



**VOORBEELDEN EN
ANALOOG REDENEREN.
EEN NIEUWE
UITDAGING?**

VOORBEELDEN EN ANALOOG REDENEREN. EEN NIEUWE UITDAGING?

Wanneer en hoe voorbeelden in het onderwijs de ontwikkeling van kennis en begrip kunnen bevorderen.

Er is veel onderzoek gedaan naar factoren die bijdragen aan leereffecten in het onderwijs (Hattie, 2009). Dit leidt met enige regelmaat tot herzieningen in het onderwijs als geheel, zoals de Mammoetwet, de Tweede Fase en het studiehuis, als ook tot nieuwe onderwijsmethodes, zoals probleemgestuurd onderwijs, *blended learning* en *natuurlijk leren*. In dit artikel wordt aandacht gevraagd voor onderzoek naar een methode die vrijwel alle docenten in hun onderwijs sinds jaar en dag en door alle onderwijsherzieningen heen zijn blijven gebruiken, te weten het geven van voorbeelden om kennis en begrip te bevorderen.

Voorbeelden kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan leren, zo blijkt uit onderzoek (Loewenstein, Thompson, & Gentner, 1999; Rawson, Thomas, & Jacoby, 2014; Renkl, 2014). De vragen die centraal staan in dit artikel betreffen dan ook niet óf voorbeelden bijdragen aan leren, maar *wanneer* en *hoe*. Omdat het gebruik van voorbeelden zo'n algemeen verschijnsel is en welhaast een 'natuurlijk' aspect van onderwijs lijkt, wordt zelden stilgestaan bij deze vragen.

Uit tal van onderwijspsychologische studies blijkt dat leren vooral effectief is, wanneer nieuwe informatie wordt geïntegreerd met reeds aanwezige kennis (Derry, 1996). Precies dat is een van de belangrijke functies van het geven van voorbeelden. Door het voorbeeld wordt te verwerven kennis verbonden met reeds bekende begrippen en beelden. Een nieuw concept of principe wordt vergeleken met een meer toegankelijke illustratie, met bekende en beter begrepen situaties, ervaring of kennis. Zo kan het verdelen van een taart dienen als voorbeeld voor *delen* in het rekenonderwijs. Maar ook voorbeeldgedrag, voorbeeldopgaven, illustraties en metaforen kunnen dienen als basis om kennis en begrip te bevorderen.

In dit proces van vergelijken, waarin wordt gezocht naar overeenkomsten en verschillen, speelt analoog redeneren een centrale rol (Christie & Gentner, 2010; Gentner & Smith, 2013; Holyoak & Richland, 2014). Een analogie is een vergelijking tussen twee objecten, of systemen van objecten, waarbij die aspecten worden benadrukt die op elkaar lijken (Bartha, 2013). Analooeg redeneren is, volgens Bartha, "any type of thinking that relies upon an analogy" (2013, ¶1.1) ofwel elke vorm van denken die gebaseerd is op een analogie. Analooeg redeneren bevordert het verwerven van kennis en vooral begrip van kennis. Het begrijpen van informatie

Samenvatting

Voorbeelden en onderwijs lijken onlosmakelijk met elkaar verbonden. Het gebruik van voorbeelden is vaak zo vanzelfsprekend, dat zelfs in didactische opleidingen niet altijd aandacht wordt besteed aan de voorwaarden voor een optimaal gebruik ervan. Voorbeelden blijken echter niet automatisch tot meer kennis en beter begrip te leiden. Leren van en door voorbeelden vereist bewuste aandacht en doet een beroep op analooeg redeneren. Er is veel onderzoek gedaan naar de centrale rol van analooeg redeneren in leren. De hieruit voortgekomen kennis en inzichten lijken echter nog niet algemeen bekend bij docenten noch breed geïmplementeerd in het onderwijs, zo komt ook naar voren uit een verkennend onderzoek aan De Haagse Hogeschool. Dit artikel vormt een eerste aanzet om kennis en inzichten in analooeg redeneren en in het effectief gebruik van voorbeelden bredere bekendheid te geven. De aanbevelingen in het artikel zijn bedoeld om docenten te inspireren en uit te dagen.

Auteurs

Marieke Barendsen
De Haagse Hogeschool

René Diekstra
De Haagse Hogeschool

Correspondentieadres

M.B.Barendsen@hhs.nl

Lectoraat

Jeugd en Opvoeding

Lector

René Diekstra

blijkt niet alleen transfer van kennis te bevorderen, maar ook het terughalen van reeds opgeslagen kennis (Christie & Gentner, 2010; Holyoak, 2011).

