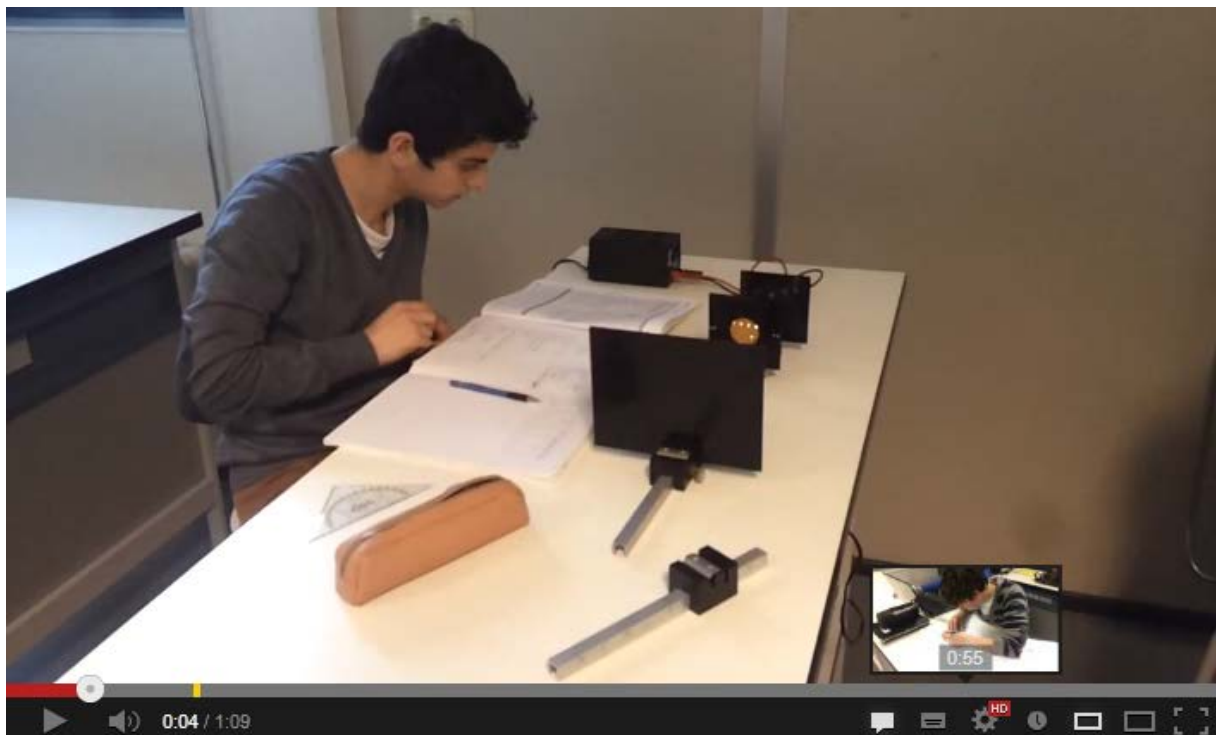


DE LEERLING CENTRAAL

ONDERWIJS OP MAAT MET DIGITALE MIDDELEN

Simon van der Molen



Master SEC Natuurkunde
Onderzoek van Onderwijs

ir. S.P. van der Molen, Studentnr: 9208526
Uitgevoerd op het Bataafs Lyceum te Hengelo
Periode: februari - april 2012
Deelnemende klassen: 3VA, 3VB en 3MA

ELAN, Universiteit Twente
Afstudeercommissie:
Dr. J.T. van der Veen, opleidingsdirecteur
Dr. Ir. H.J. Pol, vakdidacticus

Bataafs  Lyceum

Onderdeel van OSG Hengelo.
HAVO • Atheneum • Gymnasium • Masterclass

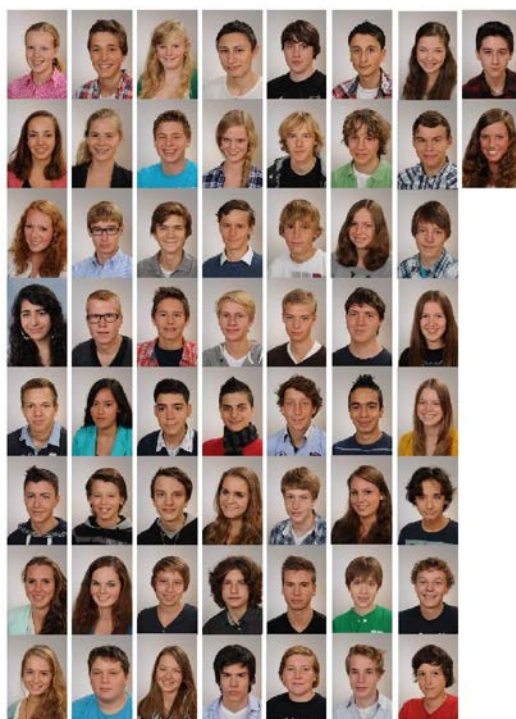
Website: <http://wephysics.nl>

Youtube kanaal SoleduVideo: <https://www.youtube.com/user/SoleduVideo/videos?sort=dd&flow=grid&view=1>

Enschede, 18 juli 2012. Aangepast op 4 november 2012, afgerond op 11 december 2012.

