

TRIARCHISCHE INSTRUCTIE VERSUS DIRECTE INSTRUCTIE

Even effectief voor alle leerlingen?

Auteur:

Angelique Assink (S1488317)

Universiteit Twente

Supervisoren:

Dr. T.H.S. Eysink

Universiteit Twente

Dr. A. H. Gijlers

Universiteit Twente

Samenvatting

Achtergrond

Sternberg (1984) stelt dat leerlingen gebaat zijn bij triarchische instructie. Deze instructiewijze, die te implementeren zou zijn in bestaande methoden, zou de scores van leerlingen op triarchische toetsen én op reguliere toetsen verbeteren. Het is echter niet duidelijk of de positieve effecten van triarchische instructie voor gemiddeld begaafde leerlingen en begaafde leerlingen vergelijkbaar zijn. Doel van deze studie was bepalen of gemiddeld- en hoogbegaafde leerlingen evenveel profiteren van triarchische instructie. Omdat hier nog weinig onderzoek naar is gedaan, is dit onderzoek exploratief van aard.

Methoden

De effecten van twee type lessen zijn in een quasi-experiment met elkaar vergeleken: één lesmethode werd ontwikkeld op basis van de theorie van Sternberg (1984) en één lesmethode werd ontwikkeld op basis van een reguliere lesmethode. Vier condities werden met elkaar vergeleken: Hoogbegaafde leerlingen die een reguliere lesmethode volgden, hoogbegaafde leerlingen die triarchische lesmethode volgden, gemiddeld begaafde leerlingen die een reguliere les volgden en gemiddeld begaafde leerlingen die een triarchische lesmethode volgden. Alle condities hebben een voortoets en een natoets gemaakt. In de voor- én natoets hebben leerlingen een conceptmap en reguliere- en triarchische vragen beantwoord.

Resultaten

De uitkomsten van de conceptmap lieten in geen enkele conditie een effect zien van een instructiewijze. De resultaten van reguliere- en triarchische vragen van hoogbegaafden uit de triarchische conditie liet geen verschil zien met de resultaten van hoogbegaafden uit de reguliere conditie. De resultaten op reguliere- en triarchische toets suggereren dat gemiddeld begaafde leerlingen meer gebaat waren bij triarchische instructie. Als de instructiewijzen met elkaar vergeleken werden bleek er echter geen effect te zijn.

Conclusie

De triarchische instructie leek het meest effectief voor gemiddeld begaafde leerlingen. Reguliere- en triarchische instructie leverden bij hoogbegaafden vergelijkbare resultaten op. Tussen de instructiewijzen werd geen significant effect gevonden. Aanvullend onderzoek moet uitwijzen of gemiddeld begaafde leerlingen meer gebaat zijn bij triarchische instructie en reguliere- en triarchische instructie een vergelijkbaar effect hebben op de resultaten van hoogbegaafde leerlingen.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
1.1 Cognitieve ontwikkeling.....	4
1.2 Schema's en intelligentie.....	5
1.3 Triarchische instructie.....	6
1.4 Reguliere instructie.....	7
1.5 Huidig onderzoek.....	9
2. Methode.....	9
2.1 Deelnemers	9
2.2 Design.....	10
2.3 Domein.....	10
2.4 Materialen	10
<i>Reguliere les.....</i>	<i>11</i>
<i>Triarchische les.....</i>	<i>12</i>
2.5 Meetinstrumenten	13
<i>Voortoets.....</i>	<i>13</i>
<i>Natoets.....</i>	<i>14</i>
2.6 Procedure	15
2.7 Data-analyse	15
3. Resultaten.....	17
3.1 Voortoets conceptmap en voortoets vragen	17
3.2 Effect van de reguliere- en triarchische instructie	18
<i>Welke kwantitatieve verschillen zijn er in scores van de natoets van de conceptmap?.....</i>	<i>18</i>
<i>Welke kwalitatieve verschillen zijn er in scores van de conceptmap van de natoets?</i>	<i>20</i>
<i>Resultaten op de reguliere- en triarchische vragen.....</i>	<i>22</i>
4. Discussie.....	25
4.1 Doel.....	25
<i>Kwalitatieve en kwantitatieve verschillen conceptmap</i>	<i>26</i>
<i>Uitkomsten reguliere en triarchische vragen.....</i>	<i>27</i>
4.2 Beperkingen van dit onderzoek.....	28
4.3 Aanbevelingen en toekomstig onderzoek	28
5. Conclusie	29
6. Referenties	30
Bijlagen	34

1. Inleiding

1.1 Cognitieve ontwikkeling

Een doel van onderwijs is het bevorderen van de cognitieve ontwikkeling van leerlingen. Er zijn verschillende visies over de wijze waarop dit doel bereikt kan worden. Onderwijzen is volgens moderne leertheorieën zoals het constructivisme meer dan het overdragen van kennis aan passieve ontvangers. Onderwijzen is vooral een interactief proces: leerlingen leren als ze verkregen informatie ordenen en integreren in cognitieve schema's. De docent is niet slechts een informatieverstrekker maar iemand die situaties probeert te creëren waarin leerlingen actief deelnemen zodat zij de aangeboden informatie kunnen koppelen aan bestaande schema's (Simons, Van der Linden & Duffy, 2000; Van der Werf, 2006). Deze schema's bestaan uit de reeds aanwezige kennis van iemand waarmee nieuwe informatie wordt verwerkt en bestaande informatie wordt opgeroepen. Een actieve leeromgeving die de cognitieve ontwikkeling van leerlingen bevordert kan worden gecreëerd als leerlingen onder andere ondersteuning krijgen om informatie te selecteren, te analyseren, zich een mening te vormen, te relateren en toe te passen (Simons, 1999). Ook Mayer (2008) wijst erop dat het van belang is om tijdens het creëren van actieve leeromgevingen rekening te houden met het leerproces van leerlingen. De interne cognitieve processen van leerlingen bepalen in hoge mate hoe nieuwe informatie door leerlingen verwerkt wordt. Als leerlingen in staat zijn om relevante informatie herkennen en deze op de juiste manier integreren in bestaande schema's hanteren zij een opbouwend leerproces. Deze vaardigheden worden ook wel hogere denkvaardigheden genoemd.

Onderwijzers die leerlingen ondersteunen om hogere denkvaardigheden in te zetten stimuleren volgens Mayer (2002) betekenisvol leren. Alleen betekenisvol leren zorgt er volgens Mayer (2002) voor dat leerlingen informatie actief verwerken en opslaan in samenhangende oorzaak-gevolg structuren die aansluiten op bestaande schema's. Betekenisvol leren heeft een gunstige invloed op het onthouden van informatie en het gebruiken en toepassen van het geleerde in andere situaties, ook wel transfer genoemd. Het belang van betekenisvol leren is volgens veel onderzoekers evident (Mayer, 2008; Vallori, 2014; Novak, 2002; Huang & Chiu, 2015). Volgens Mayer (2008) kunnen leerlingen gestimuleerd worden om de juiste hogere denkvaardigheden in te zetten om betekenisvol leren mogelijk te maken. Markman (1985) heeft op basis van onderzoek een aantal suggesties geformuleerd om hogere denkvaardigheden bij leerlingen te prikkelen. Vragen als, 'Begrijp ik dit?', 'Wat is het hoofdthema?' en 'Wat weet ik al over dit onderwerp?' helpen leerlingen hogere denkvaardigheden te ontwikkelen. Dat geldt ook voor activiteiten als het evalueren van argumenten, zoals bepalen welk argument het meest zinnig is, en het ontdekken van tegenstrijdigheden in teksten (Markman, 1985).

Omdat intellectuele vaardigheden in hoge mate afhankelijk zijn van de kwaliteit van schema's (Sweller, 1994) is het cruciaal om leerlingen te ondersteunen in het ontwikkelen van complexere, rijkere en beter georganiseerde schema's. Feldhusen (2005) en Novak (2002) vinden dat de nadruk in het reguliere onderwijs te veel op vaardigheden ligt zoals het reproduceren en onthouden van feiten. Leerlingen worden volgens hen weinig cognitief uitgedaagd. Zo zou er onvoldoende aandacht zijn voor taken als het bedenken of evalueren van nieuwe concepten. Deze taken vereisen hogere denkvaardigheden die leerlingen niet zomaar vanuit zichzelf inzetten. Leerlingen moeten aangemoedigd worden om hogere denkvaardigheden in te zetten. Dit kan bijvoorbeeld door het stellen van vragen zoals Markman (1985) voorstelt. Reguliere lesmethoden bieden echter vaak weinig mogelijkheden om van het onderwijzen een meer cognitief interactief proces te maken om hogere denkvaardigheden te stimuleren (Brophy, 2004). Het gebrek aan cognitieve uitdaging zou vooral negatieve effecten hebben op de intellectuele vaardigheden en dus ook op de kwaliteit van schema's van hoogbegaafde leerlingen. Hun intrinsieke behoefte aan cognitief uitdagende interactie (Preckel, Götz & Frenzel, 2010; Meier, Vogl & Preckel, 2014) zou door reguliere lesmethoden onvoldoende gestimuleerd worden waardoor zij kunnen gaan onderpresteren. Cognitieve uitdaging zou bovendien voorkomen dat deze groep leerlingen gedemotiveerd, gefrustreerd en verveeld raakt (Baker, Bridger & Evans, 1998; Feldhusen & Moon, 1992).

1.2 Schema's en intelligentie

Sternberg (2004) vergelijkt een hoge intelligentie met het voortdurend verkrijgen en versterken van vaardigheden om één of meerdere domeinen in het leven op hoog niveau te beheersen. Sternberg (2004) noemt dit aanhoudende proces, het ontwikkelen van expertise en triarchische instructie zou leerlingen helpen om expertise te ontwikkelen. Experts onderscheiden zich van beginners doordat zij uitgebreidere en rijke schema's hebben die bestaan uit grote hoeveelheden feitelijke kennis over een bepaald domein. Daarnaast zouden concepten in de schema's van experts goed georganiseerd en uitgebreid met elkaar verbonden zijn. Volgens Sternberg en Davidson (1985) zou de informatieverwerking van hoogbegaafde kinderen vergelijkbaar zijn met die van volwassenen. Zij zouden net als volwassenen patronen in informatie kunnen herkennen en in staat zijn om relaties te leggen tussen concepten (Sternberg, Grigorenko & Ferrari, 2004). Hogere orde relaties zijn relaties waarbij men holistische, globale verbanden legt tussen concept A en concept B (Sternberg & Nigro, 1980).

Onderzoeken naar de verschillen tussen beginners en experts (Jeffries, Turner, Polson & Atwood, 1981; Sweller & Cooper, 1985; Sternberg, Grigorenko & Ferrari, 2004) laten eveneens het belang van schema's zien. Uit deze onderzoeken komt naar voren dat experts in vergelijking met beginners beter

in staat zijn om probleemstellingen te herkennen en weer te geven. Sweller (1994) stelt dat dit komt omdat de schema's van experts hen in staat stellen de verschillende delen van een probleemstelling als één samenhangend geheel te zien terwijl de schema's van beginners bestaan uit losse onderdelen die nog weinig met elkaar verbonden zijn. Hierdoor wordt het werkgeheugen van beginners meer belast dan het werkgeheugen van experts waardoor beginners minder ruimte hebben voor andere cognitieve processen. Schema's zijn volgens Sweller (1994) een essentieel onderdeel van leren omdat het begrijpen van nieuwe informatie sterk afhankelijk is van de inhoud van schema's en de wijze waarop inhoud in schema's is gestructureerd. Bartlett (1932) liet zien dat wat men onthoudt slechts gedeeltelijk afhankelijk is van de informatie zelf. Uit zijn onderzoek blijkt dat nieuwe informatie wordt gemanipuleerd zodat het aansluit op bestaande kennis. Het ondersteunen van leerlingen om rijkere en betere schema's te ontwikkelen is daarom essentieel.

