stellen. In leeftijd varieerden ze van 21 tot 56 en in opleidingsniveau van laag opgeleid tot universitair. Zes deelnemers waren vrouw en vier man. De deelnemers hebben gereageerd op een via e-mail verzonden oproep om mee te doen aan een cursus perspectieftekeningen die was gericht aan de kennissenkring van de onderzoeker.

Instrumenten

Voor dit onderzoek zijn twee versies ontwikkeld van een instructie voor het leren perspectieftekeningen: een concrete versie en een abstracte versie. Er is gekozen voor het onderwerp perspectieftekeningen omdat dit een onderwerp is dat voldoende complex is en uitnodigend (of in elk geval niet belemmerend) is om hardop te denken. In beide versies werd achtereenvolgens één-, twee- en driepuntsperspectieftekeningen aangeleerd. Dit ging steeds volgens een vaste structuur: een introductie, instructie en een opdracht. Aan het eind was een eindtoets toegevoegd bestaande uit drie opdrachten. Alle introducties, opdrachten en de eindtoets waren in beide versies gelijk.

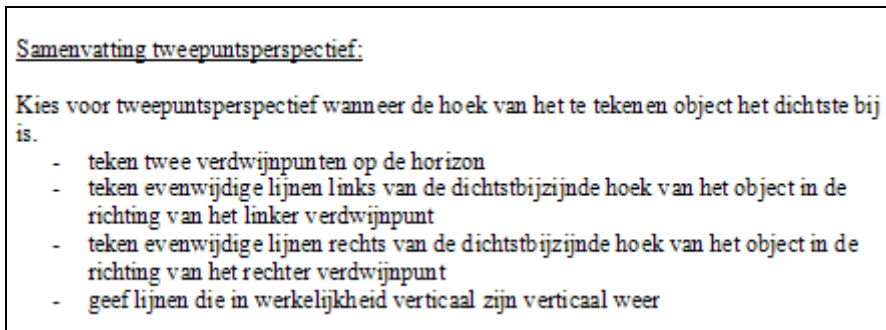
Introductie. Bij elk soort perspectieftekeningen werd begonnen met een tekstje bij een eenvoudige tekening in het betreffende soort perspectief, waarbij werd verteld wanneer je van dat soort perspectieftekeningen gebruik dient te maken en hoe je kunt zien dat een tekening in dat soort perspectief getekend was. Dit werd bij elk soort perspectieftekeningen gevolgd door een tekening met hulplijnen in de richting van de verdwijnpunten waarbij beschreven in welke richting bepaalde lijnen getekend moeten

zijn. In Figuur 1 is een fragment van de introductie bij tweepuntsperspectief weergegeven.