VOORWOORD

Ik wil bij deze alle mensen bedanken die in het verleden of heden bijgedragen hebben aan dit ontwerp en onderzoek door middel van ideeën, inspiratie, inzicht, support of anderszins. In min of meer chronologische volgorde zijn dat: Jan Vervoort, Mabel Lengton, Flinn Zimo, Levi Nes, Neo Romme, Jan van der Molen, Ria van der Molen, Woudi van der Molen, Hans Bijwaard, Richard Walgemoet, Foeke van der Woude, Pieter Telleman, Joanne Duijvestijn, Joyce Boijmans, Henk Pol, Jan van der Veen, Jan van der Meij en natuurlijk alle leerlingen van de klassen 3VA, 3VB en 3MA uit het jaar 2011-2012.



SAMENVATTING

In de onderwijspraktijk zie ik vaak verveling in de klas, dat uit zich in dromen, kletsen en spelen met mobieltjes en andere gadgets. Je probeert als docent dit met studiewijzers, waarmee ze een eigen programma kunnen doorlopen, meer onderwijs op maat te leveren met de nodige uitdaging. Maar het werkt niet goed. Is het dan mogelijk om door gebruik te maken van dit vervelinggedrag: dromen = oplossingen bedenken, kletsen = inzichtelijk krijgen, spelen = leren, een programma op te stellen wat hier aan voldoet. Dus is het mogelijk om met een digitale leeromgeving leerlingen op al deze facetten aan te spreken, waarbij het niveau minimaal gelijk blijft aan de oude situatie. Dan is er in ieder geval winst behaald op een positievere onderwijs beleving, zodat Einstein niet meer verbaast hoeft te zijn dat nieuwsgierigheid de schoolbanken overleeft. De resultaten van het onderzoek geven hier een positief beeld, zij het met wat strubbelingen. Ook het niveau blijft gehandhaafd. Dus het lijkt mogelijk om het anders te doen, maar dan moet je wel het roer om durven gooien.

INHOUDSOPGAVE

Inleiding.....	8
Theoretische analyse	10
Behaviorisme en cognitivisme	10
Constructivisme.....	11
Motivatie en leren.....	12
Individuele verschillen.....	14
Toetsing.....	17
Ontwerp	19
Uitgangspunten.....	20
Voorwaarden	20
Eerste ontwerp.....	21
Aangepast ontwerp.....	25
Aftekenen weektaken	27
Monitoring	29
Onderzoeksmethode.....	31
Observaties	31
Leerstijlen test.....	31
Enquete	32
Video requests	32
P-vragen	32
Weektaken	32
Toetsen.....	32
De resultaten.....	33
Observaties en ervaringen	33
Enquête	35
Video	36
P-vragen	40
Weektaken	42
Toetsen.....	48
Conclusies en discussie	50
Bibliografie	52
Bijlagen.....	53
Resultaten enquete.....	53
Weektaak met planningsinformatie.....	55
Rubric aftekenen weektaak.....	56

INLEIDING

In het huidige onderwijs herinnert de schoolbel nog steeds aan de tijd van de fabrieksbel. In de tijd van de industrialisatie hadden we mensen nodig die voldoende opgeleid waren om met de steeds complexere productieprocessen te kunnen werken. De school werd hiervoor 'geoptimaliseerd' om kinderen via klassikale lessen snel kennis bij te brengen met behulp van directe instructie. In die tijd heerste er ook meer discipline in de vorm van orde en tucht. Inboezeming van ontzag door de autoriteit 'Docent' was vanzelfsprekend. De docent stond hier dus centraal. In de huidige tijdsgeest, waarin kinderen met veel vrijheid opgroeien en autoriteit niet meer vanzelfsprekend is, zou het logisch zijn als het onderwijs mee gaat veranderen. Echter gaat dit nog maar mondjesmaat. Het studiehuis was denk ik een poging hiertoe. Dit mislukte echter doordat het vaak als bezuinigingsmaatregel werd toegepast. Bovendien moest iedere school zelf het wiel gaan uitvinden. Er werden geen faciliteiten meegeleverd om het te gaan uitvoeren en/of er is toch te weinig onderzoek naar gedaan hoe je dat gaat uitvoeren.