1.3 Triarchische instructie

Sternberg (1984) heeft een instructiewijze ontwikkeld die streeft naar betekenisvol leren. Deze instructiewijze is gebaseerd op de door Sternberg (1984) ontwikkelde Triarchic Theory of Intelligence. Volgens Sternberg (2004) bestaat intelligentie uit drie belangrijke vaardigheden: de vaardigheid om levensdoelen te bereiken binnen de mogelijkheden die je hebt, de capaciteit om je sterke kanten volledig te benutten en je zwakke kanten te compenseren en het vermogen om je omgeving te selecteren en aan te passen. Voor deze vaardigheden zijn volgens Sternberg (2004) drie denkstijlen essentieel: analytisch denken, creatief denken en praktisch denken. Analytisch denken komt volgens Sternberg het meest overeen met de vaardigheden die op scholen aan de orde komen. Een analytische denkstijl gebruik je om feiten te onthouden en logisch te redeneren. Creatieve denkstijl heb je nodig om oplossingen voor een probleem te kunnen formuleren en praktische denkstijl is van belang om je gevonden analyses en oplossingen effectief in te kunnen zetten. Een instructiewijze gebaseerd op de Triarchic Theory van Sternberg (1984) vereist veel interactie met leerlingen, alle drie denkstijlen dienen daarbij evenredig aan bod te komen (zie Bijlage III). De analytische denkstijl kan aangewakkerd worden als leerlingen analyseren, beoordelen, vergelijken en contrasteren. Vragen die bij deze denkstijl horen zijn bijvoorbeeld: 'geef kritiek op...' of 'vergelijk en contrasteer WOI en WOII...' Een creatieve denkstijl wordt gebruikt als leerlingen creëren, uitvinden, ontdekken en verbeelden. Deze denkstijl kan geprikkeld worden door vragen als: 'zoek een andere manier om...' of 'hoe zou het zijn om...' De praktische denkstijl tenslotte wordt ingezet als leerlingen toepassen, gebruiken en implementeren. Geschikte vragen om praktisch denken te stimuleren zijn bijvoorbeeld: 'laat zien hoe dit gebruikt wordt' of 'hoe kan deze informatie in het dagelijks leven gebruikt worden?' Het aansporen van deze denkstijlen bevordert het herkennen van patronen en het

leggen van relaties tussen (nieuwe) concepten waardoor transfer gestimuleerd wordt en informatie beter wordt onthouden (Sternberg, Grigorenko & Ferrari, 2004).

Cognitieve interactie heeft een prominente rol in triarchische instructie. Deze instructiewijze is daardoor wellicht beter in staat om leerlingen uit te dagen dan reguliere lesmethoden. Vooral hoogbegaafde leerlingen zouden gebaat kunnen zijn bij een dergelijke instructiewijze omdat met name zij cognitieve uitdaging in het reguliere onderwijs missen (Preckel et al., 2010; Meier et al., 2014). Omdat triarchische instructie geïmplementeerd kan worden in reguliere lesmethoden zou deze instructie het reguliere onderwijs kunnen aanvullen. Of hoogbegaafden en gemiddeld begaafden vergelijkbaar profiteren van triarchische instructie is onduidelijk omdat Sternberg (2004) in zijn onderzoeken naar de effectiviteit van zijn instructiewijze geen onderscheid heeft gemaakt tussen hoogbegaafde leerlingen en gemiddeld begaafde leerlingen.

De belangrijkste kritiek op de theorie van Sternberg (1984) richt zich op het niet betrouwbaar kunnen meten van de creatieve en praktische denkstijlen. Ook zou het niet mogelijk zijn om deze denkstijlen betrouwbaar te onderscheiden van de capaciteiten zoals die met een conventionele intelligentietest worden gemeten (Gottfredson, 2002). De docenten in de onderzoeken van Grigorenko et al. (2001) kregen vooraf een uitgebreide training met nieuwe didactische instructies. De docenten die in deze onderzoeken de reguliere lessen gaven kregen geen training, de kennis over didactiek kan bij deze docenten zijn weggezakt. Ook kan er sprake zijn geweest van vastgeroeste patronen waarbij docenten geneigd zijn steeds dezelfde type vragen te stellen. Het is denkbaar dat de positieve resultaten van de triarchische instructie veroorzaakt worden door de uitgebreide didactische training en het 'Novelty Effect', het opvoeren van de prestatie omdat men zich in een nieuwe situatie bevindt.

1.4 Reguliere instructie

In het reguliere basisonderwijs wordt veel gebruik gemaakt van directe instructie. In de directe instructiemethode bepaalt de leerkracht hoe de les verloopt. De leerkracht bepaalt het doel van de les, welke materialen ingezet worden en welke uitleg gegeven wordt (Klahr & Nigam, 2004). Een les bestaat meestal uit de volgende onderdelen: instructie, verwerking (oefenen), toepassing (opdrachten maken) en toetsing. Deze instructiewijze blijkt heel effectief (Rosenshine & Stevens, 1984) en kan het beste ingezet worden als kennis en vaardigheden helder gestructureerd moeten worden omdat de expliciete uitleg van directe instructie leerlingen helpt informatie snel te begrijpen. Bovendien is directe instructie heel geschikt voor leerlingen die een nieuw onderwerp leren en voor zwakke leerlingen (Ryder, Burton & Silberg, 2006).

Tegenstanders van directe instructie stellen dat deze methode de leerling nauwelijks actief bij het leren betreft waardoor het gevaar bestaat dat leerlingen kennis onvoldoende of onjuist ordenen. Hierdoor wordt het voor leerlingen lastig om informatie te onthouden, te gebruiken en toe te passen in andere situaties (transfer). Onderzoek (Dean & Kuhn, 2006; Kuhn, 2007) zou laten zien dat de directe instructie niet de aangewezen methode is om ervoor te zorgen dat leerlingen informatie langdurig onthouden of informatie gebruiken en toepassen in andere contexten. Ook zou deze methode leiden tot star onderwijs waarbij men geen oog heeft voor de inbreng van leerlingen en de leerlingen overwegend extern gemotiveerd worden (McCall, 2007). Verder zou deze instructiewijze weinig ruimte bieden om betekenisvol te leren omdat de docent de informatie voornamelijk groepsgericht aanbiedt en afstemt op de 'gemiddelde leerling' waardoor er onvoldoende ruimte is voor interactie. Bovendien zou voorkennis niet vaak geactiveerd worden en wordt de lesstof los van de context aangeboden waarin hij relevant is waardoor de lesstof minder toegankelijk en bruikbaar is voor leerlingen (McCall, 2007).

De lesmethoden die aangeboden worden aan leerlingen met een leervoorsprong kennen minder duidelijke pedagogische en didactische richtlijnen. Scholen bepalen vaak zelf hoe zij het hoogbegaafdenonderwijs willen vormgeven. Algemeen overheerst de gedachte dat hoogbegaafde leerlingen anders leren en denken dan gemiddeld begaafde leerlingen waardoor hoogbegaafde leerlingen anders begeleid zouden moeten worden. Een veel gehanteerd begrip in deze context is 'topdown' (Van Kessels, 2009). Hoogbegaafde leerlingen denken volgens het 'topdown' principe van het geheel naar de delen, dat wil zeggen van het meer algemene naar de details. Zij kunnen hierdoor op een abstracter niveau denken dan hun gemiddeld begaafde klasgenoten. Gemiddeld begaafde leerlingen zouden 'bottom up' denken, van de details naar het algemene ofwel stap voor stap met veel herhaling naar het einddoel werken. Het 'bottom up' denken van gemiddeld begaafde leerlingen zou meer aansluiten bij de reguliere les terwijl hoogbegaafde leerlingen bij voorkeur zelf ontdekken en zelfstandig leren (Chan, 2001; Ricca, 1984). Het concept top-down is als zodanig niet terug te vinden in de Engelstalige wetenschappelijke literatuur en nauwelijks in de Nederlandstalige wetenschappelijke literatuur. Het begrip wordt overwegend binnen het Nederlandse onderwijs gehanteerd en lijkt voor een groot deel te bepalen hoe het hoogbegaafden onderwijs wordt vormgegeven.

Het versterken van creatieve en praktische denkstijlen is het belangrijkste verschil tussen triarchische instructie en directe instructie. Door deze twee denkstijlen te stimuleren zou triarchische instructie de prestaties van alle leerlingen verbeteren, meer dan directe instructie. Directe instructie zou zich voornamelijk richten op declaratieve kennis en het memoriseren van kennis. Volgens Sternberg

(1997, 1998a) wordt de creatieve en praktische denkstijl door directe instructie niet gestimuleerd of zelfs als onbruikbaar gezien.

1.5 Huidig onderzoek

De triarchische instructie zou het actief verwerken van informatie stimuleren waardoor beter georganiseerde en geïntegreerde schema's ontstaan. Informatie zou door deze instructiewijze beter beklijven. Sternberg heeft in zijn onderzoeken geen onderscheid gemaakt tussen gemiddeld begaafde leerlingen en hoogbegaafde leerlingen. Het is niet duidelijk of triarchische instructie relatief gezien bij deze twee groepen een vergelijkbare opbrengst heeft. Het is denkbaar dat hoogbegaafden meer gebaat zijn bij een triarchische instructie dan gemiddeld begaafde leerlingen omdat deze instructiewijze goed lijkt aan te sluiten bij de wijze waarop hoogbegaafden informatie verwerken (Sternberg, Grigorenko & Ferrari, 2004). De onderzoeksvraag luidt, welke kwalitatieve en kwantitatieve verschillen zijn er tussen gemiddeld begaafden en hoogbegaafden in het verwerken van informatie uit een reguliere lesmethode en een triarchische lesmethode? In dit exploratieve onderzoek worden twee type lessen met elkaar vergeleken, één les gebaseerd op de theorie van Sternberg en één les gebaseerd op de didactiek van de methode 'Leefwereld' van uitgeverij Noordhoff, die de directe instructie als uitgangspunt heeft. De voortoets en de natoets zijn nagenoeg hetzelfde en bestaan uit vijf reguliere vragen en vijf vragen gestoeld op de theorie van Sternberg. Met behulp van de reguliere vragen wordt bepaald welk effect de twee lessen op het reproduceren van feitelijke kennis hebben zoals deze op scholen veelal gemeten wordt. De vragen gebaseerd op de triarchische denkstijlen geven inzicht in de effecten van de twee lessen op analytische-, creatieve- en praktische denkstijl. Om het beginniveau van de leerlingen te bepalen is kennis van feiten en de analytische-, creatieve- en praktische denkstijlen vooraf gemeten.

2. Methode

2.1 Deelnemers

Er hebben in totaal 85 leerlingen, 50 jongens en 35 meisjes, deelgenomen aan het onderzoek. De deelnemers hadden een gemiddelde leeftijd van 10 jaar en 8 maanden ($SD = .89$). De leerlingen waren afkomstig van vier scholen, twee groepen met alleen hoogbegaafdenonderwijs en twee groepen uit het reguliere openbare basisonderwijs. De deelnemers van het hoogbegaafdenonderwijs hebben minimaal een IQ van 130 gescoord op een intelligentieonderzoek.

De leerlingen zijn per groep toegewezen aan de condities. De triarchische conditie werd gevormd

door één groep hoogbegaafde leerlingen (4 meisjes en 14 jongens) uit een combinatieklas van groep 6 tot en met groep 8 (gemiddelde leeftijd 10 jaar en 1 mnd, $SD = .72$) en één groep gemiddeld begaafde leerlingen (15 meisjes en 10 jongens) uit groep 8 (gemiddelde leeftijd 11 jaar en 6 mnd, $SD = .49$). De reguliere conditie bestond uit één groep hoogbegaafde leerlingen (2 meisjes en 15 jongens) uit groep 7/8 (gemiddelde leeftijd 10 jaar en 3 mnd, $SD = .77$), en één groep gemiddeld begaafde leerlingen (13 meisjes en 12 jongens) uit groep 7/8 (gemiddelde leeftijd 11 jaar, $SD = .64$).