Voorbeelden blijken echter niet automatisch tot meer kennis en beter begrip van concepten, principes of theorieën te leiden (Holyoak & Richland, 2014; Renkl, 2014). Analoog redeneren vereist bewuste aandacht en inspanning en wordt beïnvloed door voorkennis en cognitieve capaciteiten, dat wil zeggen het gemak en de snelheid waarmee iemand nieuwe informatie verwerkt (Halford, Wilson, & Philips, 2010; Partchev & De Boeck, 2012). Daarnaast worden de leereffecten beïnvloed door het soort voorbeelden, waarover later meer, en de manier waarop ze worden gebruikt (Holyoak, 2011; Rawson, Thomas, & Jacoby, 2014; Renkl, 2014).

Opmerkelijk is, dat in meta-analytische overzichten van onderzoek naar leereffecten (Hattie, 2009), vrijwel geen aandacht wordt besteed aan de centrale rol van analoog redeneren in leren. Hetgeen zonder enige twijfel een weerspiegeling is van het gegeven dat wetenschappelijk onderzoek en theorievorming aangaande analoog redeneren en onderzoek naar factoren van leereffecten in het onderwijs vaak twee gescheiden domeinen zijn. Een van de gevolgen daarvan is dat ook docenten zich veelal niet bewust zijn van de centrale rol van analoog redeneren in het leren van en door voorbeelden.

Tijdens een presentatie door één van de auteurs voor een twintigtal docenten aan De Haagse Hogeschool over leren van en door voorbeelden, bleek geen van deze docenten bekend met de rol van analoog redeneren, noch met factoren die de effectiviteit van voorbeelden beïnvloeden. Dit riep de vraag op of dit in het algemeen geldt voor docenten aan De Haagse Hogeschool (HHS). Om deze vraag te beantwoorden is een eerste verkennend onderzoek uitgevoerd onder een groep van 121 docenten van diverse opleidingen aan de HHS. In het hierna volgende worden een aantal resultaten van dit onderzoek gepresenteerd ter illustratie van de praktijk waar het gaat om het gebruik van voorbeelden en analoog redeneren¹.

Het onderhavige artikel is primair bedoeld als inspiratie voor het bewust en effectief gebruik van voorbeelden in het hoger beroepsonderwijs door een bespreking van recente wetenschappelijke inzichten aangaande de rol van analoog redeneren in leren in relatie tot voorbeelden.

De rol van aandacht en denken in leren

Voordat we ingaan op rol van analoog redeneren in het leren van voorbeelden, staan we eerst stil bij de vraag wat onder leren wordt verstaan, om welk soort leren het hier gaat en waarom daarvoor aandacht en denken nodig is. Leren wordt, zoals gezegd, in de meest basale zin doorgaans gedefinieerd als het organiseren van informatie en het opslaan van informatie in het lange termijn geheugen (Hattie, 2009; Kandel, 2001). Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen het expliciete of declaratieve geheugen en het impliciete of niet-declaratieve geheugen (Bailey, Bartsch, & Kandel, 1996; Chi & Ohlsson, 2011). Het expliciete geheugen verwijst

¹ Het onderzoek betrof een voorlopige eerste inventarisatie onder een selecte groep docenten aan de HHS. Uitkomsten zijn daarom niet representatief, eerder illustratief. Als methode is een ten behoeve van dit onderzoek samengestelde vragenlijst gebruikt over kennis en gebruik van voorbeelden. Een volledig verslag van dit onderzoek wordt als intern rapport gepubliceerd en is voor belangstellenden t.z.t. opvraagbaar.

volgens Bailey, Bartsch & Kandel naar het bewust opslaan en terughalen van kennis over mensen, plaatsen en dingen. Het impliciete geheugen verwijst naar het onbewust kunnen oproepen van motorische vaardigheden en andere taken, die geleerd worden door associatie en gewenning.

Het gaat in dit artikel met name om het verwerven van bewuste declaratieve kennis en begrip van concepten, principes en theorie. Om informatie in het expliciete geheugen op te slaan is bewuste aandacht nodig (Kandel, 2001). Daarnaast moet voor het organiseren van informatie over deze informatie worden nagedacht (Fougny, 2008; Holyoak & Richland, 2014). Dit lijkt terug te verwijzen naar de opvatting van Dewey (1910), grondlegger van het sociaal constructivisme (Derry, 1996), die vond dat studenten moeten leren *hoe ze moeten denken*. Met dit verschil dat de nadruk nu meer gelegd wordt op analoog redeneren in plaats van, zoals Dewey (1910) het noemde, *reflectief denken*. Dewey (1910; 1933) verstond onder *reflectief denken* het leggen van relaties tussen ervaringen onderling en het vergelijken van ervaringen met kennis waarover iemand al beschikt. Bij deze vorm van denken werd sterk de nadruk gelegd op authentieke ervaringen, wat bij analoog redeneren niet noodzakelijk is. Wel speelt bij analoog redeneren het leggen van relaties tussen voorbeelden en het leggen van relaties met het te leren concept of principe een centrale rol. In plaats van de nadruk op uitleggen door docenten, ligt de nadruk op studenten laten denken.

Voordat we ingaan op analoog redeneren, staan we eerst nog even kort stil bij de rol van aandacht in leren.