De huidige generatie kinderen groeit bovendien op met apparaten als computers, tablets en mobieltjes. Die hebben al een revolutie opgeleverd wat betreft sociale omgang en manieren van werken. Dit wordt door de kinderen al op zeer jonge leeftijd eigen gemaakt. Hierdoor gaan ze al anders om met dergelijke apparatuur dan volwassenen die pas op latere leeftijd met digitale leefomgeving in aanraking zijn gekomen. Deze kinderen, zou je kunnen zeggen, weten beter met deze apparaten om te gaan dan volwassenen. Dus moeten we die kinderen ook de creatieve ruimte geven om het uiterste uit die apparaten te halen en er fatsoenlijk mee om te gaan. Het onderwijs moet ze daar natuurlijk in begeleiden. Anders, als we ze niet de ruimte geven, blijft het zoals Einstein het ook beleefde, gegeven zijn uitspraak: "Het is een wonder dat nieuwsgierigheid de schoolbanken overleeft". Het is namelijk dit proces wat belangrijk is in het leren, gebruikmakend van de aanwezige nieuwsgierigheid komend tot nieuwe inzichten die weer leiden naar nieuwe kennis, vaardigheden en producten. Juist door gebruik te maken van deze apparatuur, kan je een motiverende factor krijgen voor het leerproces van leerlingen. Dus laat leerlingen kennis tot zich te laten nemen via deze moderne weg dan via 'old school'. Ik wil hierbij niet uitsluiten dat ze nog ook nog steeds met pen en papier (en liniaal) overweg moeten kunnen, maar wel dat uitgezocht zou moeten worden wat beter werkt voor de 'moderne' jongeren.

Een moderne manier zou zijn om met een digitale methode te gaan werken in plaats van een papieren methode. Waarbij leerlingen ook leren informatie te verwerken van het internet (en andere bronnen). Dit zou dan digitaal verwerkt kunnen worden door middel van: fora voor discussie en wiki's, prezi's, interactieve e-books voor informatie opslag en opdrachten via een digitaal informatieverwerkend systeem. Het handigste (lees het prettigste of het meest intuïtieve) systeem wat zich daar nu voor schijnt te lenen is een tablet met een touchscreen. Deze hebben namelijk geen opstarttijd, lange accuduur en werken (voor je gevoel) erg vlot. Dat zijn inderdaad belangrijke voorwaarden om een les niet te frustreren door zwak functionerende computers. Boeken zijn immers ook altijd meteen gebruiksklaar. Nadeel van deze tablets is dat ze geen Flash en Java ondersteunen, je kan dan helaas geen gebruikmaken van de vele natuurkundige simulaties die er zijn. Ik denk dat in een niet al te verre toekomst de tablets ook gaan verdwijnen. Dan zullen tafels volledig een digitaal scherm zijn waarop je met je handen of pennetje kan werken. Dan zullen leerlingen zelfs niets meer hoeven mee te dragen naar school. Alles staat dan in de cloud en kan achter elke 'tafel' meteen worden opgeroepen, hiermee kan je vervolgens verder werken.

Nu is het zo dat in mijn lessen zich regelmatig leerlingen vervelen, wat geen goede zaak is. Je probeert via studiewijzers en het aanbieden van extra (bonus) opdrachten leerlingen materiaal op maat aan te bieden. Echter blijkt dat daar opvallend weinig tot geen gebruik van gemaakt wordt, ook al krijgen ze er bonuspunten voor. Hoe dan ook ligt de verantwoordelijkheid van het leerproces bij de leerling, de leerling moet immers uiteindelijk zelf de stof tot zich nemen. Dat kan niet iemand anders doen. De docent is verantwoordelijk voor een goed lesprogramma en enthousiasme. Maar het blijkt niet goed te werken. Differentiëren in een les blijkt dan ook een lastige klus te zijn, dat heb ik ook vernomen van collega's.

Leerlingen in een groep zijn ook geneigd minder hun eigen verantwoordelijkheid te nemen om hun eigen leerproces voort te zetten. Ze volgen de groep. Dat moet dus anders. Het moet blijkbaar heel concreet en (persoons)gericht zijn, zodat het duidelijk is dat de verantwoordelijkheid bij hen ligt en dat het aansluit bij hun kennisniveau en beleving.

ONDERZOEKSVRAAG

Dit alles leidt tot de volgende onderzoeksvraag: Is het mogelijk een digitaal systeem te ontwerpen zodat leerlingen met meer zelfstandigheid, uitdaging en plezier aan het werk gaan, zonder dat het vakinhoudelijke niveau lager wordt?