2.2 Design

De opzet van het onderzoek betrof een quasi-experimenteel design met een voortoets en een natoets. Het onderzoek kende twee interventies, een triarchische les gebaseerd op de theorie van Sternberg (1984) en een reguliere les die overeenkomt met lessen uit een veelgebruikte methode. Om bias door de invloed van de leerkracht te beperken zijn de lessen gegeven door de onderzoeker. Omdat Sternberg (1984) aangeeft dat zijn instructiewijze geïmplementeerd kan worden in reguliere lesmethoden was het theoretische gedeelte bij beide lessen hetzelfde, alleen de instructiewijze en de opdrachten verschilden. De leerlingen kregen een geprinte versie van het lesmateriaal dat startte met een theoriegedeelte en eindigde met een aantal opdrachten. De leerlingen maakten in beide condities de opdrachten zelfstandig. De antwoorden konden op de print ingevuld worden.

2.3 Domein

Het onderwerp van de lessen was 'De hersenen', dit onderwerp maakt geen deel uit van het reguliere curriculum. De lesinhoud is gebaseerd op een lesidee van de Nederlandse Hersenstichting¹. De interventie richtte zich op (a) de bouw van de hersenen, (b) de functies van de hersenen, en (c) signaaloverdracht.

2.4 Materialen

Om de structuur en de inhoud van de lessen te kunnen controleren is besloten om lessen te ontwikkelen. De les over de hersenen zou in het primaire onderwijs onder natuur en techniek vallen, biologie is hier een onderdeel van. Er is daarom gekeken naar de opbouw van de natuur- en techniekmethoden in de bovenbouw van het primaire onderwijs.

¹ http://www.activeerjehersenen.nl/pdf/handleiding_activeer_je_hersenen.pdf



Figuur 2.3 Theoretisch gedeelte ontwikkelde lesmethode

Leefwereld van uitgeverij Noordhoff wordt het meest gebruikt in het basisonderwijs, deze methode² diende als voorbeeld voor de opbouw van het informatieve gedeelte. De didactiek van Leefwereld kent een aantal hoofdstappen: (1) kijken, (2) lezen, (3) verwerken en (4) doen. De eerste en tweede stap vallen onder het onderdeel 'instructie' van de directe instructie, de derde stap valt onder het onderdeel 'verwerking' en de vierde stap is het onderdeel 'toepassen' uit de directe instructie.

Reguliere les

De les werd gestart met de onderdelen kijken en lezen door leerlingen te vragen naar de afbeeldingen te kijken en de kopjes te lezen. Een reguliere les start veelal met het voorlezen van het hoofdstuk door de docent of door leerlingen. Om te voorkomen dat leerlingen de les eventueel niet goed konden verstaan door bijvoorbeeld gebrekkige leesvaardigheden las de onderzoeker het theoretische gedeelte voor. Vragen van leerlingen tijdens het voorlezen werden beantwoord.

² Bron: Voorbeeld lessen Leefwereld: https://view.publitas.com/noordhoff-basisonderwijs/lw_ww_2013/page/1

Na het voorlezen gingen de leerlingen aan de slag met de onderdelen verwerken en doen door een zestal vragen te beantwoorden. De opdrachten waren gericht op het reproduceren van kennis en waren gebaseerd op de opdrachten uit 'Leefwereld' (zie figuur 2.4a). Tijdens het maken van de opdrachten mochten de leerlingen terugkijken naar het theoretische gedeelte.

Figuur 2.4a. *Opgave reguliere les*

5

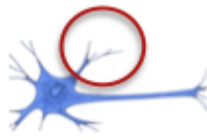
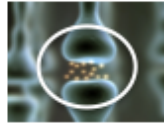
Omcirkel de juiste onderdelen en plaats de goede woorden erbij.

Synaps

Kleine hersenen

Dendriet

Wandbeenkwab



Triarchische les

De triarchische les werd in tegenstelling tot de reguliere les niet gestart met het voorlezen van de theorie. In plaats daarvan werd de theorie behandeld met klassikale vragen als, 'Ben je slimmer als je hersenen groter zijn?', of, 'Waarom hebben we eigenlijk twee ogen?' Op deze wijze kwamen alle onderwerpen uit de les aan de orde. De leerlingen waren tijdens het stellen van vragen vrij om de les te bekijken of (delen) van de tekst te lezen.

Figuur 2.4b *Opgaven triarchische les*

3

Opdrachten

1

Schrijf het juiste woord bij de afbeelding.
Kies uit: reptielenbrein - hersenbalk - voorhoofdskwab



Op pagina 1 staat uitgelegd waarom we dit onderdeel hebben. Vertel hieronder in eigen woorden wat er bedoeld wordt met deze uitleg.

Wat zou er gebeuren als dit onderdeel er niet zou zijn?

Geef hier een korte samenvatting van de tekst op pagina 1 over dit onderdeel van de hersenen, wat staat er eigenlijk?

Denk bijvoorbeeld aan de functie van het onderdeel, waar is het voor?

Na het behandelen van de vragen maakten de leerlingen zes vragen die de analytische-, creatieve- en praktische denkstijl stimuleerden. Tijdens het maken van de opdrachten mochten de leerlingen terugkijken naar het theoretische gedeelte. De meeste leerlingen zijn een directe instructiewijze gewend, hierdoor konden de leerlingen die de triarchische les kregen mogelijk problemen ervaren met het beantwoorden van vragen die gebaseerd waren op de drie denkstijlen van Sternberg. Om die reden waren er bij de opdrachten van de les tekstballonnen geplaatst met aanvullende aanwijzingen (zie figuur 2.4b).

2.5 Meetinstrumenten

Voortoets

De voortoets bestond uit een conceptmap en tien vragen. Met een conceptmap kan de hoeveelheid kennis en de wijze waarop deze georganiseerd is (kwantitatief en kwalitatief) gevisualiseerd worden (Novak & Gowin, 1984; Ruiz-Primo & Shavelson, 1996a). Het format van de conceptmap was 'open-ended' (Liu & Hinchey, 1996). Dit format geeft bij de conceptmap een klein aantal suggesties (hulpwoorden) om de leerling op weg te helpen. Het format heeft verder geen restricties, de leerlingen zijn vrij om de conceptmap naar eigen inzicht vorm te geven.

De tien vragen waren opgedeeld in vijf reguliere vragen zoals deze ook voorkomen in de methode van 'Leefwereld' en vijf open vragen die overeenkomen met vragen die in onderzoeken naar triarchische intelligentie werden gebruikt (Grigorenko & Sternberg, 2001; Sternberg, 2006). Om de creatieve denkstijl in kaart te brengen moeten leerlingen bijvoorbeeld beschrijven hoe de aarde er over 50 jaar uit zal zien (voorspellen). De praktische denkstijl kan bijvoorbeeld gemeten worden met vragen over alledaagse problemen. De analytische denkstijl wordt onder meer gemeten door leerlingen situaties te laten beschrijven en te analyseren (Grigorenko, Jarvin & Sternberg, 2001). Omdat leerlingen niet gewend zijn aan dergelijke vragen is ervoor gekozen om de leerlingen met behulp van tips te ondersteunen (zie afbeelding 2.5a).

Figuur 2.5a Voorbeeldvraag gebaseerd op de theorie van Sternberg (1984)

3

Kijk eens naar de afbeelding hiernaast. Het jongetje kan door de pleister nu nog maar met één oog zien. Ziet hij de wereld nu anders?



TIP

Wat kun je dan minder goed doen? Of zijn er dingen die je juist heel goed kunt doen?

Waarom wel/niet?

De vijf reguliere vragen bestonden veelal uit open vragen. Eén vraag betrof een invulopdracht waarbij leerlingen een aantal stellingen als juist of onjuist moesten kwalificeren, één opdracht bestond uit een invulopdracht (zie afbeelding 2.5b). De betrouwbaarheid van de vijf reguliere vragen en de vijf triarchische vragen werd gemeten met Cronbach's Alpha. Voor de reguliere vragen was deze, $\alpha = .77$. Voor de triarchische vragen was deze $\alpha = .77$.

Figuur 2.5b Voorbeeld invulopdracht

2

Vul de woorden op de goede plaats in: **zintuigen, hersenen, spieren.**

Via onze _____ komen signalen de hersenen binnen. De _____

geven het signaal weer door aan de _____

Natoets

De natoets bestond uit dezelfde vragen als de voortoets. Ook hier werden leerlingen ondersteund door tekstballonnen met tips. De betrouwbaarheid van de vijf reguliere vragen en de vijf triarchische vragen van de natoets werd gemeten met Cronbach's Alpha. Voor de reguliere vragen was deze, $\alpha = .78$. Voor de triarchische vragen was deze $\alpha = .83$.

Figuur 2.5c Voorbeeld invulopdracht met tekstballon

8 Hoe kun je ervoor zorgen dat je informatie minder snel vergeet?

TIP
Weet je nog wat er besproken is over zenuwcellen en hoe ze informatie aan elkaar doorgeven? Wat gebeurt er als ze vaker informatie aan elkaar doorgeven?

Kun je uitleggen waarom dat zo is?

2.6 Procedure

Iedere school werd twee keer bezocht, één keer om de voortoets af te nemen en één keer om de les zelf en de natoets af te nemen. De eerste sessie begon met een uitleg over het doel van de interventie en een korte instructie voor het maken van de conceptmap en de reguliere- en triarchische vragen. De voortoets nam ongeveer 45 minuten in beslag. Na minimaal een week (maximaal twee weken) vond de tweede sessie plaats. Tijdens het tweede bezoek werd de les gegeven en de natoets afgenomen. De les nam ongeveer 45 minuten in beslag. Na een pauze van 15 tot 20 minuten vulden de leerlingen de natoets individueel in. Voor het invullen van de natoets kregen de leerlingen 45 minuten. Vragen over de opdrachten werden alleen beantwoord als die te maken hadden met de betekenis van de vraag.

2.7 Data-analyse

De conceptmaps werden gescoord met behulp van een codeerschema (zie Bijlage I). Het codeerschema bestond uit acht categorieën die bestonden uit voor gedefinieerde concepten. Categorieën 1 t/m 5 waren samengesteld op basis van de inhoud van de lesmodule. Categorie 1 omvatte onderdelen van de hersenen zoals 'kleine hersenen', 'hersenvorm' en 'sluikwag'. Categorie 2 bestond uit de functies van de hersenen als, 'informatie verwerken', 'horen' en 'lopen'. Categorie 3 werd gevormd door concepten die vorm, kleur, locatie en grootte van de hersenen of onderdelen daarvan aangaven zoals, 'bestaat uit water', 'achterkant van het hoofd' en 'leverkleurig/grijs'. Categorie 4 gaf alle concepten weer die te maken hadden met het niet functioneren van de hersenen of onderdelen daarvan zoals, 'dementie', hersenschudding' en 'persoonlijkheidsveranderingen'. Alle

correcte, relevante en gerelateerde concepten die *niet* in de lesmodule werden genoemd vormden categorie 5. Relevante en gerelateerde kennis is essentieel om concept map te kunnen maken (Wang, Walker, Chaudhry & Wylie, 2015). Leerlingen proberen immers tijdens het maken van een conceptmap informatie aan elkaar te koppelen. Leerlingen die over meer kennis beschikken ten aanzien van het onderwerp produceren naar verwachting kwalitatief en kwantitatief betere conceptmaps dan leerlingen met weinig tot geen kennis over het onderwerp. Tot categorie 6 behoorden incorrecte concepten. De scores op de natoets van incorrecte concepten kunnen inzichtelijk maken hoe informatie na de interventie werd onthouden. Categorie 7 werd gevormd door onleesbare of onduidelijke concepten, categorie 8 bestond uit alle hulpwoorden die bij de conceptmap waren vermeld zoals, geheugen, emotie, hersenbeschadiging, vorm van de hersenen etc.