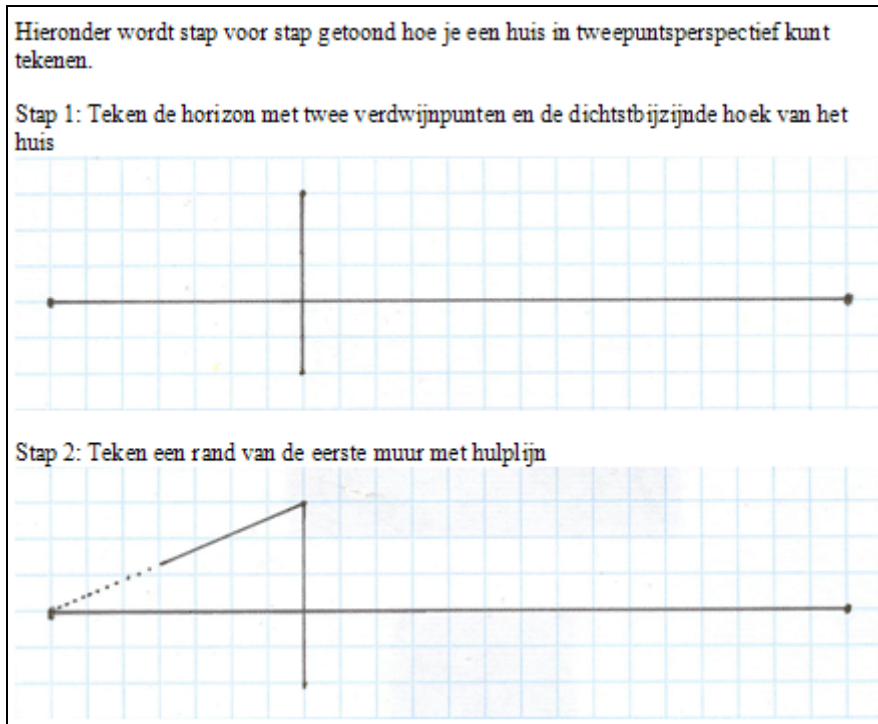


Figuur 1: Introductie bij tweepuntsperspectief

Instructiedeel. Dit is het enige onderdeel van de instructie waarbij de abstracte versie verschilt van de concrete versie. In de abstracte versie werd een samenvatting gegeven die bestond uit de regels voor de betreffende soort perspectieftekenen. In de concrete versie was deze samenvatting vervangen door een uitgewerkt voorbeeld waarin stap voor stap getoond werd hoe er in het betreffende soort perspectief een tekening gemaakt kon worden. Figuur 2 bevat een fragment van het instructiedeel van de abstracte versie en Figuur 3 een fragment van het instructiedeel van de concrete versie.



Figuur 2: De abstracte instructie vat alle regels samen



Figuur 3: De concrete instructie is stapsgewijs en gericht op de uitvoering

Opdracht. Na het instructiedeel kwam er een tekenopdracht die erg leek op de voorbeelden die in de introductie gegeven waren. In de opdracht moet getekend worden wat vlak daarvoor in de introductie en instructie aan bod is gekomen. Figuur 4 geeft de opdracht behorend bij tweepuntspectief weer.

Opdracht 2:
Teken in tweepuntspectief een huis. Je mag niet terugbladeren in de instructie.

Figuur 4: De opdracht na het instructiedeel lijkt op de ervoor behandelde instructie

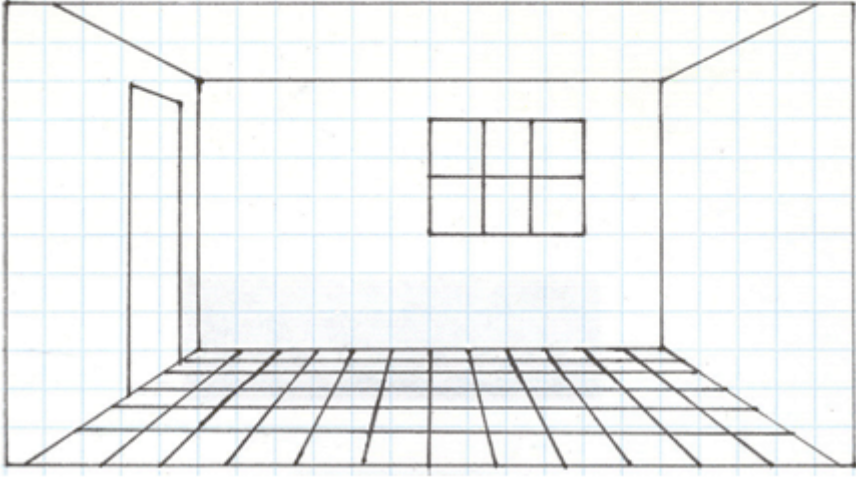
Eindtoets. Aan het eind van beide versies volgde nog een eindtoets die in beide versies gelijk was. Deze bestond uit drie opgaven waarin begrip en transfer getoetst werden. Opgaven die begrip toetsen bestonden vooral uit het herkennen van het soort perspectieftekenen in gegeven afbeeldingen. Een voorbeeld van een opgave uit de eindtoets die begrip toetst is te zien in Figuur 5. Opgaven die gericht waren op het toetsen van transfer verschilden op zo'n manier van de voorbeelden uit de instructie dat er een vertaalslag benodigd is om de opdracht goed op te kunnen lossen. Iemand die de instructie volledig begrepen heeft zou dan in staat moeten zijn om na het doornemen van instructie die uitsluitend buitenaanzichten van voorwerpen behandelt, dit zelfstandig te vertalen naar binnenaanzichten, waarbij de geleerde regels op een iets andere manier toegepast moeten worden. Een voorbeeld van een opgave die naast begrip (herkennen) ook transfer toetst is weergegeven in Figuur 6.