De invloed van doelgerichte en bewuste aandacht op het leren van voorbeelden

De meeste docenten zullen bekend zijn met effecten van onderwijs wanneer studenten geen aandacht besteden aan de stof. Aandacht speelt een cruciale rol in het opslaan van informatie in het lange termijn geheugen en de ontwikkeling van expliciete kennis. Aandacht blijkt de ontwikkeling van nieuwe verbindingen in het brein te bevorderen (Bailey, Bartsch, & Kandel, 1996; Kandel, 2001).

Aandacht heeft, en daar zijn docenten zich mogelijk minder vaak van bewust, invloed op de informatie die geselecteerd wordt om te organiseren en op te slaan (Fougny, 2008; Kane & Engle, 2002). Fougny (2008) definieert aandacht als het selectief verwerken van informatie uit de omgeving. Datgene waaraan we aandacht besteden wordt bepaald door het doel dat we hebben.

Zonder expliciete instructie om voorbeelden te vergelijken, bestaat de sterke neiging alleen aandacht te besteden aan een voorbeeld op zich, en niet aan het vergelijken van voorbeelden, zo blijkt uit onderzoek (Holyoak, 2011; Holyoak & Richland, 2014). Met als gevolg dat wel het betreffende voorbeeld wordt onthouden en begrepen, maar niet datgene waar het voorbeeld voor bedoeld was.

Diverse onderzoeken (Holyoak, 2011; Loewenstein, Thompson, & Gentner, 1999) hebben aangetoond dat met een expliciete instructie om voorbeelden te vergelijken en te zoeken naar overeenkomsten en verschillen tussen voorbeelden onderling, en door voorbeelden te gebruiken als analogie, begrip en transfer van kennis wordt bevorderd.

In een experimentele studie kregen medische studenten eerst een verhaal te lezen over een generaal die een dorp wilde veroveren. Dit verhaal kon dienst doen als metafoor voor een medisch probleem dat aan de studenten werd voorgelegd waarbij de metafoor een mogelijke oplossing voor het probleem bood (Holyoak, 2011). Zonder de metafoor was 10% van de studenten in staat het probleem oplossen. Wanneer studenten het verhaal hadden gelezen en de instructie hadden gekregen om het verhaal als metafoor te gebruiken voor het bedenken van een oplossing lukte het 75% van de studenten om het probleem op te lossen, zonder expliciete instructie was 35% succesvol hierin. Andere onderzoeken zoals bijvoorbeeld van Loewenstein, Thomson & Gentner (1999) leverden vergelijkbare resultaten op.

Van de docenten die participeerden in het verkennende onderzoek aan de HHS zegt 22% een expliciete instructie te geven om voorbeelden te vergelijken, 29% doet dit soms en 49% doet dit zelden of nooit. Hier lijkt dus winst te behalen.

Analoog redeneren is een vorm van doelgericht denken en dit vereist mentale inspanning, wat de reden lijkt dat we dit niet automatisch doen, dat wil zeggen zonder noodzaak of expliciete instructie (Loewenstein, Thompson, & Gentner, 1999).

Analoog redeneren, gelijkenis en analogie

Goldstone en Son (2011) beschouwen het zoeken naar *gelijkenis* als de basis voor leren. Zij wijzen erop dat gelijkenissen tussen objecten, ervaringen en gebeurtenissen fundamenteel zijn voor leren, kennis en denken, mede omdat deze een cruciale rol spelen in het doen van voorspellingen. Vergelijkbare dingen gedragen zich gewoonlijk ook vergelijkbaar en dit helpt ons om dingen te ordenen en te categoriseren. Hofstadter & Sander (2014) betogen dat leren plaats vindt op basis van analogieën, het vinden van analogieën is volgens hen de kern van cognitie.

Bartha (2013) definieert een analogie als een vergelijking tussen twee objecten, of systemen van objecten, waarbij die aspecten worden benadrukt die op elkaar lijken. Holyoak (2011), en Gentner en Smith (2013) daarentegen definiëren een analogie als twee situaties die een overeenkomstig patroon van relaties tussen elementen delen, terwijl die elementen zelf in elke situatie anders zijn. Het ontdekken van een dergelijk patroon draagt bij aan het ontwikkelen van begrip van een concept of principe.

Holyoak (2011) stelt dat het zoeken naar gelijkenis en het zoeken naar een analogie deels berust op dezelfde processen, deels te onderscheiden activiteiten zijn. Ook Gentner en Markman (1997) stellen dat er vooral een gradueel verschil is tussen gelijkenis, of gelijksoortigheid en analogie.

Begrip van het verschil en de overeenkomst tussen gelijkenis en analogie kan helpen bij het gebruik van voorbeelden en behoeft daarom een nadere toelichting.

Gentner en Markman (1997) geven de volgende voorbeelden. Bajes en gevangenis zijn synoniem en letterlijk gelijk, een zebra en een gevangenis vertonen vooral uiterlijke gelijkenis (een metafoor voor kenmerken) en een baan en een gevangenis worden opgevat als analogie (een relationele metafoor).