Ieder concept van de conceptmap dat vermeld stond in het codeerschema leverde één punt op. De acht categorieën van de conceptmap die met behulp van het codeerschema zijn geïdentificeerd kunnen mogelijke kwantitatieve en kwalitatieve verschillen in kaart brengen. Categorie 1 (beschrijven van onderdelen) en categorie 3 (beschrijven van vorm, kleur, locatie etc.) kunnen gezien worden als kwantitatieve kennis waarbij de nadruk ligt op het reproduceren van feiten zoals benoemen of definiëren, door Krathwohl (2002) ook wel 'simpele kennis genoemd'. Categorie 2 (beschrijven van functies) en categorie 4 (niet goed functioneren) zeggen iets over de kwaliteit van de kennis namelijk of de lesinhoud ook is begrepen. Het gaat hierbij om vaardigheden zoals onderscheiden, samenhang vinden en voorspellen. Krathwohl (2002) omschrijft deze vaardigheden als 'complexe kennis'. De inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid van het codeerschema van de conceptmap was 0.85 (N= 20, 23,5%).

Allereerst is gekeken of er verschillen werden gevonden in de scores van categorie 1 en categorie 3 (simpele kennis) van de natoets en de scores van categorie 2 en categorie 4 (complexe kennis) van de natoets. Hierbij zijn de scores van de hoogbegaafde groep uit de triarchische instructie vergeleken met de scores van de hoogbegaafden uit de reguliere instructie. Vervolgens zijn de scores van de natoets van gemiddeld begaafden uit de triarchische instructie vergeleken met de scores van gemiddeld begaafden uit de reguliere instructie. Omdat er significante verschillen gevonden werden tussen de condities op de voortoets van de conceptmap is de voortoets als covariaat meegenomen. Om bias te reduceren is tijdens de analyses gebruikt gemaakt van de bootstrap methode (N=1000).

Tenslotte is bekeken of leerlingen uit de reguliere instructie en leerlingen uit de triarchische instructie op de natoets anders scoren op concepten die niet in de lesinhoud voorkomen (categorie

5) en of er sprake is van meer of minder incorrecte concepten (categorie 6). In alle condities is de voortoets als covariaat meegenomen aangezien er significante verschillen gevonden werden tussen de condities op de voortoets. Verder is om bias te reduceren, tijdens de analyses gebruikt gemaakt van de bootstrap methode ($N=1000$).

Vragen werden gescoord met een codeerschema (zie Bijlage II). Voor de reguliere vragen kon maximaal 15 punten gescoord worden. Voor de triarchische vragen kon ook maximaal 15 punten behaald worden. De inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid van de vragen was 0.79 ($N=20$, 23,5%).

Verder is gekeken naar de verschillen tussen de groepen op de reguliere vragen. Hierbij zijn de scores van de hoogbegaafde groep uit de triarchische instructie vergeleken met de scores van de hoogbegaafden uit de reguliere instructie. Vervolgens zijn de scores van de gemiddeld begaafden uit de triarchische instructie vergeleken met de scores van de gemiddeld begaafden uit de reguliere instructie. In beide condities is de voortoets als covariaat meegenomen aangezien er significante verschillen gevonden werden tussen de condities op de voortoets. Daarnaast is gebruik gemaakt van de bootstrap methode ($N=1000$) om bias te reduceren.

3. Resultaten

3.1 Voortoets conceptmap en voortoets vragen

Uit de Kolmogorov-Smirnov test blijkt dat de scores van de conceptmap van de voortoets van de gemiddeld begaafde leerlingen (conditie: reguliere instructie) niet normaal zijn verdeeld, ($D(16) = .24$, $p = .01$). De scores op de reguliere vragen van de voortoets zijn bij de groep hoogbegaafde leerlingen (conditie: triarchische instructie) niet normaal verdeeld, ($D(18) = .23$, $p = .01$). De scores op de triarchische vragen van de voortoets zijn normaal verdeeld.

In Tabel 1 worden de resultaten vermeld van de voortoets van de conceptmap (categorie 1 t/m 5), de reguliere vragen en de triarchische vragen. Een variantieanalyse van de voortoets van de conceptmap laat zien dat er significante verschillen zijn tussen de groepen ($F(3,64) = 4.01$, $p = .01$). De Bonferroni post-hoc test geeft aan dat de groep gemiddeld begaafden uit de reguliere instructie conditie significant ($p = .04$) lager scoort op de voortoets van de conceptmap dan de groep gemiddeld begaafden uit de triarchische instructie.

Een variantieanalyse van de voortoets van de vragen laat zien dat er geen significante verschillen zijn tussen de groepen met betrekking tot de reguliere vragen ($F(3,81) = 2.13, p = .10$). Er werd wel een significant verschil gevonden op de voortoets tussen de groepen met betrekking tot de triarchische vragen, ($F(3,80) = 10.27, p < .001$). De Bonferroni post-hoc test maakt duidelijk dat gemiddeld begaafden uit de triarchische conditie significant ($p = .002$) hoger scoort dan hoogbegaafden uit de triarchische conditie, de hoogbegaafden uit de reguliere conditie ($p < 0.001$) en de gemiddeld begaafden uit de reguliere conditie ($p < 0.001$). Als de resultaten op de voortoets van de reguliere vragen van *alle* hoogbegaafden vergeleken wordt met de resultaten van *alle* gemiddeld begaafden blijken hoogbegaafden significant hoger te scoren, ($F(1,83) = 5.53, p = .02$). Op de voortoets van de triarchische vragen scoren hoogbegaafden significant lager dan gemiddeld begaafden, ($F(1,82) = 9.90, p = .002$).

Tabel 1. Gemiddelde scores op de voortoets van de conceptmap, de vijf reguliere- en de vijf triarchische vragen.

	Hoogbegaafden Triarchische instructie (N=18)			Hoogbegaafden Reguliere instructie (N=17)			Gemiddeld begaafden Triarchische instructie (N=25)			Gemiddeld begaafden Reguliere instructie (N=25)		
	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD
Conceptmap (Categorie 1 t/m 5)	15	5.27	2.99	14	3.36	2.17	23	5.17	2.93	16	2.81	1.76
Reguliere vragen (Max. 14)	18	9.06	2.07	17	8.29	2.95	25	7.52	2.28	25	7.36	2.40
Triarchische vragen (Max. 14)	18	4.17	2.35	17	3.29	2.14	25	6.72	2.05	25	4.08	2.28

3.2 Effect van de reguliere- en triarchische instructie

Welke kwantitatieve verschillen zijn er in scores van de natoets van de conceptmap?

In Tabel 2 zijn de resultaten weergegeven van de gemiddelde scores op categorie 1 t/m 5 van de natoets van de conceptmap. Uit univariate analyse komt naar voren dat hoogbegaafden uit de triarchische conditie niet significant hoger scoren dan hoogbegaafden uit de reguliere conditie, ($F(1,22) = .65, p = .43$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is 1.30. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .49, 95\text{-CI}[-1.80; 4.59]$ (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant. Er

komen geen significante verschillen naar voren tussen de gemiddelde scores op categorie 1 t/m 5 van de natoets van de conceptmap van gemiddeld begaafden uit de triarchische conditie en de gemiddeld begaafden uit de reguliere conditie ($F(1,29) = .41, p = .53$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .95. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .45$, 95%-CI[-1,63; 3,42] (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant.

Tabel 2. *Gemiddelde scores op natoets van de conceptmap.*

	Hoogbegaafden Triarchische instructie (N=18)			Hoogbegaafden Reguliere instructie (N=17)			Gemiddeld begaafden Triarchische instructie (N=25)			Gemiddeld begaafden Reguliere instructie (N=25)		
	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD
Conceptmap (Categorie 1 t/m 5)	14	7.00	4.35	11	4.00	4.03	18	6.06	4.37	14	5.43	3.35
Conceptmap (Categorie 1 en 3)	14	3.93	3.73	11	2.00	3.32	18	1.83	2.50	14	2.14	2.32
Conceptmap (Categorie 2 en 4)	18	2.21	1.31	17	1.55	1.04	25	3.78	2.51	25	2.50	1.40

In Tabel 2 zijn eveneens de gemiddelde scores op de natoets van categorie 1 en 3 (simpele kennis) te zien. Een univariate analyse laat zien dat hoogbegaafden uit de triarchische- én reguliere conditie ($M=3.08, SD=3.62$) niet significant hoger scoren op de natoets van categorie 1 en 3 dan gemiddeld begaafden uit de triarchische- én reguliere conditie ($M=1.97, SD=2.39$), ($F(1,54) = 1.58, p = .22$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .79. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .25$, 95%-CI[-2,18; .57] (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant.

Uit analyse (univariate) van de scores op categorie 1 en 3 blijken hoogbegaafden uit de triarchische conditie niet significant hoger te scoren dan hoogbegaafden uit de reguliere conditie, ($F(1,22) = .51, p = .48$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .87. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .54$, 95%-CI[-1,62; 3,36] (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant. Verder laat een univariate

analyse geen significante verschillen zien tussen de scores op de natoets van categorie 1 en 3 van de gemiddeld begaafden uit de triarchische conditie en de gemiddeld begaafden uit de reguliere conditie ($F(1,29) = 3.40, p = .08$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is 1.21. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .08, 95\text{-CI}[-.13; 2.54]$ (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant.

Een univariate analyse laat verder zien dat de triarchische instructie ($M=2.75, SD=3.22$) niet significant hoger scoort op de natoets van categorie 1 en 3 dan de reguliere instructie ($M=2.08, SD=2.74$), ($F(1,54) = .19, p = .66$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .29. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .66, 95\text{-CI}[-1.60; 1.02]$ (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant.

Welke kwalitatieve verschillen zijn er in scores van de conceptmap van de natoets?

In Tabel 2 zijn ook de gemiddelde scores te zien van de natoets van categorie 2 en 4 (complexe kennis). Een univariate analyse laat zien dat hoogbegaafden uit de triarchische- én reguliere conditie significant lager scoren ($M=1.92, SD=1.22$) op de natoets van categorie 2 en 4 dan gemiddeld begaafden uit de triarchische- én reguliere conditie, ($M=3.22, SD=2.17$), ($F(1,54) = 6.00, p = .02$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is 1.09. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .02, 95\text{-CI}[,36; 1,87]$ (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 niet binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil statistisch significant.

Uit univariate analyse blijkt dat hoogbegaafden uit de triarchische conditie niet significant hoger scoren op categorie 2 en 4 van de natoets dan hoogbegaafden uit de reguliere conditie ($F(1,22) = .74, p = .40$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .36. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .40, 95\text{-CI}[-.51; 1.22]$ (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant. Er werden na univariate analyse geen significante verschillen gevonden op categorie 2 en 4 van de natoets tussen gemiddeld begaafden uit de triarchische conditie en de gemiddeld begaafden uit de reguliere conditie ($F(1,29) = 2.21, p = .15$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is 1.07. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .15, 95\text{-CI}[-2.54; .40]$ (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant.