Opdracht 4:
Hieronder krijg je een aantal schilderijen en tekeningen te zien waarin gebruik is gemaakt van een, twee, of driepuntsperspectief. Geef d.m.v. een cijfer aan welke vorm van perspectieftekenen er is gebruikt.

<p>Afbeelding a:</p> 	<p>Soort perspectief (1, 2, 3):</p>
--	-------------------------------------

Figuur 5: Deze eindtoetsopgave is meer gericht op begrip

Opdracht 5:
Tekenen op de rechtermuur van het vertrek een rechthoekig raam. Gebruik hiervoor de regels van het soort perspectieftekenen waarvan in de tekening gebruik gemaakt wordt.



Figuur 6: Deze eindtoetsopgave is gericht op begrip en transfer

Procedure

De deelnemers kregen mondeling een toelichting over de werkwijze tijdens het experiment. De onderzoeker zat uit het zicht van de deelnemers. De deelnemers kregen liniaal, geodriehoek, potloden, gum en ruitjespapier. Daarna werd de geluidsopname gestart en de instructie uitgereikt. Indien de deelnemer tijdens het experiment stopte met

hardop denken, werd deze door de onderzoeker verzocht om hardop te blijven denken. Overleg met de onderzoeker was niet toegestaan. Er was geen tijdsbeperking.

Resultaten

Leeractiviteiten

De geluidsopnames zijn uitgetypt en aan de hand van een codeboek zijn deze resultaten geanalyseerd. Het codeboek bevatte een nakijksleutel voor de opdrachten en daarnaast een zevental categorieën van leeractiviteiten. Bij de selectie van deze categorieën is een selectie gemaakt uit categorieën uit het onderzoek van Reimann en Neubert (2000) en Vermunt (1992). Hierbij is gekeken welke relevant zijn voor het onderwerp perspectieftekenen en de manier waarop de instrumenten ontwikkeld waren. De gebruikte categorieën bestonden uit 5 cognitieve leeractiviteiten (ook wel cognitieve verwerkingsactiviteiten): 1: herformuleren, 2: generalisatie, 3: effectberedenering, 4: structuurberedenering, 5: vergelijking. Daarnaast is er gekozen voor een categorie voor meta-cognitieve (regulatie-)activiteiten en een categorie voor affectieve verwerkingsactiviteiten. De uitgewerkte experimenten zijn nagekeken en gecodeerd door de onderzoeker.

In Tabel 1 zijn per instructieonderdeel de aantallen herkende leeractiviteiten per categorie weergegeven. Hierbij zijn geen systematische of grote verschillen tussen de twee instructieversies waargenomen. De aantallen zijn niet opvallend hoog of laag en er is ook geen noemenswaardig verschil tussen beide instructieversies. Uit de data blijkt dat alle proefpersonen minstens een keer blijf geeft van affectieve leeractiviteiten. Affectieve leeractiviteiten komen twee keer zoveel voor als alle cognitieve leeractiviteiten samen. Metacognitieve leeractiviteiten komen even vaak voor als alle cognitieve leeractiviteiten samen.

Tabel 1: Totaal aantal leeractiviteiten per categorie. Vet weergegeven is het totaal van de deelnemers aan de Abstracte instructie en normaal weergegeven is het totaal van de deelnemers aan de Concrete instructie. De cijfers tussen haakjes geven aan over hoeveel deelnemers het aantal waarnemingen verdeeld is.