Een docent aan de HHS wilde studenten duidelijk maken dat het respectloos was om tijdens een college met mobiele telefoons bezig te zijn. Om dit uit te leggen vroeg hij de studenten zich een situatie voor te stellen, waarin ze uit eten zijn met hun ouders en dan meer aandacht hebben voor hun mobiele telefoon, dan voor het gesprek met de ouders. Dit voorbeeld vertoont echter sterke gelijkenis met de situatie in de collegezaal. In beide situaties spelen de studenten dezelfde rol, worden ze afgeleid door hun mobiele telefoon en probeert een ouder/docent hun aandacht te krijgen. Natuurlijk zullen studenten deze overeenkomsten ook zien. De vraag is of dit voorbeeld bijdraagt aan begrip, namelijk de relatie tussen aandacht en respect en dat geen aandacht hebben respectloos kan overkomen. Voor een effectief voorbeeld dat meer voldoet als analogie, zou de nadruk meer moeten liggen op relatie tussen aandacht en respect. Bijvoorbeeld, zich voorstellen dat zij een vriend over een vervelende gebeurtenis willen vertellen, waarbij die vriend met z'n rug naar ze toe gaat zitten om uit het raam te kunnen kijken, waardoor hij maar gedeeltelijk hoort wat er verteld wordt. In dit voorbeeld is de student degene die aandacht wil, vervult de vriend de rol van student, en is de mobiele telefoon vervangen door omgekeerd zitten. Wanneer studenten wordt gevraagd dit laatste voorbeeld te vergelijken met de situatie in de collegezaal, verschuift de aandacht eerder naar de relationele overeenkomsten, geen aandacht besteden aan de verteller en een gebrek aan respect voor de verteller. De meer oppervlakkige kenmerken zijn minder vergelijkbaar waardoor de structurele overeenkomst meer wordt benadrukt.

Het vinden en onthouden van uiterlijke overeenkomsten is makkelijker. Onder tijdsdruk blijken mensen geneigd vooral te letten op de meer oppervlakkige uiterlijke overeenkomsten tussen concepten, situaties of voorbeelden (Gentner & Markman, 1997). Het vinden van relationele overeenkomsten is moeilijker. Het zijn echter de relationele overeenkomsten tussen voorbeelden die begrip bevorderen.

Voorbeelden kunnen meer of minder gelijkenis vertonen. In voorbeelden die erg op elkaar lijken en bijna letterlijk gelijk zijn, zijn zowel de elementen, of concepten, uit het voorbeeld vergelijkbaar, als de relatie tussen deze elementen, of concepten. Bij een analogie worden vooral de relationele overeenkomsten, dat wil zeggen de overeenkomstige structuur, benadrukt (Gentner & Markman, 1997).

Voorbeelden die veel gelijkenis vertonen lijken vooral geschikt om concepten te leren (her)kennen, zoals het vergelijken van meerdere soorten vogels om te leren wat de meest essentiële overeenkomsten zijn, of om principes te leren (her)kennen, zoals bij het oefenen met vergelijkbare rekenopgaven om te leren welke procedure gevolgd moet worden. Voorbeelden waarin de nadruk ligt op structurele overeenkomsten lijken meer geschikt om begrip te bevorderen.

Analogieredeneringen worden vaak geassocieerd met verbale analogieën, zoals maan staat tot nacht als zon staat tot dag (Hofstadter & Sander, 2014). Een analogie kan echter ook bestaan uit puur visuele informatie, zoals in cartoons, of uit een vergelijking van de ervaring van de lichamelijke inspanning die het kost om fysiek fit te blijven met de mentale inspanning om die het kost geestelijk fit te blijven.

Analoog redeneren bevordert de ontwikkeling van een schema en schema's helpen om concepten, ervaringen, principes en theorie te begrijpen.

Kennen en begrijpen, concepten en schema's

Een concept wordt wel gedefinieerd als, een mentale representatie waarbij objecten, gebeurtenissen of relaties zijn gegroepeerd of gecategoriseerd rond een gemeenschappelijk thema (Gazzaniga & Heatherton, 2006; Goodman, Tenenbaum, & Feldman, 2008).

De meeste mensen zullen *literatuur* beschouwen als een andere categorie dan *televisie*, terwijl beide wel weer opgevat kunnen worden als lid van de meer abstracte categorie *media*. *Brood* en *fruit* zullen eerder worden ingedeeld bij de categorie voedsel, maar niet snel bij *media*. Concepten worden niet in een isolement geleerd, maar vaak in samenhang met andere concepten, waardoor schema's ontstaan.

Een schema is een cluster van met elkaar verbonden concepten, die een algemeen kader vormen voor het denken over een thema, gebeurtenis, object, persoon of situatie (Oden, 1987; Renkl, 2014; Rumelhart, 1980). Nieuwe informatie krijgt meer betekenis wanneer we deze informatie kunnen verbinden met bestaande kennis. Schema's vormen de basis van verwachtingen, helpen om voorspellingen te doen en ontbrekende informatie in te vullen (Chi & Ohlson, 2011; Oden, 1987).