Een univariate analyse maakt duidelijk dat triarchische instructie ($M=3.09, SD=2.19$) ten opzichte van reguliere instructie ($M=2.08, SD=1.32$) geen significant effect heeft op de natoets van categorie 2 en

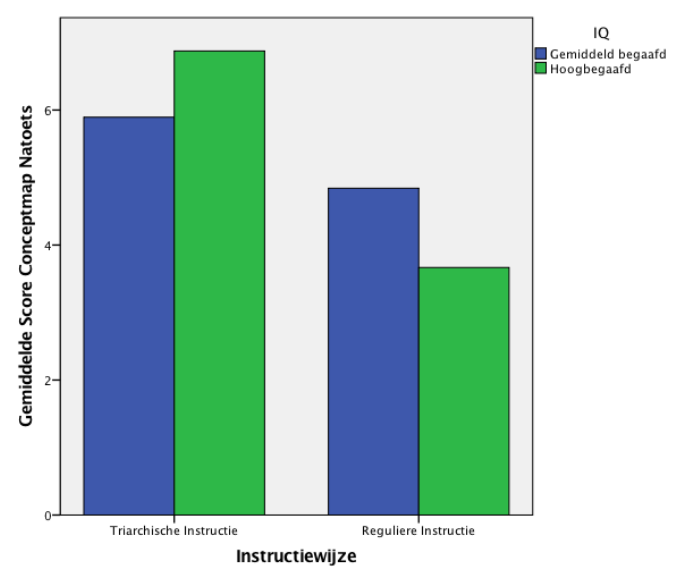
4, ($F(1,54) = 2.58, p = .11$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .74. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .11$, 95%-CI[-.19; 1.67] (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant.

Een analyse (univariate) van de scores op categorie 5 van de natoets laat zien dat triarchische instructie ($M=.63, SD=1.01$) niet significant hoger scoort dan reguliere instructie ($M=.64, SD=.952$), ($F(1,54) = 1.12, p = .30$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .30. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .30$, 95%-CI[-.86; .27] (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant.

Na analyse (univariate) van de scores op de natoets van categorie 6 blijkt triarchische instructie ($M=.22, SD=.55$) niet significant hoger te scoren dan reguliere instructie ($M=.20, SD=.50$), ($F(1,54) = .02, p = .90$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .02. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .90$, 95%-CI[-.26; .31] (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant.

Grafiek 1 laat per instructiewijze de gemiddelde totale scores zien van de natoets op de conceptmap. Een univariate analyse liet zien dat triarchische instructie ($M=6.47, SD=4.32$) niet significant hoger scoort dan reguliere instructie ($M=4.8, SD=3.65$), ($F(1,54) = .001, p = .97$) op de totale scores van de conceptmap. Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .04. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .98$, 95%-CI[-1.89; 2.12] (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant.

Grafiek 1. Gemiddelde scores op de natoets van de conceptmap.



Resultaten op de reguliere- en triarchische vragen

Tabel 3 laat de gemiddelde scores van de natoets zien op de reguliere vragen. Een univariate analyse laat zien dat hoogbegaafden uit de triarchische- én reguliere conditie niet significant hoger scoren ($M=9.66$, $SD=2.20$) op de natoets van de reguliere vragen dan gemiddeld begaafden uit de triarchische- én reguliere conditie, ($M=9.38$, $SD=2.29$), ($F(1,82) = .03$, $p = .87$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .08. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .87$, 95%-CI[-.89; 1.06] (bootstrap).

Tabel 3. *Gemiddelde scores op de natoets van de reguliere- en triarchische vragen.*

	Hoogbegaafden Triarchische instructie (N=18)			Hoogbegaafden Reguliere instructie (N=17)			Gemiddeld begaafden Triarchische instructie (N=25)			Gemiddeld begaafden Reguliere instructie (N=25)		
	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD
Reguliere vragen (Max. 14)	18	9.67	2.25	17	9.65	2.21	25	10.16	1.65	25	8.60	2.58
Triarchische vragen (Max. 14)	18	5.39	3.58	17	5.82	3.34	25	8.60	2.80	25	4.46	2.21

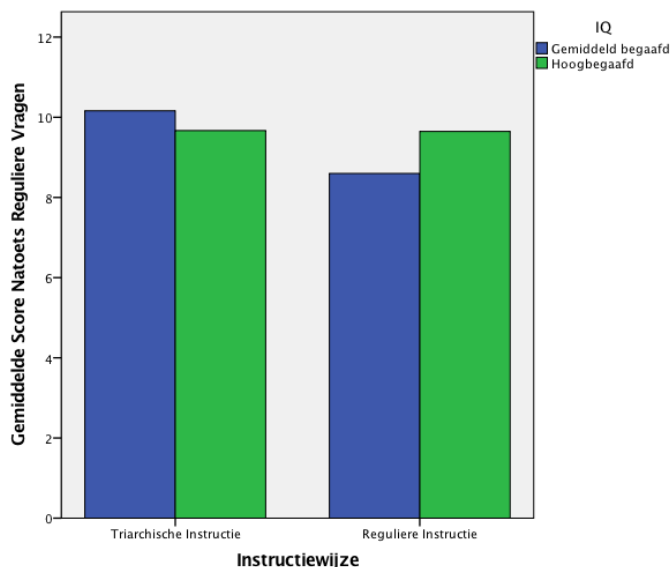
Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil statistisch niet significant. Een univariate analyse laat zien dat hoogbegaafden uit de triarchische- én reguliere conditie niet significant hoger scoren ($M=5.60$, $SD=3.42$) op de natoets van de triarchische vragen dan gemiddeld begaafden uit de triarchische- én reguliere conditie, ($M=6.57$, $SD=3.26$), ($F(1,82) = .04$, $p = .85$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .13. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .85$, 95%-CI[-1.50; 1.24] (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil statistisch niet significant.

Een univariate analyse liet zien dat de hoogbegaafden groep uit de triarchische conditie niet significant hoger scoort op de natoets van de reguliere vragen dan de hoogbegaafden groep uit de conditie met de reguliere conditie ($F(1,32) = .33$, $p = .57$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .36. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .57$, 95%-CI[-1.66; .93] (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant. De gemiddeld begaafden groep uit de conditie met de triarchische instructie

scoort na analyse (univariate) significant hoger op de reguliere vragen van de natoets dan de gemiddeld begaafde groep uit de conditie met de reguliere instructie ($F(1,47) = 6.28, p = .02, d=.69$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is 1.54. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .02, 95\text{-CI}[-2.78; -.30]$ (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 niet binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil statistisch significant. De gemiddelde score vertoont een verband met de instructiewijze.

Grafiek 2 laat de gemiddelde scores zien per instructiewijze op de natoets van de reguliere vragen. Uit univariate analyse blijkt dat triarchische instructie ($M=9.95, SD=1.91$) niet significant hoger scoort dan reguliere instructie ($M=9.02, SD=2.46$), ($F(1,82) = 3.14, p = .08$).

Grafiek 2. Gemiddelde scores op de natoets van de reguliere vragen.



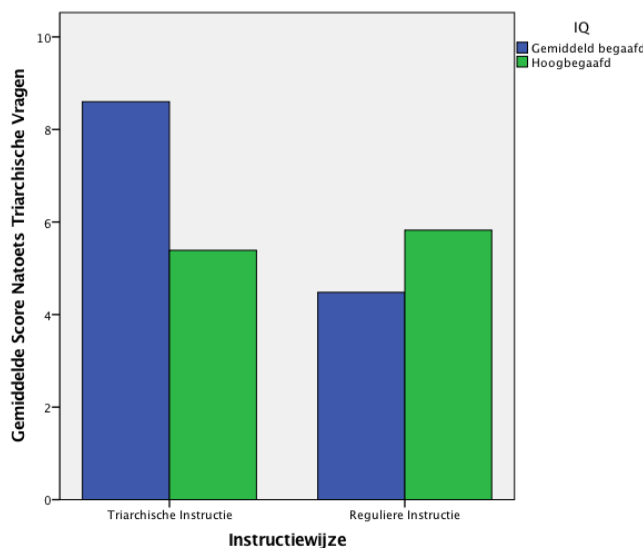
Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is .82. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .08, 95\text{-CI}[-.10; 1.73]$ (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant.

In Tabel 3 worden ook de gemiddelde scores van de natoets weergegeven op de triarchische vragen. De hoogbegaafden groep uit de conditie met de triarchische instructie blijkt na een univariate analyse niet significant hoger te scoren op de triarchische vragen van de natoets dan de hoogbegaafden groep de conditie met de reguliere instructie ($F(1,32) = 1.11, p = .30$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is 1.11. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .30, 95\text{-CI}[-3.25; 1.03]$ (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant. Een univariate analyse laat

zien dat de gemiddeld begaafden groep uit de conditie met de triarchische instructie significant hoger scoort op de triarchische vragen van de natoets dan de gemiddeld begaafde groep uit de conditie met de reguliere instructie ($F(1,46) = 17.31, p < .001, d=.98$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is 3,49. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p < .001$, 95%-CI[-5,18; -1,80] (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 niet binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil statistisch significant. De gemiddelde score vertoont een verband met de instructiewijze.

Grafiek 3 laat de gemiddelde scores zien per instructiewijze op de natoets van de triarchische vragen. Een univariate analyse liet zien dat triarchische instructie ($M=7.26, SD=3.50$) niet significant hoger scoort dan reguliere instructie ($M=5.02, SD=2.78$), ($F(1,81) = 2.96, p = .09$). Het verschil tussen de geschatte marginale gemiddelden is 1.17. Het betrouwbaarheidsinterval voor dit verschil is $p = .09$, 95%-CI[-,18; 2,53] (bootstrap). Aangezien de waarde 0,00 binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, is het verschil niet statistisch significant.

Grafiek 3. Gemiddelde scores op de natoets van de triarchische vragen.



Om een indruk te krijgen van de invloed van leeftijd op de resultaten zijn de gemiddelde scores van de conceptmap, de reguliere vragen en de triarchische vragen geanalyseerd (zie Tabel 4). Uit een univariate analyse bleek leeftijd niet van invloed te zijn op de gemiddelde scores van de natoets van de conceptmap, ($F(3,52) = 2.66, p = .06$), de gemiddelde scores op de natoets van de reguliere vragen ($F(3,80) = .24, p = .87$), en de gemiddelde scores op de natoets van de triarchische vragen ($F(3,79) = .18, p = .91$).

Tabel 4. *Gemiddelde scores leeftijdsgroepen op de natoets van de conceptmap, de reguliere- en triarchische vragen.*

	Conceptmap			Reguliere vragen			Triarchische vragen		
	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD
9 jaar	6	7.5	5.72	6	9.33	1.96	6	5.50	3.45
10 jaar	13	3.9	3.77	23	9.57	2.59	23	5.43	3.54
11 jaar	25	6.76	4.04	34	9.59	2.27	34	6.21	3.11
12 jaar	13	4.77	3.03	22	9.32	1.99	22	7.05	3.46

Na een univariate analyse werden geen significante verschillen gevonden in de gemiddelde scores van: jongens en meisjes op de natoets van de conceptmap, ($F(1,54) = .27, p = .60$), van jongens en meisjes op de gemiddelde scores op de natoets van de reguliere vragen ($F(1,82) = 2.95, p = .09$), en van jongens en meisjes op de gemiddelde scores op de natoets van de triarchische vragen ($F(1,81) = .02, p = .89$).

De Spearman's Rho laat zien dat er een significante samenhang bestaat tussen de scores van de reguliere vragen van de natoets en de scores van de triarchische scores van de natoets ($r_s = .33, n=85, p = .002$). Dit betekent dat leerlingen hoger scoren op de reguliere vragen als zij ook hoger scoren op de triarchische vragen. Er zijn geen significante correlaties gevonden tussen de natoets van de conceptmap en de natoets van de reguliere vragen en de natoets van de conceptmap en de natoets van de triarchische vragen.