	Cat. 1 herformuleren		Cat. 2 generalisatie		Cat. 3 effect		Cat. 4 structuur		Cat. 5 vergelijking		Cat. 6 Meta-cogn.		Cat. 7 Affectief	
	Abstr	Concr	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C
1 punts intro		1										1		
1punts samenv. /stappen	1					1					1			
1punts opdr.											1	1	3 (3)	7 (4)
2punts intro		1									1	1		
2punts samenv. /stappen	1	1							1			2 (2)		1
2punts opdr.													6 (3)	3 (2)
3punts intro		1			2 (1)				1		1	1		
3punts samenv. /stappen	1		1			2 (2)			1			2 (2)	1	1
3punts opdr.					2 (1)						3 (2)	2 (2)	8 (3)	7 (3)
Eindtoets Opdr 4														
Eindtoets Opdr 5									1	1			2 (1)	2 (1)
Eindtoets Opdr 6							1				2 (2)			7 (4)
Totaal	3 (2)	4 (3)	1	0	4 (1)	3 (2)	0	1	3 (2)	2 (2)	9 (3)	10 (4)	20 (5)	28 (5)

Cognitieve verwerkingsactiviteiten

Categorie 1 – Herformulering. Herformuleringen zijn vooral te verwachten op momenten dat voor een deelnemer niet direct duidelijk is wat er in de instructie bedoeld wordt. Herformuleren in eigen woorden is een manier om beter te kunnen begrijpen wat ergens staat, of om te zorgen dat je iets beter kunt onthouden. Door iets in voor jou begrijpelijke taal te herformuleren sluit het beter aan op bestaande kennis en kan het beter onthouden worden. Een herformulering die voorkwam bij een deelnemer aan de abstracte instructie bij de samenvatting van tweepuntsperspectief is:

... ja eh ja... ik snap 'm. Dus als je de hoek hebt ... dan de lijnen die aan de linkerkant daarvan staan.

Deze herformulering helpt de deelnemer om de instructie beter te begrijpen en onthouden.

Categorie 2 – Generalisatie. Generalisaties zijn vooral te verwachten als instructie beperkt is tot een bepaalde situatie, terwijl het ook mogelijk is om er in

algemenere zin iets over te zeggen of als extra informatie toegevoegd kan worden. Een instructieonderdeel dat hier aanleiding voor geeft is de samenvatting bij driepuntsperspectief in de abstracte versie. De instructie zegt daar:

Het derde verdwijnpunt ligt ver boven of ver onder de horizon.

Een deelnemer voegde daar generaliserend aan toe:

.. afhankelijk dus van welk perspectief..

Hiermee bedoelde de deelnemer kikvors- en vogelperspectief. Voor zichzelf bedacht ze dus wanneer het derde verdwijnpunt boven en wanneer het onder de horizon hoort te liggen.

Categorie 3 – Effectberedenering. Effectberedeningen zijn vooral te verwachten op plaatsen waar regels of principes aan bod komen die gevolgen hebben voor bijvoorbeeld het oplossen van problemen. Door nu iets te doen gebeurt er dus iets op een later moment, en tussen die twee gebeurtenissen bestaat een causaal verband. In de abstracte instructie komt de volgende frase voor:

In de tekening hieronder zie je nog een schematische tekening in driepuntsperspectief met hulplijnen. Nu is het ook duidelijk te zien dat er een derde verdwijnpunt is bijgekomen voor de lijnen die in werkelijkheid verticaal zijn. Het derde verdwijnpunt ligt ook altijd in het verlengde van de dichtstbijzijnde hoek van het te tekenen object.

Een deelnemer beredeneerde daarna het volgende:

Ok. Dus als ik straks een tekening ga maken, dan moet ik het vakje niet te groot maken want anders kan ik mijn verdwijnpunt niet meer op het papier kwijt.