Bij het lezen van de uitspraak *dat literatuur voedsel is voor het brein*, wordt kennis over voedsel verbonden met kennis over literatuur. Dat maakt de uitspraak begrijpelijk, terwijl literatuur en voedsel oppervlakkig gezien geen overeenkomsten vertonen. Om dergelijke analogieën te begrijpen, moeten concepten en relaties een bepaalde mate van abstractie hebben. Volgens Chi & Ohlson (2011) verwijzen schema's naar zich herhalende patronen in ervaringen en leidt meer en betere integratie van schema's met elkaar tot meer en dieper begrip van een bepaald domein.

Sommige auteurs (Renkl, Paas en Sweller (2003) zijn van mening dat het ontwikkelen van schema's het belangrijkste doel van onderwijs zouden moeten zijn. Het ontwikkelen van een schema bevordert niet alleen de mogelijke transfer van kennis, maar ook het terughalen van reeds bestaande kennis (Holyoak, 2011). Analooq redeneren zou de ontwikkeling van een schema en daarmee dus van begrip bevorderen (Gick & Holyoak, 1983; Holyoak, 2011).

Wanneer kunnen voorbeelden kennis en begrip bevorderen?

In het voorgaande is toegelicht welke rol aandacht en analooq redeneren als vorm van denken spelen in leren en ook dat voorbeelden kunnen dienen als basis voor leren door het zoeken naar gelijkenis of de analogie. De vraag is nu wanneer voorbeelden het meest effectief bijdragen aan het bevorderen van kennis en begrip.

Er bestaan gedeelde opvattingen, volgens Renkl (2014) over het effectief gebruik van voorbeelden binnen de volgende onderzoeksgebieden: leren op basis van *worked examples* (voorbeeld- en oefenopgaven) (Kalyuga, Renkl, & Paas, 2010), observatieleren (Gog & Rummel, 2010) en analooq redeneren (Holyoak & Richland, 2014). Renkl (2014) stelt dat "All three approaches emphasize the relevance (a) of example cases for learning, (b) of providing multiple examples, (c) of connecting the example cases to underlying principles, and (d) of facilitating

learner activities directed toward connecting example cases and principles." (2014, p. 2) Dit komt erop neer dat men het eens is over, - dat voorbeelden bijdragen aan leren, - dat meerdere voorbeelden moeten worden gebruikt, - dat er een relatie moet worden gelegd tussen voorbeelden en onderliggende principes, waardoor de ontwikkeling van schema's wordt bevorderd, en - dat de ondersteuning vooral gericht moet zijn op het met elkaar verbinden van voorbeelden met principes. Maar wat betekent dit meer concreet voor het gebruik van voorbeelden in de onderwijspraktijk?

Twee voorbeelden blijken effectiever dan één voorbeeld

Zowel in studieboeken, zoals bijvoorbeeld in *Psychologie, de essentie* (Zimbardo, Johnson, & McCann, 2014) als onder docenten komt het regelmatig voor dat er één voorbeeld wordt gegeven van een concept, principe of theorie. Van de respondenten uit het verkennende onderzoek zegt 40% dit vaak tot altijd te doen. Daarnaast zegt 35% vaak tot altijd twee voorbeelden te geven, zodat studenten overeenkomsten en verschillen leren zien, 26% doet dit zelden tot nooit.

Het gelijktijdig gebruik van twee voorbeelden is effectiever dan het gebruik van één voorbeeld om kennis en begrip van een nieuw concept of principe te ontwikkelen (Loewenstein, Thompson, & Gentner, 1999; Renkl, 2014). Dit lijkt te maken te hebben met het feit dat voor het vergelijken van één voorbeeld, elementen uit dit voorbeeld geabstraheerd moeten worden om deze te kunnen vergelijken met het concept of principe. Dit abstraheren lijkt makkelijker te gaan wanneer twee voorbeelden worden vergeleken, de overeenkomst ertussen wordt beschreven of geformuleerd (het ontwikkelen van een schema) en dat dan de uitkomst ervan wordt vergeleken met het te leren kennen of begrijpen concept of principe. Het vergelijken van één voorbeeld maakt de opdracht complexer.

Complexe en moeilijke opdrachten doen een groter beroep op de beperkt beschikbare werkgeheugencapaciteit, wat ten koste gaat van de ontwikkeling van een meer algemeen toepasbaar schema, zo blijkt uit onderzoek naar cognitieve belasting (Kalyuga, Renkl, & Paas, 2010).

Het doel van voorbeelden: herkennen of begrijpen

Hoewel voorbeelden in het algemeen kunnen bijdragen aan leereffecten, kan er onderscheid gemaakt worden tussen voorbeelden die vooral kennis bevorderen, in de zin van herkennen of weten en voorbeelden die begrijpen bevorderen, zoals eerder is toegelicht. Dit hangt samen met het eerder beschreven graduele verschil tussen gelijkenis en analogie.