4. Discussie

4.1 Doel

Doel van dit exploratieve onderzoek was inzicht verkrijgen in mogelijke kwalitatieve en kwantitatieve verschillen in de informatieverwerking van gemiddeld begaafde leerlingen en hoogbegaafde leerlingen die een triarchische les of een reguliere les hebben gevolgd. De effecten van twee type lessen zijn in een quasi-experiment met elkaar vergeleken: één lesmethode werd ontwikkeld op basis van de theorie van Sternberg (1984) en één lesmethode werd ontwikkeld op basis van een reguliere lesmethode. Vier condities werden met elkaar vergeleken: Hoogbegaafde leerlingen die een

reguliere lesmethode volgden, hoogbegaafde leerlingen die triarchische lesmethode volgden, gemiddeld begaafde leerlingen die een reguliere les volgden en gemiddeld begaafde leerlingen die een triarchische lesmethode volgden. Met behulp van een conceptmap werden de kwalitatieve en kwantitatieve verschillen inzichtelijk gemaakt. Met een reguliere toets werd gekeken of leerlingen beter scoorden op bepaalde onderdelen (zoals onthouden) na een triarchische les in vergelijking met een reguliere les. Met een toets gebaseerd op de triarchische theorie werden de effecten van de twee type lessen bepaald op analytische-, creatieve- en praktische denkstijlen.

Kwalitatieve en kwantitatieve verschillen conceptmap

De resultaten op de conceptmap lieten geen significante verschillen zien tussen reguliere- en triarchische instructie. Omdat er nauwelijks dwarsverbindingen aanwezig waren kon de kwaliteit van de conceptmap onvoldoende inzichtelijk gemaakt worden. Niet alle docenten, en dus ook niet hun leerlingen, zijn bekend met het maken van een conceptmap (Schneider & Krajcik, 2002). Hoewel het principe van conceptmapping met de leerlingen vooraf is besproken vereist het opzetten van volwaardige conceptmaps waarbij concepten onder andere hiërarchisch georganiseerd zijn (Novak & Gowin, 1984; Ruiz-Primo & Shavelson, 1996a) wellicht meer oefening dan in dit onderzoek het geval was. Het is ook denkbaar dat hoogbegaafde leerlingen de opdracht om een conceptmap te maken niet uitdagend genoeg vonden. Gemiddeld begaafde leerlingen bleken in vergelijking met hoogbegaafde leerlingen zowel in de voortoets als in de natoets (voortoets: 57,4% versus 42,6%, natoets: 57,6% versus 42,4%) vaker een conceptmap te maken. Verschillende onderzoekers wijzen op gevolgen als verveling en onderpresteren bij gebrek aan uitdaging voor hoogbegaafde leerlingen (Heilbronner, Connel & Reis, 2010; Rogers, 2007). Daarnaast konden een aantal leerlingen de conceptmap uit de voortoets nagenoeg reproduceren in de natoets zonder hierbij aanvullingen uit de les te plaatsen. Verder leken leerlingen het lastig te vinden om concepten te bedenken, zo schreven veel leerlingen alleen de hulpwoorden (Liu & Hinchey, 1996) op die slechts ter ondersteuning bij de conceptmap geplaatst waren. Om te voorkomen dat leerlingen niet aan de vragen toe zouden komen werd hen na ongeveer 15 minuten verteld dat ze verder moesten met de toets. Uit onderzoek van Erdogan (2009) komt naar voren dat leerlingen die een conceptmap op papier maken veel tijd nodig hebben om deze te maken en aan te passen. Als leerlingen te weinig tijd hebben zal dit onmiskenbaar gevolgen hebben voor de kwantiteit en kwaliteit van de conceptmap. Onvoldoende ervaring met conceptmaps, het tijdslimiet en het gebrek aan uitdaging hebben daarom mogelijk de kwaliteit en de kwantiteit van de conceptmap beïnvloed.

Uitkomsten reguliere en triarchische vragen

Uit de resultaten van reguliere- en triarchische vragen kwam naar voren dat gemiddeld begaafde leerlingen uit de triarchische conditie gemiddeld hoger scoorden dan gemiddeld begaafde leerlingen uit de reguliere conditie. De resultaten van hoogbegaafde leerlingen uit de triarchische conditie en hoogbegaafde leerlingen uit de reguliere conditie lieten daarentegen geen significante verschillen zien. Dit lijkt te suggereren dat triarchische instructie in vergelijking met reguliere instructie een positiever effect heeft gehad op de resultaten van gemiddeld begaafde leerlingen en dat reguliere- en triarchische instructie een vergelijkbaar effect hadden op de resultaten van hoogbegaafde leerlingen. Het positieve effect van triarchische instructie op gemiddeld begaafde leerlingen lijkt niet verklaard te worden doordat er bij hen meer ruimte voor verbetering was. Zij zouden dan in vergelijking met gemiddeld begaafde leerlingen uit de reguliere conditie lager hebben gescoord op de voortoetsen van reguliere- en triarchische vragen. Op de voortoets van reguliere vragen scoorden gemiddeld begaafden uit beide condities echter vergelijkbaar en op de voortoets van triarchische vragen bleken gemiddeld begaafden uit de triarchische conditie gemiddeld zelfs hoger te scoren. Mogelijk wordt het positieve effect van triarchische instructie op gemiddeld begaafde leerlingen veroorzaakt doordat deze instructiewijze hen cognitief meer uitgedaagd dan reguliere instructie. Een cognitief uitdagende leeromgeving ondersteunt leerlingen om kennis op de juiste wijze te integreren in schema's. Dit zal een gunstig effect hebben op de hoeveelheid kennis en de kwaliteit van kennis waardoor de prestaties van leerlingen omhoog zullen gaan (Simons, Van der Linden & Duffy, 2000; Van der Werf, 2006). Het is onduidelijk waarom triarchische instructie geen significant effect leek te hebben op de resultaten van hoogbegaafde leerlingen. Als er bij hen minder ruimte voor verbetering was omdat triarchische instructie aansluit bij denkstijlen die zij uit zichzelf al hanteren of omdat zij lesmethoden gewend zijn die vergelijkbaar zijn met triarchische instructie (Van Kessels, 2009; Sternberg, 2004) zouden *alle* hoogbegaafden ten opzichte van *alle* gemiddeld begaafde leerlingen gemiddeld hoger moeten scoren op de voortoets van reguliere- en triarchische vragen. Opvallend was echter dat *alle* hoogbegaafden in vergelijking met *alle* gemiddeld begaafden gemiddeld significant lager scoorden op de voortoets van triarchische vragen en juist significant hoger te scoorden op de voortoets van reguliere vragen.

Als triarchische instructie werd vergeleken met reguliere instructie bleken er geen significante verschillen te zijn. Beide instructiewijzen scoorden dus even goed of even slecht. Sternberg et al. (2004) zijn van mening dat triarchische instructie transfer stimuleert en ervoor zorgt dat informatie juist beter wordt onthouden in vergelijking met directe instructie. Strand-Cary & Klahr (2008) laten in hun onderzoek echter zien dat directe instructie niet alleen effectief is om voor een beperkte tijd concepten uit het hoofd te leren, ook bij complexe concepten en transfer van kennis zou directe

instructie goed inzetbaar zijn. Triarchische instructie en reguliere instructie lijken meer overeenkomsten te kennen dan Sternberg (2004) stelt.

De significante samenhang tussen scores van de natoets van reguliere- en triarchische vragen roept de vraag op of triarchische vragen in vergelijking met reguliere vragen andere denkprocessen stimuleert zoals Sternberg (1984) meent. Men heeft immers feiten (reguliere instructie) nodig om relaties te leggen en schema's te construeren (triarchische instructie). Gottfredson (2002) is van mening dat de praktische denkstijl van Sternberg (1984) niet betrouwbaar onderscheiden kan worden van algemene intelligentie en daarom ook niet afzonderlijk gemeten worden. Brody (2003) onderschrijft de bevindingen van Gottfredson (2002) en is van mening dat dit voor alle drie denkstijlen van Sternberg (1984) geldt. Als de drie denkstijlen van Sternberg (1984) niet goed te onderscheiden zijn dan konden de toetsen zoals deze in dit onderzoek zijn gebruikt naar verwachting de drie denkstijlen ook niet onderscheiden. De onderzoeken van Gottfredson (2002) en Brody (2003) impliceren op zijn minst dat het onafhankelijk meten van de drie denkstijlen discutabel is.

4.2 Beperkingen van dit onderzoek

Een eerste limitatie van dit onderzoek betreft de samenstelling van groepen. De leerlingen namen in hun natuurlijke setting deel aan het onderzoek en waren dus niet willekeurig geselecteerd. De resultaten kunnen hierdoor vertekend zijn. De quasi experimentele opzet was echter het minst belastend voor scholen. Op deze wijze was het niet nodig om tijdens de interventie een klas in twee groepen op te splitsen. Hierdoor hoefden scholen minder vaak bezocht te worden en was het niet noodzakelijk om tijdens de interventie een andere locatie of vervangende activiteiten te organiseren voor de groep die niet deelnam aan de interventie. De tweede limitatie van dit onderzoek betreft het aantal reguliere- en triarchische vragen. Omdat de aandachtspanne van leerlingen vaak kort is (Barnes, Marateo & Ferris, 2007) is ervoor gekozen om de hoeveelheid vragen te beperken. Hierdoor werd het onderscheiden van de drie denkstijlen van Sternberg (1984) echter bemoeilijkt.

4.3 Aanbevelingen en toekomstig onderzoek

Gedurende de interventie werd duidelijk dat leerlingen meer moeite bleken te hebben met het maken van een conceptmap dan verwacht. Het verdient aanbeveling om in vervolgonderzoek hoogbegaafde leerlingen en gemiddeld begaafde leerlingen voorafgaand aan de interventie meermaals te laten trainen met het maken van een conceptmap. Om de kwaliteit en kwantiteit van de conceptmaps van de groepen goed met elkaar te kunnen vergelijken is het van belang om tijdens dergelijke trainingen uitgebreid uitleg te geven over het maken van dwarsverbindingen (kwaliteit) en

het opschrijven van concepten (kwantiteit). Daarnaast is het relevant om er zorg voor te dragen dat leerlingen voldoende tijd hebben om een conceptmap te maken. Tijdens de trainingen zou ook goed in kaart gebracht kunnen worden hoeveel tijd leerlingen nodig hebben. Een alternatieve aanpak zou een digitale tool kunnen zijn. Onderzoek wijst uit dat digitale conceptmap tools meer complexe conceptmaps opleveren dan conceptmaps die met pen en papier zijn gemaakt omdat leerlingen met digitale tools beter in staat zouden zijn om informatie eenvoudig te (her)ordenen (Royer & Royer, 2004).

De verschillen tussen triarchische instructie en reguliere instructie zijn in dit onderzoek onvoldoende duidelijk geworden. Triarchische instructie lijkt meer overeenkomsten te hebben met reguliere instructie dan Sternberg (2004) stelt. Vervolgonderzoek zou over een langere periode moeten plaatsvinden waardoor niet alleen een groter aantal triarchische vragen kan worden voorgelegd aan leerlingen maar ook een grotere verscheidenheid. Hierdoor kunnen verschillen tussen beide instructiewijzen beter in kaart worden gebracht. Langduriger onderzoek zou ook inzicht kunnen geven hoe leerlingen de triarchische instructie ervaren, beleven zij meer plezier aan deze instructiewijze?

Van gemiddeld begaafde leerlingen wordt verondersteld dat zij 'bottom up' denken: van de details naar het geheel (Kessels, 2009), reguliere instructie zou goed passen bij deze manier van denken (McCall, 2007). Triarchische instructie lijkt echter beter aan te sluiten bij gemiddeld begaafde leerlingen hoewel deze instructiewijze, in tegenstelling tot directe instructie, voornamelijk aandacht besteedt aan hogere orde relaties (Sternberg, Grigorenko & Ferrari, 2004) en daardoor 'top down' denken stimuleert. Het zou interessant zijn om in vervolgonderzoek te bepalen of gemiddeld begaafde leerlingen inderdaad een voorkeur hebben voor 'bottom up' denken en hoogbegaafde leerlingen 'top down' denken prefereren.