Dit geeft blijk van inzicht in het feit dat je voor het tekenen van een tekening in driepuntsperspectief veel meer ruimte nodig hebt boven of onder de horizon dan bij een- en tweepuntsperspectief.

Categorie 4 – Structuurberedenering. Structuurberedeningen zijn beredeningen die betrekking hebben op onderlinge verbanden tussen informatie in de instructie. In de experimenten is hiervan geen zeer sterk voorbeeld voorgekomen. Tijdens het maken van de laatste opgave van de eindtoets, die vooral toetst op begrip en transfer, beredeneerde een deelnemer hoe hij de regels in een transfersituatie op een andere manier moest toepassen dan zoals het in de instructie aan bod kwam:

... bij de voorste muren heb je voor de linker muur als verdwijnpunt het linker punt en voor de rechter muur het rechter punt. Maar als je de achterkant tekent is het andersom.

Dit is inderdaad de denkstap die gemaakt moet worden om de opgave op te kunnen lossen.

Categorie 5 – Vergelijking. Vergelijkingen tussen verschillende onderdelen van de instructie kwamen enkele keren voor tijdens de experimenten. In de abstracte versie komt in de samenvatting bij driepuntsperspectief de volgende regel voor:

Kies voor driepuntsperspectief wanneer je een tekening wilt maken in vogel- of kikkorsperspectief, waarbij de hoek van het te tekenen object het dichtste bij is.

Een deelnemster vergeleek dit meteen met tweepuntsperspectief:

Net zoals bij tweepuntsperspectief dus.

Door dit soort cognitieve leeractiviteiten neemt het begrip van perspectieftekenen toe. Door zelf te zoeken naar verschillen en overeenkomsten tussen de verschillende soorten perspectief zal een lerende beter begrijpen en onthouden wat de regels voor elk soort perspectieftekenen zijn en kan hij dit ook beter toepassen in praktijksituaties.

Bij opdracht 5 (afgebeeld in Figuur 6 hiervoor) maakten twee deelnemers een vergelijking tussen de afbeelding in de opdracht en een afbeelding die in de instructie was opgenomen. Een deelnemer aan de concrete versie zei:

Nou, dat is eenpuntsperspectief. Want die horizontale lijnen van de tegels zijn horizontaal, net als in dat schilderij net.

De andere deelnemster, die de abstracte versie had, zei:

Ok. Even kijken. Ik denk... het is eenpuntsperspectief. Net zoals die tegels in dat schilderij dat ik net zag.

Metacognitieve regulatieactiviteiten

Deze activiteiten hebben betrekking op zelfsturing, het overzien en beheren van het eigen leerproces. De deelnemers gaven regelmatig blijk van deze activiteiten. Soms bleef het puur bij het constateren van een gebrek tijdens het leerproces, bijvoorbeeld het niet onthouden van informatie uit de instructie. Een deelnemster aan de abstracte versie geeft op verschillende plaatsen blijk van dit soort activiteiten:

.. Ja, ik snap nu die andere trouwens ook beter..

Ik heb er of overheen gelezen of ik kan het me niet meer herinneren, wat daarmee moest.

Ik heb die regels toch niet helemaal goed onthouden.

Bij andere deelnemers leidden dit soort constatering ook tot voornemens om het later in de instructie beter te gaan doen. Een deelnemster aan de concrete versie zei bijvoorbeeld:

Ik kijk nu toch wat beter omdat ik net tegen dingen aanliep volgens mij.

En een andere deelnemster aan de concrete versie zei bij het maken van de eerste opdracht:

Volgens mij had ik beter naar die instructie moeten kijken... heb ik het idee.

En na een volgend stuk instructie bij de derde opdracht zei dezelfde deelnemster:

Ik dacht nog: "ik ga het nu goed onthouden" ...
dus dan weet ik ook niet meer hoe ik verder moet.