OVERZICHT VERSLAG

Voor dit onderzoek heb ik een elektronische leeromgeving (ELO) opgezet waarin leerlingen uiteindelijk hun eigen leerroute gaan volgen. Hierin worden ze gestuurd door het systeem. Een leerling doorloopt dan een programma in zijn of haar tempo dat bij zijn of haar niveau hoort. Het idee is dat in het systeem vragen worden gesteld die het niveau gaan 'meten' en vervolgens stuurt welke opdrachten gemaakt moeten gaan worden. Het niveau van de opdrachten kan dan variëren van makkelijk tot moeilijk of beter van basis (via eventuele herhaling) naar verdieping of verrijking. Met het systeem kan ik als docent de leerlingen monitoren op hun vorderingen en zo nodig ingrijpen als ik zie dat leerlingen op bepaalde onderwerpen afhaken wat betreft hun niveau en/of voortgang. Zodoende komt dan hopelijk de leerling centraal te staan.

In het volgende hoofdstuk begin ik met een analyse van onderwijskundige theorieën waaraan het systeem zou moeten voldoen om succesvol te zijn. Eerst wordt telkens een stuk theorie beschreven, waarmee vervolgens een idee wordt uitgewerkt voor de digitale leeromgeving. In het daaropvolgende hoofdstuk wordt een ontwerp van het systeem uiteen gezet op basis van de theorie en functionele eisen waaraan het zou moeten voldoen, hierin worden ook ideeën genoemd voor aanpassingen. In het hoofdstuk daarop volgt de onderzoeksstrategie met daarin vermeld welke data wordt gemeten tijdens het hele proces. In het voorlaatste hoofdstuk worden de resultaten besproken en in het afsluitende hoofdstuk volgt een discussie met conclusies.

THEORETISCHE ANALYSE

BEHAVIORISME EN COGNITIVISME

Behaviorisme en cognitivisme vallen onder de verzamelnaam objectivisme (Valcke, 2010). Het objectivisme komt tot mij over als het drillen van de absolute waarheid aan leerlingen die op een autoritaire manier wordt opgelegd. Op het oog lijkt het dan ook dat het objectivisme meer geschikt is voor leerlingen die extrinsiek gemotiveerd moeten worden. Echter moeten intrinsiek gemotiveerde leerlingen op een of andere manier zichzelf drillen om de opgedane kennis te automatiseren (zie ook “Intelligentie en leren”, blz. 16). Bovendien kan ik mij voorstellen dat adolescenten jongeren meer extrinsiek gemotiveerd moeten worden vanwege de puberteit. Ze gaan hun eigen weg volgen en zetten zich dus af tegen autoriteit. Hoewel dat vroeger ook zo was, was er ook meer ‘respect’ voor autoriteit. In de huidige moderne tijd lijkt de vanzelfsprekendheid van de docent als ‘gerespecteerde’ autoriteit minder te worden en moet je nieuwe manieren vinden om toch extrinsiek te motiveren.

Hoe dan ook zal het te ontwikkelen lessysteem gebruik moeten maken van (geprogrammeerde) instructie uit het behaviorisme om informatie over te dragen en om vervolgens te kijken of de informatie is onthouden (en begrepen). Volgens de *cognitive load theory* (Sweller, 1994) moet de instructie de schema's vervangen die in het lange termijn geheugen zijn opgeslagen. Schema's zijn ervoor om nieuwe informatie te kunnen koppelen, waarmee ze verwerkt kunnen worden. Daarna worden ze als een nieuw schema in het lange termijn geheugen opgeslagen. Mensen hebben bovendien een beperkte cognitieve capaciteit en die zal voor iedere leerling in een klas ook weer verschillend zijn, zie ook “Individuele verschillen” (blz. 14). De cognitieve belasting hangt ook af van de complexiteit van de informatie en instructie, hierbij moet er ruimte over blijven voor de verwerking van deze nieuwe informatie.

Als je dan bedenkt dat bij het geven van klassikale instructie waarbij iedere leerling uniek is, ook zitten ze allemaal in de 4 HAVO klas, dan nog zal iedere leerling er dus meer of minder moeite mee hebben om de instructie te volgen. Voor degenen die het heel makkelijk oppikken schuilt het gevaar van verveling en voor degenen die het (te) moeilijk vinden kunnen afhaken omdat ze denken dat ze het toch niet gaan begrijpen. Hiermee is het wel duidelijk dat je als docent veel enthousiasme moet overbrengen om iedereen bij de les te houden en te motiveren om aan de slag te gaan. Dit lukt natuurlijk niet altijd.

VERTALING NAAR HET ONTWERP

Kortom, om iedereen tegemoet te komen voor het oppikken van de informatie op zijn of haar manier is het logisch om met gerichte video-instructies te gaan werken. Leerlingen kunnen dan op hun eigen manier de video bekijken, dat wil zeggen stopzetten, terugspoelen, later nog een keer bekijken enzovoort (zie ook Zelfdeterminatietheorie, blz. 13). Het idee is dat ik met de video's informatie, begrippen en vaardigheden wil instrueren. Die moeten rustig en duidelijk verteld worden. Het enthousiasme wat je voor een les nodig hebt, zou ik dan willen loskoppelen van dergelijke video-instructies. Het enthousiasme van een docent in een les zal nog steeds nodig zijn, zodat leerlingen met extra motivatie aan de slag te gaan.