Vaak wordt in het onderwijs eerst het concept, principe of de theorie gepresenteerd en worden daarna één of meerdere voorbeelden gegeven. Onderzoek van Rawson, Thomas & Jacoby (2014) liet zien dat het geven van meerdere voorbeelden vooral bijdraagt aan het (*her*)kennen van een concept, wanneer tegelijkertijd het concept of principe beschikbaar is. Is dat niet zo, dan is het effectiever om studenten juist voorbeelden van verschillende concepten met elkaar te laten vergelijken, zodat ze het onderscheid leren zien.

Het gebruik van metaforen als analogie om begrip te bevorderen

Metaforen zijn een speciaal soort analogie (Gentner & Markman, 1997; Holyoak, 2011). Metaforen kunnen gebruikt worden als voorbeelden om de structuur van principes, procedures of theorieën duidelijk te maken en begrip te bevorderen. Bij metaforen wordt kennis en begrip

van het ene domein gebruikt om kennis en begrip van een ander domein te bevorderen. Als metaforen zijn gebaseerd op ervaringen, situaties of kennis waarmee men bekend en vertrouwd is, blijken ze een goed middel om begrip te bevorderen (Holyoak, 2011).

Een metafoor is “...a special kind of analogy in that the source and target domain are always semantically distant ..., and the two domains are often blended rather than simply mapped..” (Holyoak, 2011, p. 120). Zoals in het voorbeeld dat *literatuur voedsel is voor het brein* of als in *de pen is het wapen van schrijvers in de strijd tegen onrecht*. Een analogie zou zijn, een pen staat tot schrijver als een wapen staat tot soldaat. Een veelgebruikte metafoor in de natuurkunde voor het gedrag van atomen is het zonnestelsel.

Met de term *target of doel* wordt verwezen naar datgene dat geleerd en begrepen moet worden en met de term *base of basis* wordt verwezen naar de situatie of het voorbeeld dat gebruikt wordt om begrip van het *doel* te bevorderen.

De invloed van kennis en cognitieve capaciteiten op analoog redeneren

Het vinden van een relationele overeenkomst is voor iedereen moeilijker dan het ontdekken van meer oppervlakkige uiterlijke overeenkomsten. Het gemak en de snelheid waarmee iemand de relationele overeenkomst ziet tussen voorbeelden wordt echter wel beïnvloed door zowel kennis als cognitieve capaciteiten (Halford, Wilson, & Philips, 2010; Holyoak & Richland, 2014; Rawson, Thomas, & Jacoby, 2014). Cognitieve capaciteiten kunnen opgevat worden als het gemak en de snelheid waarmee iemand nieuwe informatie verwerkt (Partchev & De Boeck, 2012). Zowel cognitieve capaciteiten als kennis hebben invloed op de mogelijkheden die iemand heeft om op een abstract niveau informatie en kennis met elkaar te verbinden. Wanneer studenten reeds over kennis en begrip van een bepaald domein beschikken is het makkelijker om nieuwe informatie te integreren. Weten wat de kenmerken zijn van een bepaald concept, maakt het makkelijker deze te herkennen, alsook om een relatie te leggen met andere concepten.

Dit sluit ook aan op de uitgangspunten van de herziene Taxonomie van Bloom (Krathwohl, 2002), een bekend model voor leerdoelstellingen in het onderwijs, waarin een opbouw wordt voorgesteld voor kennis die begint met (her)kennen, dan begrijpen en vervolgens toepassen, analyseren, evalueren en creëren.

Toegepast op het HBO, in het HBO is de instroom zeer divers en daarmee ook de voorkennis en cognitieve capaciteiten van studenten. Studenten met minder cognitieve capaciteiten meer tijd geven voor het vinden van gelijkenis en analogieën zou de effectiviteit van voorbeelden kunnen bevorderen. Partchev en De Boeck (2012) ontdekten dat tijd een positieve invloed heeft op analoog redeneren over relaties die niet kennis gebonden zijn, zoals structurele overeenkomsten tussen visuele afbeeldingen.

Tijd en ondersteuning bij het vinden van overeenkomsten en verschillen

Tijd geven en de tijd nemen om te zoeken naar overeenkomsten en verschillen heeft niet alleen een positieve invloed op analoog redeneren bij studenten die er minder goed in zijn, het bevordert kennis en begrip bij alle studenten. Onder tijdsdruk wordt meer gelet op uiterlijke oppervlakkige overeenkomsten en verschillen en minder op relationele overeenkomsten en

verschillen. Diverse onderzoeken (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006) hebben inmiddels aangetoond dat ondersteuning en instructie het leren bevordert en dat minimale instructie minder effectief is. Ook voor analoog redeneren geldt dat systematische ondersteuning de effectiviteit van voorbeelden bevordert.