Affectieve verwerkingsactiviteiten

Dit soort activiteiten heeft betrekking op emoties, zelfwaardering en evaluatie. Deze activiteiten kunnen zowel negatief als positief zijn. Sommige proefpersonen gaven veel blijk van weinig vertrouwen in het eigen kunnen door negatieve waarderingen.

Nou, ik vind hem niet mooi. Volgens mij klopt het niet. Ik vind het er raar uitzien.
(deelnemer aan de concrete versie, opdracht 3).

Nou, het lijkt niet echt op een huis vind ik.
(deelnemster aan de concrete versie, opdracht 1).

Op den duur werden sommigen ook gefrustreerd als het niet lukte om opdrachten goed op te lossen.

Aah! Ik word het helemaal zat. Ik ben het helemaal zat. (...) ok. Stomme tafel. Hoe ga ik hier nou weer... hier moet een blad op. Maar dat zit er nog niet op, want dit is nuldeperspectief. Ehm.. Wanhopig word ik van mezelf. Ehm. Ik zit met die liniaal allerlei lijnen te trekken. Het gaat net als met die driepuntspectief net. Ik trek allemaal... ik probeer allemaal lijnen te zien van dat blad van de tafel en ik zie het gewoon niet...
(deelnemster aan de concrete versie, opdracht 6).

Positief affectieve verwerkingsactiviteiten kwamen ook voor:

Dat ziet er goed uit. Oja, dat werkt wel.
(deelnemer aan de abstracte versie, opdracht 3).

Nee, ik vind 'm mooi. Volgens mij klopt-ie ook nog. In ieder geval een opdracht goed.
(deelnemer aan de abstracte versie, opdracht 5).

Ik werk minder met m'n liniaal, want ik word geestdriftiger. Zo. Warempel, het lijkt of ik het doorkrijg. (...) Ik ben zeer tevreden over mijn huis. Volgens mij is 'ie zo klaar.

(deelnemer aan de concrete versie, opdracht 2)

Opdracht- en toetsscores

Analyse van de uitgewerkte experimenten leverde de totaalscores (incl. eindtoets) en eindtoetsscores op die zijn weergegeven in respectievelijk Tabel 2 en Tabel 3. De hoogst haalbare totaalscore is 34 en de hoogst haalbare eindtoetsscore is 22. De gemiddelde totaalscore voor de abstracte versie is 23,8 (met standaardafwijking 9,9) en de gemiddelde totaalscore voor de concrete versie ligt iets hoger, op 28 (met standaardafwijking 4,7). Er waren sterke aanwijzingen dat de instructie te complex was voor een deelnemer aan de abstracte versie. De scores van deze persoon zijn grijs gearceerd. Na weglating van deze deelnemer is het verschil tussen de twee versies een stuk kleiner. Het gemiddelde van de abstracte versie komt dan op 27,5 (met standaardafwijking van 6,4). De gemiddelde eindtoetsscore van de abstracte versie was (met weglating van de deelnemer) 17,75 (standaardafwijking 4,2) en voor de concrete versie op 17,6 (standaardafwijking 2,5).

Tabel 2: Totaalscores op de opdrachten

Abstracte versie	Concrete versie
30	29
9	20
19	28
34	31
27	32
Gemiddelde: 23,8 s.d.: 9,9 (met weglating van de tweede participant: gemiddelde: 27,5 en s.d.: 6,4)	Gemiddelde: 28 s.d.: 4,7

Tabel 3: Scores op de eindtoets

Abstracte versie	Concrete versie
19	17
8	14
12	17
22	20
18	20
Gemiddelde: 15,8 s.d.: 5,7 (met weglating van de tweede participant: gemiddelde: 17,75 en s.d.: 4,2)	Gemiddelde: 17,6 s.d.: 2,5

Discussie

De vraag kan gesteld worden in hoeverre het meetinstrument geschikt was voor het onderzoeken van de onderzoeksvraag. Het aantal waargenomen leeractiviteiten (in het bijzonder de cognitieve leeractiviteiten) was kleiner dan verwacht. Een hardop-denken experiment is een bewerkelijke onderzoeksmethode. Desondanks lijkt een hardop-denken experiment toch een van de weinige manieren te zijn om leeractiviteiten en begripsvorming tijdens instructie te onderzoeken. Belangrijk voor een hardop-denken experiment is dat de materie voldoende complex is en dat het onderwerp van de instructie de lerende als het ware uitnodigt tot hardop denken.