Voordat ze de video-instructie gaan bekijken, wil ik ze aanraden om eerst de bijbehorende uitleg in het boek te lezen. Als ze dan vervolgens de video hebben bekeken, is het de bedoeling dat ze er vragen over beantwoorden waarvoor ze een cijfer krijgen. Dit wordt in beginsel de D-vragen genoemd. De ‘D’ staat voor diagnostisch, dit is na de eerste week echter veranderd in P-vragen, waarbij de ‘P’ voor (leer)proces staat. Deze vragen zijn dan een stok achter de deur (extrinsieke motivatie) waarmee ze gedwongen worden de video en het boek te gaan lezen/bestuderen. Bovendien kunnen ze deze vragen telkens opnieuw maken, hierbij telt het hoogste cijfer. Dit geeft de nodige herhaling van de begrippen, die herhaling zal verschillend zijn voor elk individu.

Dit is tevens een formatieve manier van toetsen (zie ook Toetsing, blz. 17), bovendien sluit dit aan bij de zelfdeterminatietheorie (ZDT, blz. 13).

Jong volwassenen die gaan studeren hebben de puberteit achter zich gelaten en een studiekeuze gemaakt. Zij hebben wellicht meer intrinsieke motivatie en dus meer veel behoefte aan informatie en zouden wellicht beter in staat zijn colleges met directe instructie te volgen. Dus vertaald naar de schoolpraktijk zou ik zeggen dat je tot en met de vierde (havo en vwo) een manier moet vinden voor extrinsieke motivatie en vanaf de vijfde en zesde klas meer naar intrinsieke motivatie moet toewerken voor aansluiting met de vervolgopleiding. Echter kan dat natuurlijk weer per leerling en per vak verschillen. Dat maakt het lastig om een coherent systeem te bedenken, wat daaraan zou kunnen voldoen.

CONSTRUCTIVISME

Constructivisme valt onder het relativisme (Valcke, 2010). Het idee van relativisme is dat leerlingen meer vanuit hun zelf met de materie moeten werken om tot dieper inzicht te komen. Intrinsiek gemotiveerde leerlingen passen dit uit zichzelf toe. Echter moet volgens mij iedereen zelf 'stoeien' met nieuwe kennis en begrippen om tot dieper inzicht te komen. Het kost immers tijd en energie en daarom moet het 'stoeien' een beloning geven voor de nodige motivatie om er aan te beginnen. Voor een intrinsiek gemotiveerde leerling zal dat het begrip zijn dat wordt opgedaan. Voor een extrinsiek gemotiveerde leerling zal daar toch iets anders tegenover moeten staan. Bijvoorbeeld het halen van cijfers. Dit kan je voor elkaar krijgen door in het systeem het gemaakte werk te laten aftekenen door de docent, hiervoor krijgen ze een cijfer.

In 1998 werd in Nederland het studiehuis geïntroduceerd. Het idee van het studiehuis was in mijn ogen een model om het constructivisme als een moderne manier van werken op te leggen aan alle leerlingen. De scholen moesten dit dan zelf vorm gaan geven, meestal in de vorm van zelfstandig werken waarbij ze te veel losgelaten werden zonder duidelijke structuur. Het studiehuis is uiteindelijk dan ook niet goed uit de verf gekomen. Scholen grepen het vaak aan als een bezuinigingstool in plaats van het verbeteren van de onderwijspraktijk. Blijkbaar hebben scholen eenzelfde grondhouding als leerlingen, als het niet hoeft en je kan het ontwijken dan doe je dat. Kortom, er moet iets in het systeem komen dat een stok achter de deur geeft, zodat de leerlingen toch gaan doen wat ze moeten doen.

GUIDED DISCOVERY

Constructivisme is een mooi concept echter kan je niet van iedereen verwachten dat hij of zij een 'Einstein' is, die zelf de ene ontdekking na de andere genereert. Dat is zelfs voor zeer begaafde mensen een flinke klus. Toch zal bij iedereen de kennis in zijn of haar hoofd gecreëerd moeten worden om voldoende begrip van de feitelijke 'waarheid' te krijgen. Op die manier moet er een samenspel zijn tussen het objectivisme en het relativisme om tot het gewenste doel te komen.