5. Conclusie

Triarchische instructie leek in vergelijking met reguliere instructie een positief effect te hebben op de resultaten van gemiddeld begaafde leerlingen. Reguliere- en triarchische instructie hadden een vergelijkbaar effect op de resultaten van hoogbegaafde leerlingen. Als vervolgens de instructiewijzen met elkaar werden vergeleken leek er geen effect te zijn. Aanvullend onderzoek zal moeten uitwijzen of gemiddeld begaafde leerlingen meer gebaat zijn bij triarchische instructie dan reguliere instructie en reguliere- en triarchische instructie een vergelijkbaar effect hebben op de resultaten van hoogbegaafde leerlingen.

6. Referenties

- Baker, J. A., Bridger, R., & Evans, K. (1998). Models of under-achievement among gifted preadolescents: The role of personal, family, and school factors. *Gifted Child Quarterly*, 42, 5–14.
- Barnes K., Marateo, R, Ferris, S. (2007). Teaching and learning with the net generation. *Innovate*, 50-58.
- Bartlett, F. (1932). *Remembering: A study in experimental and social psychology*. New York & London: Cambridge University Press.
- Brody, N. (2003). What Sternberg should have concluded. *Intelligence*, 31, 339-342.
- Brophy, J. (2004). *Motivating students to learn* (2nd ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Chan, D. W. (2001). Learning styles of gifted and nongifted secondary students in Hong Kong. *Gifted Child Quarterly*, 45, 3544.
- Dean, D., Kuhn, D. (2006). Direct instruction vs. Discovery: The long view. *Science Education*, 91, 384-397.
- Erdogan, Y. (2009). Paper-based and computer-based concept mappings: The effects on computer achievement, computer anxiety and computer attitude. *British Journal of Educational Technology*, 40, 821-836. doi:10.1111/j.1467-8535.2008.00856.x
- Feldhusen, J. F., & Moon, S. M. (1992). Grouping gifted students: Issues and concerns. *Gifted Child Quarterly*, 36, 63–67.
- Feldhusen, J. F. (2005). Giftedness, talent, expertise, and creative achievement. In Sternberg, R. J. & Davidson, J. E. (Eds.). *Conceptions of Giftedness* (pp. 64-79). New York: Cambridge University Press.
- Gottfredson, L. S. (2002). Dissecting practical intelligence theory: its claims and evidence. *Intelligence*. *Intelligence*, 31, 343-397.
- Grigorenko, E. L., Jarvin, L., Sternberg, R, J. (2001). School-based tests of the triarchic theory of human intelligence: Three settings, three samples, three syllabi. *Contemporary Educational Psychology*, 27, 167-208.
- Heilbrunner, N. N., Connel, E. E., Reis, S. W. (2010). The “stepping stone phenomenon”: Exploring the role of positive attrition at an early college entrance program. *Journal of Advanced Academics*, 21, 392–425.
- Huang, Y., Chiu, P. (2015). The effectiveness of the meaningful learning-based evaluation for different achieving students in a ubiquitous learning context. *Computers & Education*, 87, 243-253.
- Jeffries, R., Turner, A., Polson, P., Atwood, M. (1981). Processes involved in designing software.

- In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition*, 255-283. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Liu, X., Hinchey, M. (1996) The internal consistency of a concept mapping scoring scheme and its effect on prediction validity. *International Journal of Science Education*, 18, 921-937.
- Kessels, A. van (2009). *Topdown leren onmogelijk uit te leggen; als je niet weet wat bottom-up leren is*. Gevonden op 20-06-2017 via: <http://home.planet.nl/~heuve533/topdown.pdf>.
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15, 661–667.
- Krathwohl, D. R. (2002): A revision of Bloom's taxonomy: An overview, *Theory Into Practice*, 41, 212-218.
- Kuhn, D. (2007). Is direct instruction an answer to the right question? *Educational Psychologist*, 42, 109-113.
- Markman, E. M. (1985). Comprehension monitoring: Developmental and educational issues. In S. F. Chipman, J. W. Segal, Glaser, R. (Eds), *Thinking and learning skills: Research and open question*, 2, 275-291.
- Mayer, R. E. (2002). Rote versus meaningful learning. *Theory into Practice*, 41, 226-232. Doi: 10.1207/s1543042ltp4104_4
- Mayer, R. E. (2008). *Learning and instruction* (2nd ed). Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrill Prentice Hall.
- McCall, A. (2007). Supporting exemplary social studies teaching in elementary schools. *Social Studies*, 97, 161–167.
- Meier, E., Vogl, K., Preckel, F. (2014). Motivational characteristics of students in gifted classes: The pivotal role of need for cognition, *Learning and Individual Differences*, 33, 39-46.
- Novak, J. D., Gowin, D. R. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge Press.
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86, 548-71.
- Preckel, F., Götz, T., & Frenzel, A.C. (2010). Ability grouping of gifted students: Effects on academic self-concept and boredom. *British Journal of Educational Psychology*, 80, 451–472.
- Ricca, J. (1984). Learning styles and preferred instructional strategies of gifted students. *Gifted Child Quarterly*, 28, 121-126.
- Rogers, K. B. (2007). Lessons learned about educating the gifted and talented: A synthesis of the research on educational practice. *Gifted Child Quarterly*, 51, 382–396. doi:10.1177/0016986207306324
- Rosenshine, B., & Stevens, R. (1984). Classroom instruction in reading. In P. D. Pearson (Ed.), *Handbook of reading research*, 745–799. New York: Longman.

- Royer, R., Royer, J. (2004). Comparing hand drawn and computer generated concept mapping. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 23, 67-81.
- Ruiz-Primo, M. A., Shavelson, R. J. (1996a). Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 569-600.
- Ryder, R. J., Burton, J. L., Silberg, A. (2006). Longitudinal study of direct instruction effects from first through third grades. *The Journal Of Educational Research*, 99, 179-191. doi:10.3200/JOER.99.3.179-192
- Schneider, R., Krajcik, J. (2002). Supporting science teacher learning: The role of the educative curriculum materials. *Journal of Science Teacher Education*, 13, 221-245.
- Simons, R. J. (1999). Krachtige Leeromgevingen. *Gids voor Onderwijsmanagement*.
- Simons, P. R. J., Linden, J. L. van der, Duffy, T. (2000). New learning: three ways to learn in a new balance. In P. R. J. Simons, J.L. van der Linden & T. Duffy (Eds.) (2000). *New Learning*, 1-18. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Sternberg, R. J. (1984). Toward a triarchic theory of human intelligence. *Behavioral and Brain Sciences*, 7, 269-287.
- Sternberg, R.J., Davidson, J.E. (1985). Cognitive development in the gifted and talented. In F.D. Horowitz, M. O'Brien (Eds.), *The gifted and talented: Developmental perspectives* (pp. 37-74) Washington, DC: American Psychological Association.
- Sternberg, R. J., Nigro, G. (1980). Developmental patterns in the solution of verbal analogies. *Child Development*, 51, 27-38
- Sternberg, R.J. (1997). What does it mean to be smart? *Educational Leadership*, 20-24.
- Sternberg, R.J. (1998a). Applying the triarchic theory of human intelligence in the classroom. In R.J. Sternberg and W.M. Williams (Eds.), *Intelligence, instruction, and assessment*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sternberg, R. J., Grigorenko, E. L., & Ferrari, M. (2004). *Giftedness and expertise* (RM04198).
- Sternberg, R. J., & Grigorenko, E. L. (2004). Successful intelligence in the classroom. *Theory into Practice*, 43, 274-280. doi:10.1207/s15430421tip4304_5
- Sternberg, R. J., The Rainbow Project Collaborators (2006). The Rainbow project: Enhancing the SAT through assessments of analytical, practical and creative skills. *Intelligence*, 34, 321-350.
- Strand-Cary M, Klahr D. 2008. Developing elementary science skills: instructional effectiveness and path independence. *Cogn. Dev.* 23:488-511
- Sweller, J., & Cooper, G. A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction*, 2, 59-89.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning*

and Instruction, 4, 295-312.

Vallori, A. B. (2014). Meaningful learning in practice. *Journal of Education and Human Development*, 3(4), 199-209.

Wang S., Walker E., Chaudhry R., Wylie R. (2015) Personalized expert skeleton scaffolding in concept map construction. In: Conati C., Heffernan N., Mitrovic A., Verdejo M. (eds) Artificial Intelligence in Education. AIED 2015. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 9112. Springer, Cham.

Werf, G. van der (2006). Oud of nieuw leren? Of liever gewoon leren? *Pedagogische Studiën*, 94-99.

Bijlage I

Codeerschema conceptmap en opdrachten.

(1) Onderdelen	(2) Functie	(3) Vorm, kleur, grootte, bestaat uit, locatie	(4) Niet goed functioneren	(5) Anders	(6) Incorrect	(7) Onleesbaar/ Onduidelijk wat er bedoeld wordt	(8) Hulpwoorden
(Grote) Hersenen	- Informatie/signalen verwerken. - Geheugen. - Blijven zich ontwikkelen. - Twee delen, links/rechts. - Links stuurt rechts aan en rechts stuurt links aan. - Beeld in de ogen op de kop, hersenen draaien beeld om.	- 1,4 kilo. - Voornamelijk uit water. - Goed beschermd. - Mannen gemiddeld groter brein dan vrouwen. - Grootte niet relevant voor intelligentie. - Bestaan uit 3 'autonome' breinen. - Leverkleurig / grijs	- Dementie; problemen met onthouden van nieuwe informatie. - Hersenen heel plastisch/flexibel, andere delen nemen e.v. functies over. - Hersenschudding: overgeven, misselijk en hoofdpijn.				
Kleine hersenen	- Rol bij motoriek/bewegen	- Achterkant van het hoofd in de nek.	- Alcohol zorgt ervoor dat we moeilijker lopen				
Zintuigen	- Geven informatie door aan zenuwcellen. - Horen (oren), ruiken (neus), proeven (tong), zien (ogen), voelen (huid).	n.v.t.	n.v.t.				
Hersenbalk (Corpus Callosum)	- Verbinding tussen 2 hersenhelften.	n.v.t.	- Met linkeroog linkerpagina van boek lezen en met				

			rechteroog rechterpag ina van boek lezen. - Problemen met zien van diepte. - Geen/nau welijks communic atie tussen hersenhelf ten.				
Ogen	- Twee ogen om diepte te zien	n.v.t.	- Met één werkend oog kun je geen diepte zien.				
Schedel	- Bescherm je hersenen	n.v.t.	n.v.t.				
Synaps	- Koppeling tussen 2 zenuwcellen	n.v.t.	n.v.t.				
Zenuwcelle n/ neuronen	- Informatie doorgeven aan hersenen. - Vaker zelfde verbinding gebruiken versterkt verbinding: beter onthouden. - Reflexen.	- Signaal is chemisch of elektrisch (klopsignale n). - Elektrisch signalen zijn snel, chemische signalen zijn veelzijdiger. - Chemische signalen bepalen de kracht van het signaal. - Cellen met tentakels (uitlopers). - Snelheid 70- 120 meter per seconde. - Geven signaal door aan spieren.	- Bijv. niet kunnen bewegen				
Slaapkwab (Temporaal kwab)	- Taal. - Visuele herkenning	- Boven de oren.	- Niet begrijpen wat je hoort (terwijl oren wel werken).				
Achterhoof d kwab (Occipitaalk wab)	- Visuele informatie verwerken	- Achterkant van het hoofd.	- Niets zien (terwijl ogen wel werken)				
Wandbeenk	- Aandacht,	- Achter/bov	- Moeilijk				

wab (Pariëtaal kwab)	lezen, rekenen en ruimtelijk inzicht. - Ervaren van de wereld om ons heen.	enzijde van het hoofd	verbande n zien. (bijv. het is 1 uur 's nachts en men denkt dat het lunchtijd is)				
Voorhoofds kwab (Frontaalkw ab)	- Betrokken bij stemming en persoonlijkh eid. - Denkvermo gen	- Voorkant van het hoofd	- Invloed op persoonlij kheid				
Hersenvliez en en hersenvocht	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.				
Menselijk brein (Hersensch ors)	- Leren en plannen. - Taal.	- 3 ^e en nieuwste gedeelte	- Alleen maar met emoties en instincten bezig.				
Zoogdieren brein	- Emoties* zoals angst, woede en plezier	- 2 ^e deel, middelste deel	- Alleen maar met instincte n bezig.				
Reptielenbr ein	- Instincten, overleven, voortplante n	- 3 ^e , eerste, oudste deel	n.v.t.				