Of de materie voor alle deelnemers voldoende complex was, kun je je afvragen. Gezien de soms lage scores op de opdrachten en eindtoets mag gesteld worden dat de materie in elk geval voor een deel van de deelnemers voldoende complexiteit bevatte. Uit de affectieve verwerkingsactiviteiten viel op te maken dat de instructie als complex werd ervaren door veel deelnemers. In praktijk bleek toch dat de deelnemers vooral vertelden wat ze lazen of deden en niet zozeer wat ze dachten. Dit is niet geheel onverwacht, aangezien gedachten niet bestaan uit kant-en-klare zinnen. Perspectieftekenen is een onderwerp waarbij lerenden wellicht juist vaak denken in afbeeldingen in plaats van in woorden. Als ze dan hardop moeten denken is er een vertaalslag nodig om dit plaatjesdenken in woorden uit te drukken. Een proefpersoon moet gedachten die bestaan uit beelden, losse woorden en concepten tijdens het experiment vertalen naar zinnen. Hierbij maakt een proefpersoon vrijwel altijd een selectie uit alle gedachten die hij of zij op dat moment heeft, waardoor veel informatie over het denkproces verloren gaat. Dit is onvermijdbaar, maar het kan wel tot een minimum beperkt worden. Ericsson & Simon (1993) adviseren om voor aanvang van het echte experiment oefeningen te doen met de deelnemers om ze voor te bereiden op hardop denken, bijvoorbeeld rekensommen. In dit experiment is daarvoor niet gekozen omdat het de deelnemers een stuk instructie moesten doornemen, en niet alleen problemen oplossen. In toekomstig onderzoek zou het wel nuttig zijn om toch een soort oefeningen vooraf te doen. Het zou kunnen dat de deelnemers dan beter in staat zijn om hardop te denken.

Een alternatieve manier om te meten welke leeractiviteiten plaatsvinden zou wellicht kunnen zijn het hardop reflecteren. Het nadeel van deze methode is echter dat deelnemers meer gestuurd worden. Het feit dat iemand moet reflecteren zorgt er ook voor dat iemand meer gaat reflecteren dan hij van nature geneigd is te doen.

Deze case study laat zien dat het toepassen van abstractie in instructie een zeer complexe taak is. Een goed vervolg op dit onderzoek zou zijn het op grotere schaal uit te voeren. Vervolgonderzoek zal nader in moeten gaan op het ontwerpen van instructie met verschillende abstractieniveaus en het effect ervan op leeractiviteiten en leerresultaten in de vorm van begrip-, retentie- en transfermeting.

Referenties

Boekaerts, M., & Simons, P. R.-J. (1995). *Leren en instructie: psychologie van de leerling en het leerproces* (2e druk ed.). Assen: Van Gorcum.

- Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science, 13*, 145-182.
- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 11*, 671-684.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: verbal reports as data*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Nokes, T. J., & Ohlsson, S. (2005). Comparing multiple paths to mastery: What is learned? *Cognitive Science, 29*, 769-796.
- Reimann, P., & Neubert, C. (2000). The role of self-explanation in learning to use a spreadsheet through examples. *Journal of Computer Assisted Learning, 16*, 316-325.
- Vermunt, J. D. H. M. (1992). *Leerstijlen en sturen van leerprocessen in het hoger onderwijs: Naar procesgerichte instructie in zelfstandig denken*. (tweede druk 1997 ed.). Lisse: Swets & Zeitlinger.