Volgens Bruner (Bruner, 1992) wordt een eigen ontdekking beter onthouden en ben je daarna ook beter in staat een probleem op te lossen. Aangezien het veel tijd kost een ontdekking te doen is het logisch om daar de leerlingen bij te helpen, opdat het sneller gaat maar dat het toch hun eigen ontdekking wordt. Bruner noemt dit guided discovery. In het te ontwerpen systeem (ELO, zie "Ontwerp", blz. 19) zou je dus opdrachten moeten verwerken waarmee dit gerealiseerd kan worden. Dit zou in beginsel de experimenten/opdrachten zijn die in de gebruikte methode staan. Indien nodig zullen er nieuwe experimenten/opdrachten gemaakt moeten worden die aansluiten bij de instructie en de theorie.

VERTALING NAAR HET ONTWERP

In het ontwerp gaan leerlingen aan het werk met een weektaak, hierin staan alle opdrachten die ze aan het eind van de week af moeten hebben. Het idee is dan dat ze in de les zelfstandig aan de slag gaan met opgaven en de experimenten. Ze kunnen de docent en TOA om hulp vragen. De docent loopt dan zelf ook rond om pro-actief leerlingen te helpen met hun leerproces. Aan het einde van de week zou alles afgetekend kunnen worden door de docent, maar wordt in beginsel weggelaten. De verwachting is dat dit veel extra administratief werk met zich meebrengt voor de docent wat dan ten koste gaat aan vakinhoudelijke aandacht voor de leerlingen.

MOTIVATIE EN LEREN

DIRECTE INSTRUCTIE

Bij traditioneel onderwijs wordt dus veelvuldig gebruik gemaakt van (klassikale) directe instructie. Om leerlingen gemotiveerd te krijgen helpt het als de indeling van de les volgens een vast patroon vorm gegeven wordt. Dat zijn de negen events van Gagné (Gagné, 1985). Deze zijn opgedeeld in vier delen. Deel 1: de introductie van de les waarbij het gaat om aandacht vragen (1) en informeren over het doel (2). Deel 2: Is de kern van de les. Eerst wordt voorkennis opgehaald (3), stimulus voor het materiaal wordt gegeven (4), er wordt leerlingbegeleiding aangeboden (5), de leerling wordt uitgedaagd tot prestaties (6) en er wordt feedback gegeven op hun presteren (7). In deel 3 wordt de prestatie getoetst (8) meestal gebeurt dit aan het eind van een onderwerp maar kan ook tijdens de les via een meerkeuze vraag en handen laten opsteken bijvoorbeeld. In het laatste deel 4 gaat het om bevorderen van retentie en transfer (9) van het geleerde.

VERTALING NAAR HET ONTWERP

Zoals eerder aangegeven bij behaviorisme en cognitivisme (blz. 10) heb je te maken met allemaal unieke leerlingen die ieder hun eigen capaciteiten hebben. Een dergelijk schema van Gagné kan dan ook goed helpen om iedereen bij de les te houden. Voor de video-instructies zijn alleen events 1 t/m 4 bruikbaar. Events 5 en 6 volgen na de video door middel van het stellen vragen waarbij feedback wordt gegeven. Op basis van deze resultaten en eventueel de voorgeschiedenis van een leerling zullen daarna de volgende opdrachten, die voor meer uitdaging moet zorgen, automatisch klaargezet moeten worden. Hiermee wordt de uitdaging die iedere leerling nodig heeft op maat gegeven.

ARCS MODEL

Het ARCS model van Keller (Keller, 1987) beschrijft hoe je leerlingen gemotiveerd krijgt om met de leeractiviteiten aan de slag te gaan. Dit model geeft een fundamentele basis waaraan het aangeboden leermateriaal moet voldoen. Er is een zekere overlap met de events van Gagné. Bij Keller gaat het om Attention, Relevance, Confidence en Satisfaction. Hieronder verder uiteengezet.

VERTALING NAAR HET ONTWERP

Bij de start van een hoofdstuk of onderwerp is het laten zien van een spectaculaire demo nodig om de aandacht (Attention) te vestigen voor de rest van het onderwerp. Hier zou dan ook het globale doel of thema aangegeven moeten worden. Bijvoorbeeld dat je al gelijk de eindopdracht

geeft, bijvoorbeeld bij optica waarin ze breking en lenzen moeten gaan bestuderen, zou dat het bepalen van de diameter van de zon kunnen zijn. Waarbij ze dat aan het eind van het hoofdstuk in zijn geheel zouden moeten kunnen bepalen en verklaren. Dit geeft dan gelijk de relevantie (Relevance) van de leerstof aan. Ook het aanbieden van voorkennis instructies geeft de relevantie aan. Er zal wel geëist moeten worden dat ze alle taken afronden, om daarmee hiaten te voorkomen. Door gebruik te maken van formatieve toetsing (zie “Toetsing” blz. 17) geeft het geheel een game karakter (zie paragraaf Educatieve games, blz. 13) en dat geeft volgens mij het vertrouwen (Confidence) dat nodig is om gemotiveerd te raken/blijven. De uitdaging zit dan in het steeds beter willen worden zonder door iemand negatief bekritiseerd te worden. De computer geeft in principe inhoudelijk neutrale feedback. Het steeds beter worden (hogere puntenscore) en het doen van ontdekkingen geeft dan volgens mij dan een prettige bevrediging (Satisfaction). Dit leidt mijn inziens tot een positieve vicieuze cirkel die de intrinsieke motivatie triggert.