Ieder punt (streepje) wordt gezien als een afzonderlijk onderdeel.

* Emoties niet coderen als hulpwoord als het gekoppeld is aan 'zoogdierenbrein' of 'hersenen creëren emoties' (of iets vergelijkbaars).

Bijlage II

1

REGULIER

Je hersenen controleren alles wat je doet. Zo zorgen je hersenen ervoor dat je door school kunt lopen zonder ergens tegenaan te lopen en dat je deze tekst kunt lezen.

Wat doen je hersenen nog meer? Noem drie voorbeelden:

1.1 praten lezen onthouden zien _____ 1 punt voor correct antwoord*

1.2 eten denken emoties 1 punt voor correct antwoord*

1.3 bewegen alles aansturen _____ 1 punt voor correct antwoord*

* Volgorde niet relevant.

2

REGULIER

Vul de woorden op de goede plaats in: **zintuigen, hersenen, spieren.**

Via onze 2.1 zintuigen komen signalen de hersenen binnen. De

2.2 hersenen geven het signaal weer door aan de 2.3 spieren

1 punt voor correct antwoord (totaal 3 pnt).

3

STERNBERG (analytische intelligentie)

Kijk eens naar de afbeelding hiernaast. Het jongetje kan door de pleister nu nog maar met één oog zien. Ziet hij de wereld nu anders?

3.1 Ja

Waarom wel/niet?

3.2 Hij/zij ziet nu geen diepte

1 punt voor correct antwoord. (totaal 2 pnt).

4

STERNBERG (praktische intelligentie)

Hoe zou het zijn als door een hersenbeschadiging je voorhoofdskwab beschadigd is? Wat verandert er voor jezelf en je omgeving?

4.1 Je persoonlijkheid verandert.

4.2 Je omgeving heeft dan ineens te maken met

een heel ander iemand omdat je van een heel vriendelijk iemand kunt veranderen in een heel onaardig persoon. De relatie met anderen komt er daardoor heel anders uit te zien.

1 punt voor correct antwoord. (totaal 2 pnt).

5

STERNBERG (creatieve intelligentie)

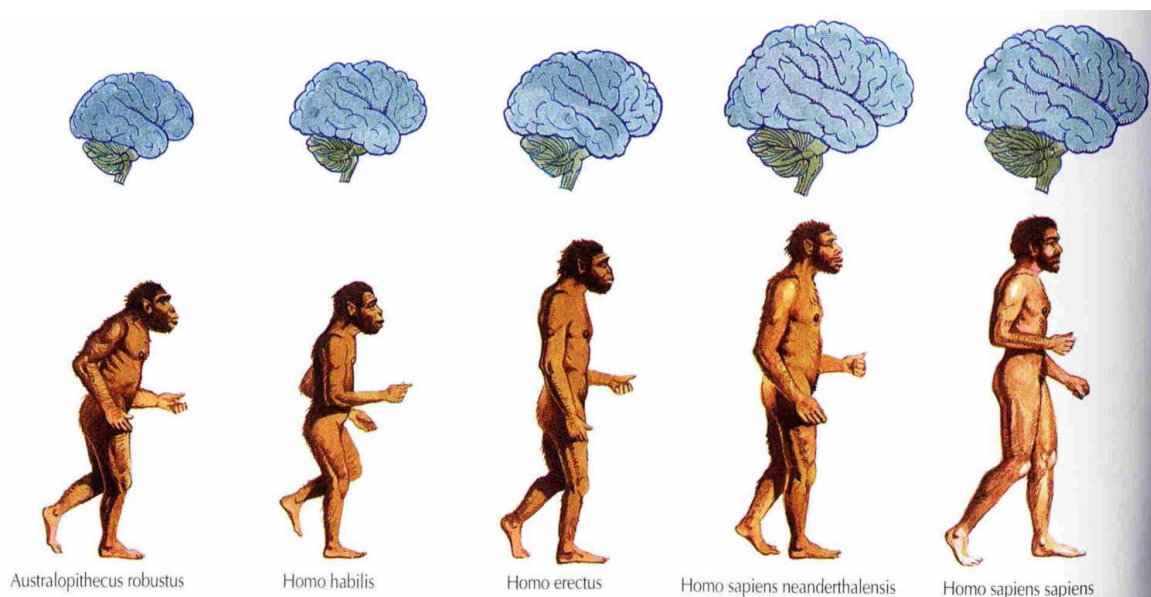
Wat weet je over de hersenen? Schrijf hieronder alles op wat je weet over de hersenen.

1 punt voor ieder onderwerp A, B, C of D (zie schema concept map) dat genoemd wordt. (Totaal Max. 6 pnt).

6

STERNBERG (creatieve intelligentie)

Hieronder zie je nog eens de afbeelding over de evolutie van de moderne mens. De moderne mens, helemaal rechts op de afbeelding, wordt ook wel homo sapiens genoemd.



Denk jij dat onze hersenen nu meer kunnen dan de hersenen van de homo habilis (2^e van links), die zo'n 2,8 tot 1,5 miljoen jaar geleden leefde?

____ **6.1 Ja** _____

Leg uit waarom wel/niet.

____ **6.2 Onze menselijke brein is verder ontwikkeld waardoor we beter kunnen plannen.**

1 punt voor correct antwoord. (totaal 2 pnt).

7

REGULIER

Kijk eens naar de onderstaande afbeelding. Welke hersenhelft stuurt het vasthouden van de pen aan?

____ **7.1 Links** _____

1 punt voor correct antwoord.

8

STERNBERG (praktische intelligentie)

Hoe kun je ervoor zorgen dat je informatie minder snel vergeet?

____ **8.1 Door veel te herhalen** _____

Kun je uitleggen waarom dat zo is?

____ **8.2 Verbindingen tussen zenuwcellen die vaker gebruikt worden zijn sterker.**

'Neuronen die samen vuren zijn goede burens' _____

1 punt voor correct antwoord (totaal 2 pnt).

9

REGULIER

Geef bij de volgende zinnen aan of ze juist of onjuist zijn. Omcirkel het juiste antwoord.

1. Je hersenen bestaan voor het grootste deel uit vet. Juist/**onjuist. 1 punt voor correct antwoord**
2. Mannen zijn intelligenter dan vrouwen omdat hun hersenen groter zijn. Juist/**onjuist. 1 punt voor correct antwoord**
3. Als je ouder wordt, neemt je intelligentie niet af. Juist/**onjuist. 1 punt voor correct antwoord**

4. De informatie van je linkeroog wordt in je rechterhersenhelft verwerkt. **Juist**/onjuist. **1 punt voor correct antwoord**
5. Je kleine hersenen zorgen ervoor dat je goed kunt bewegen. **Juist**/onjuist. **1 punt voor correct antwoord**

1 punt voor correct antwoord (totaal 5 pnt).

10

REGULIER
De signalen in je hersenen worden elektrisch én chemisch verstuurd.
Leg uit waarom dit zo is.

10.1 _____ Elektrische signalen zijn sneller. _____

10.2 _____ Chemische signalen zijn veelzijdiger. Chemische signalen kunnen de sterkte van het signaal bepalen en naar welke neuronen het signaal wordt doorgestuurd. _____

1 punt voor correct antwoord (totaal 2 pnt).

Bijlage III

Teaching analytically

Teaching analytically means encouraging students to (a) analyze, (b) critique, (c) judge, (d) compare and contrast, (e) evaluate, and (f) assess. When teachers refer to teaching for "critical thinking," they typically mean teaching for analytical thinking. How does such teaching translate into instructional and assessment activities? Consider various examples across the school curriculum:

- (a) Analyze the development of the character of Heathcliff in *Wuthering Heights*. (Literature)
- (b) Critique the design of the experiment (just gone over in class or in a reading) showing that certain plants grew better in dim light than in bright sunlight. (Biology)
- (c) Judge the artistic merits of Roy Lichtenstein's comic-book art, discussing its strengths as well as its weaknesses as fine art. (Art)
- (d) Compare and contrast the respective natures of the American Revolution and the French Revolution, pointing out ways they were similar and ways they were different. (History)
- (e) Evaluate the validity of the following solution to a mathematical problem, and discuss weaknesses in the solution, if there are any. (Mathematics)
- (f) Assess the strategy used by the winning player in the tennis match you just observed, stating what techniques she used in order to defeat her opponent. (Physical Education)

Teaching creatively

Teaching creatively means encouraging students to (a) create, (b) invent, (c) discover, (d) imagine if ..., (e) suppose that ..., and (f) predict. Teaching for creativity requires teachers not only to support and encourage creativity, but also to role-model it and reward it when it is displayed (Sternberg & Lubart, 1995; Sternberg & Williams, 1996). In other words, teachers need not only to talk the talk, but also walk the walk. The following examples of instructional or assessment activities encourage students to think creatively:

- (a) Create an alternative ending to the short story you just read that represents a different way things might have gone for the main characters in the story. (Literature)
- (b) Invent a dialogue between an American tourist in Paris and a French man he encounters on the street from whom he is asking directions on how to get to the Rue Pigalle. (French)

- (c) Discover the fundamental physical principle that underlies all of the following problems, each of which differs from the others in the "surface structure" of the problem but not in its "deep structure." (Physics)
- (d) Imagine if the government of China keeps evolving over the course of the next 20 years in much the same way it has been evolving. What do you believe the government of China will be like in 20 years? (Government/Political Science)
- (e) Suppose that you were to design one additional instrument to be played in a symphony orchestra for future compositions. What might that instrument be like, and why? (Music)
- (f) Predict changes that are likely to occur in the vocabulary or grammar of spoken Spanish in the border areas of the Rio Grande over the next 100 years as a result of continuous interactions between Spanish and English speakers. (Linguistics)

Teaching practically

Teaching practically means encouraging students to (a) apply, (b) use, (c) put into practice, (d) implement, (e) employ, and (f) render practical what they know. Such teaching must relate to the real practical needs of the students, not just to what would be practical for other individuals (Sternberg et al., 2000). Consider some examples:

- (a) Apply the formula for computing compound interest to a problem people are likely to face when planning for retirement. (Economics, Math)
- (b) Use your knowledge of German to greet a new acquaintance in Berlin. (German)
- (c) Put into practice what you have learned from teamwork in football to make a classroom team project succeed. (Athletics)
- (d) Implement a business plan you have written in a simulated business environment. (Business)
- (e) Employ the formula for distance, rate, and time to compute a distance. (Math)
- (f) Render practical a proposed design for a new building that will not work in the aesthetic context of the surrounding buildings, all of which are at least 100 years old. (Architecture)

(Sternberg & Grigorenko, 2004).