Beginners, dat wil zeggen studenten met beperkte voorkennis en begrip, hebben baat bij visuele ondersteuning door middel van diagrammen, waarin de overeenkomsten en relaties zichtbaar zijn. Gevorderden in een domein kunnen meer baat hebben bij het zelf weergeven in een diagram van de relaties tussen kenmerken en concepten (Kalyuga, Ayres, Chandler, & Sweller, 2003).

Ook ondersteuning door het uitdrukkelijk wijzen op overeenkomsten en verschillen helpt om deze te ontdekken (Holyoak & Richland, 2014). Studenten zelf meer tijd geven om over voorbeelden na te denken en studenten ondersteunen in het ontdekken van overeenkomsten kost tijd. Dat beperkt wellicht de hoeveelheid stof die behandeld kan worden tijdens een les. Dit hoeft echter, zo blijkt uit onderzoek, niet nadelig te zijn voor de uiteindelijke leerresultaten (Holyoak & Richland, 2014). Een onderzoek onder wiskundedocenten die meer of minder stof behandelden en die meer of minder ondersteunden bij het ontdekken van structurele overeenkomsten, liet zien dat beperkte stof met meer ondersteuning leidde tot betere leerprestaties, dan het behandelen van meer stof maar met minder ondersteuning (Holyoak & Richland, 2014).

Om deze ondersteuning te bieden is het wellicht nodig dat docenten zelf over kennis en begrip van analogieën, analoog redeneren en categoriseren beschikken. Van de ondervraagde docenten zegt een groot aantal (60-70%) zelden tot nooit informatie te hebben ontvangen over de effectiviteit van voorbeelden, ook niet tijdens didactische cursussen. Rond de 20% heeft de laatste 5 jaar vakliteratuur gelezen over analogieën, analoog redeneren en 39% heeft vakliteratuur gelezen over categoriseren. Kennis over deze laatste gebieden kan helpen bij het bedenken van voorbeelden, het bieden van ondersteuning bij het zoeken naar overeenkomsten en beoordelen van voorbeelden.

Nog meer voorbeelden, ‘toetsen’ van kennis en begrip

Tenslotte nog een korte opmerking over het controleren of toetsen van kennis en begrip. Een manier om kennis en begrip te toetsen is studenten zelf voorbeelden te laten geven en samen te laten vatten wat ze geleerd hebben (Krathwohl, 2002; Loewenstein, Thompson, & Gentner, 1999). Wanneer het studenten lukt om zelf voorbeelden te geven ontvangt een docent ook feedback over datgene dat studenten wel en niet begrepen hebben, een effectief middel voor een docent om bij te sturen en daarmee het leren te bevorderen volgens Hattie (2009). Studenten zelf voorbeelden laten geven, samen laten vatten en hardop laten nadenken (‘thinking aloud protocol’) zijn daarom zeer vruchtbare manieren om kennis en begrip te bevorderen (Gentner & Smith, 2013; Hattie, 2009; Holyoak, 2011).

Conclusie

Uit een groot aantal onderzoeken komt naar voren dat analoog redeneren een centrale rol speelt in leren. Voorbeelden kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan kennis en begrip wanneer ze worden ingezet om analoog redeneren te stimuleren, waarbij voorbeelden met elkaar worden vergeleken én met de te leren concepten, principes of theorieën. Iedereen is, zij het in onderscheiden mate in staat tot analoog redeneren. Mede, maar in feite vooral hierom, dienen voorbeelden een permanent onderdeel uit te maken van het onderwijs. Dat brengt ons terug naar de titel van dit artikel en de vraag of het hier gaat om *een nieuwe uitdaging*? Het antwoord lijkt te moeten zijn, *niet nieuw*, maar wel *een uitdaging*, voor zowel docenten als studenten. De uitdaging voor beiden lijkt te liggen in aandacht voor de rol van analoog redeneren in leren en het bewust en optimaal gebruik van voorbeelden daarbij. Een effectieve implementatie vereist echter ook nader onderzoek.