ZELFDETERMINATIETHEORIE

In Valcke (2010) wordt de zelfdeterminatie theorie (ZDT) van Deci & Ryan (2001) besproken als de fundamentele basis voor motivatie. Hierin wordt gezegd dat mensen behoeften hebben om hun situatie te willen beheersen (competentie), behoeften hebben om erbij te willen horen (sociale verbondenheid) en de behoefte hebben om hun situatie zelf aan te kunnen pakken (autonomie). Ik ga er vanuit dat ieder individu deze intrinsieke motivatie bezit.

VERTALING NAAR HET ONTWERP

Deze drie aspecten van de ZDT komen als volgt terug in het ontwerp. Competentie wordt verworven doordat ze de kans krijgen om telkens de P-vragen opnieuw te maken. Ze kunnen tevens zelf bepalen wanneer en hoe ze de opdrachten en experimenten gaan maken in de les, dit geeft tevens de nodige autonomie voor een leerling. De experimenten kunnen ze zelfstandig of in tweetallen maken. Dit geldt ook voor de opdrachten. Ze mogen ten allen tijde met mede leerlingen overleggen. Waarmee ze sociale verbondenheid kunnen aangaan met klasgenoten.

EDUCATIEVE GAMES

Wat betreft extrinsieke motivatie is de huidige generatie leerlingen minder snel geneigd een autoritaire manier van lesgeven te accepteren. Wat eens genoeg discipline genereerde om extern gemotiveerd te raken is daar nu een andere methode voor nodig. Een mogelijkheid zou nu kunnen zijn het gebruik van educatieve games zoals ook Prensky (Prensky, 2005) in een artikel van Maarten Brinkerink (Brinkerink, 2005) aangeeft. Het spel geeft immers structuur waarbij de doelen duidelijk zijn voor de nodige motivatie. Het spel geeft de nodige feedback en goede prestaties werken wederom motiverend. Nieuwe levels zorgen bovendien voor nieuwe uitdagingen waarbij creativiteit nodig is om ze op te lossen, dit haakt weer in op Bruner's idee van “Guided discovery” (blz. 11), wat leidt tot beter onthouden en het beter kunnen oplossen van problemen. Tevens kunnen spellen gespeeld worden samen met anderen. Wat ook de sociale vaardigheid verder kan vergroten (zie ook ZDT, blz. 13), wat wellicht voor leerlingen met een zwakke sociale vaardigheid drempel verlagend kan werken om toch sociale verbondenheid aan te gaan.

VERTALING NAAR HET ONTWERP

Zoals in paragraaf “Constructivisme” (blz. 11) aangegeven wordt de stof aangeboden in weektaken. Hiermee wordt er een duidelijk structuur neergezet, waardoor leerlingen niet aan het ‘zwemmen’ raken, maar wel dat ze genoeg vrijheid hebben om zelf te bepalen hoe ze het allemaal willen indelen.

De cijfers die de leerlingen kunnen halen voor de P-vragen, die volgen op de instructie, worden gemiddeld over alle weken. Daarmee groeit het cijfer continu tot een maximum van een tien aan het einde van het hoofdstuk/onderwerp. Voor de cijfers van de opdrachten/weektaak geldt eenzelfde constructie. Je kan het zien als het steeds beter kunnen worden in een level. In een vervolg ontwerp zou je kunnen nadenken over bonuspunten als vragen heel snel correct worden gemaakt of volhardingspunten als iemand door blijft gaan totdat die het uiteindelijk opgelost heeft, zie khanacademy.org (Khan, Khan Academy, 2012) voor een uitwerking hiervan op basis van wiskundeopdrachten.

Vervolgens kan de hoogte van de cijfers en de snelheid en efficiëntie waarmee die cijfers zijn gehaald een indicatie worden voor het niveau en daarmee de vervolgoopdracht. Hetzelfde level/niveau geeft dan een herhalingsopdracht en een hoger level/niveau geeft een verdiepingsopdracht.