Referenties

- Bailey, C. H., Bartsch, D., & Kandel, E. R. (1996). Memory: Recording Experience in Cells and Circuits. *Toward a Molecular Definition of Long-term Memory Storage* (pp. 13445-13452). Irvine: Proceedings of the National Academy of Sciences.
- Bartha, P. (2013, Jun 25). *Analogy and Analogical Reasoning*. (E. N. Zalta, Redacteur) Opgeroepen op Ect 15, 2014, van The Stanford Encyclopedia of Philosophy: <http://plato.stanford.edu/archives/fall2013/entries/reasoning-analogy/>
- Chi, M. T., & Ohlsson, S. (2011). Complex Declarative Learning. In *Thinking and Reasoning* (pp. 371-400).
- Christie, S., & Gentner, D. (2010). Where Hypotheses Come From: Learning New Relations by Structural Alignment. *Journal of Cognition and Development*, 356-373.
- Derry, S. J. (1996). Cognitive Schema Theory in The Constructivist Debate. *Educational Psychologist*, 163-174.
- Dewey, J. (1910). *How we think*. Lexington, Mass.: D.C.Heath.
- Dewey, J. (1933). *How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process*. Boston: Heath.
- Fougnie, D. (2008). The Relationship between Attention and Working Memory. In N. B. Johansen, *New research on Short-Term Memory* (pp. 1-45). Nova Science Publishers, Inc.
- Gazzaniga, M. S., & Heatherton, T. F. (2006). *Psychological Science, second edition*. New York: W.W. Norton & Company Inc.
- Gentner, D., & Markman, A. B. (1997). Structure Mapping in Analogy and Similarity. *American Psychologist*, 45-56.
- Gentner, D., & Smith, L. A. (2013). Analogical learning and reasoning. In D. (. Reisberg, *The Oxford handbook of Cognitive Psychology* (pp. 668-681). New York, NY: Oxford University Press.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema Induction and Analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 1-38.
- Gog, T. v., & Rummel, N. (2010). Example-Based Learning: Integrating Cognitive and Social-Cognitive Research Perspectives. *Educational Psychology Review*, 155-174.
- Goldstone, R. L., & Son, J. (2011). Similarity. In K. J. Holyoak, & R. G. Morrison, *The Cambridge Handcook of Thinking and Reasoning* (pp. 13-36). New York: Cambridge University Press.
- Goodman, N. D., Tenenbaum, J. B., & Feldman, J. (2008). A Rational Analysis of Rule-Based Concept Learning. *Cognitive Science*, 108-154.
- Halford, G. S., Wilson, W. H., & Philips, S. (2010). Relational Knowledge: The Foundation Of Higher Cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 497-505.
- Hattie, J. A. (2009). *Visible learning, A Synthesis Of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Routledge: New York.
- Hofstadter, D. R., & Sander, E. (2014). *Analogie, de kern van ons denken*. Amsterdam/ Antwerpen: Atlas Contact.
- Holyoak, K. J. (2011). Analogy. In K. J. Holyoak, & R. G. Morrison, *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (pp. 117-142). New York.

- Holyoak, K. J., & Richland, L. E. (2014). Using Analogies as a Basis for Teaching. In H. F. O'Neil, R. S. Perez, & E. L. Baker, *Teaching and Measuring Cognitive Readiness* (pp. 223-238). New York: Springer.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise Reversal Effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23-31.
- Kalyuga, S., Renkl, A., & Paas, F. (2010). Facilitating Flexible Problem Solving: A Cognitive Load Perspective. *Educational Psychology Review* 22, 175-186.
- Kandel, E. R. (2001, november 2). The Molecular Biology of Memory Storage: A Dialogue Between Genes and Synapses. *Science*(294), 1030-1038.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2002). The Role Of Prefrontal Cortex In Working-Memory Capacity, Executive Attention, And General Fluid Intelligence: An Individual Differences Perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, 637-671.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychology*, 41(2), 75-86.
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theorie into practice*, Volume 41(Number 4), 212-232.
- Loewenstein, J., Thompson, L., & Gentner, D. (1999). Analogical Encoding Facilitates Knowledge Transfer In Negotiation. *Psychonomic Bulletin & Review*, 586-597.
- Oden, G. (1987). Concept, knowledge, and thought. *Annual Review of Psychology*, 38, 203-227.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1-4.
- Partchev, I., & De Boeck, P. (2012). Can fast and slow intelligence be differentiated? *Intelligence* 40, 23-32.
- Rawson, K. A., Thomas, R. C., & Jacoby, L. L. (2014, june 10). The Power of Examples: Illustrative Examples Enhance Conceptual Learning of Declarative Concepts. *Educational Psychology Review*.
- Renkl, A. (2014). Toward an Instructionally Oriented Theory of Example-based Learning. *Cognitive Science*, 38, 1-37.
- Rumelhart, D. (1980). Schemata: the building blocks of cognition. . In R. Spiro, *Theoretical Issues in Reading Comprehension*. Hillsdale, NJ.: Erlbaum.
- Zimbardo, P. G., Johnson, R. L., & McCann, V. (2014). *Psychologie, de essentie*. Amsterdam: Pearson Benelux.

Abstract

The use of examples for teaching purposes would seem an obvious choice for teachers. This might be the reason why even courses intended to instruct teachers in their future profession sometimes skip over ways to make effective use of examples. However, research has shown that the use of examples does not automatically enhance a learner's knowledge and understanding. Learning from examples requires conscious effort and attention and calls for analogical reasoning. Although the key role played by analogical reasoning in learning has been widely investigated, an exploratory study conducted among lecturers at The Hague University of Applied Sciences showed that not that many of them were familiar with the findings of these studies nor were these findings featured in their teaching. This article is an attempt to promote the acquisition of scientific knowledge and insights into analogical reasoning and the effective use of examples. The recommendations provided here are meant to inspire and challenge teachers.