INDIVIDUELE VERSCHILLEN

In traditioneel onderwijs is het zo dat leerlingen als groep de instructie moet volgen van de docent. Dit heeft als gevolg dat als een docent niet in staat is om de aandacht volledig naar zich toe te trekken tijdens de instructie, dat de leerlingen in groep ‘groepsgedrag’ gaan vertonen wat nadelig kan zijn voor de instructie. Het is dan nog steeds aan de docent om toch een duidelijk verhaal te vertellen en aan te geven wat ze moeten kennen en maken. Tevens wordt er van een docent verwacht, terwijl de groep zich als groep gedraagt, rekening te houden met individuele verschillen. Je voelt hier duidelijk een enorm spanningsveld hoe je hiermee om zou moeten gaan. Dit gaat volgens mij hoe dan ook ten koste van de efficiëntie van een les. Hoewel ik goed beseft dat bepaalde leerlingen extra aandacht nodig hebben vanwege hun karakter of aandoening (bv. Asperger, ADHD), moeten ze ook gewoon meedraaien in een les. Algemeen geldt volgens mij dan ook dat elke leerling, wat hij of zij ook heeft als bijzonderheid, gebaat is bij rust (veiligheid), structuur en duidelijkheid. Dit zijn basisbehoeften.

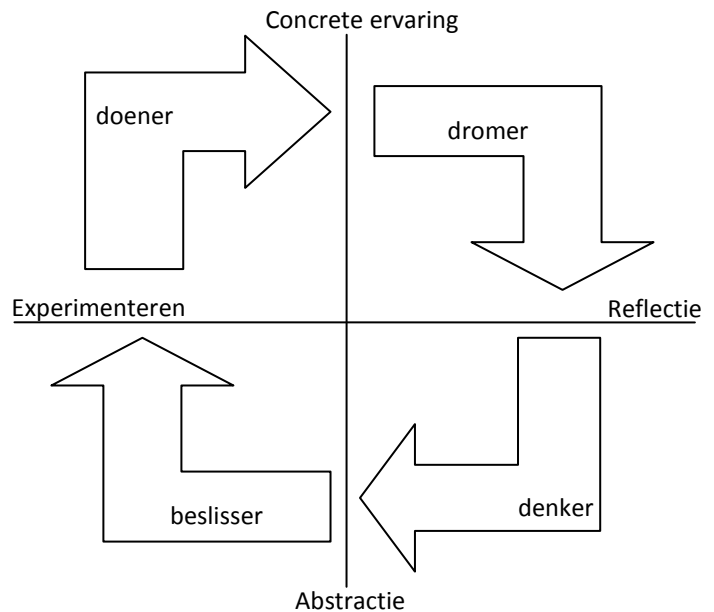
VERTALING NAAR HET ONTWERP

In het ontwerp (ELO) zullen dus alle taken/leeractiviteiten per week worden klaargezet. In beginsel zal alleen de eerste leeractiviteit zichtbaar zijn. Als deze activiteit wordt afgevinkt (dat kan handmatig zijn, maar ook automatisch gebeuren na het bekijken van de activiteit) wordt de volgende activiteit zichtbaar en kan die bekeken en uitgevoerd worden. Hiermee wordt een heldere structuur gegeven, waarbij het wel zaak is dat de opdrachten/leeractiviteiten duidelijk zijn omschreven. In dit proces kan ook gekeken worden naar het niveau van de leerling. Als bijvoorbeeld een leeractiviteit een bepaalde score oplevert, dan kan er gestuurd worden in de daaropvolgende leeractiviteit. Hiermee krijgt elke leerling zijn eigen programma te verwerken en wordt iedere leerling ook teruggeworpen op zijn of haar eigen verantwoordelijkheid. Het heeft geen nut om je te verbergen (in de groep), want dat levert niks meer op. Hopelijk heeft dit als gevolg dat iedereen rustig met zijn of haar programma aan de slag gaat en geeft dit ook de rust die nodig is voor iedereen.

LEERSTIJLEN

Naast vele verschillende karaktereigenschappen die leerlingen kunnen hebben, maakt volgens Kolb (Kolb, 1984) iedereen gebruik van vier leerstijlen (Figuur 1), waarvan er vaak een bij voorkeur het meest wordt gebruikt. Deze stijlen zijn denker, doener, beslisser en dromer. De voorkeurstijl is meestal het startpunt voor een leerling. Vervolgens zou het zo moeten zijn dat alle leerstijlen doorlopen worden voor een optimale constructie van kennis en dat een leerling niet blijft steken in de voorkeurstijl. In de methode moeten dus alle stijlen opgenomen zijn en gemaakt worden door de leerlingen.

Figuur 1 leerstijlen volgens Kolb



VERTALING NAAR HET ONTWERP

In het ontwerp (ELO) moeten verschillende soorten leeractiviteiten worden opgenomen waarmee wordt afgedwongen dat leerlingen via verschillende stijlen door de lesstof gaan om zo optimaal te leren. Omdat iedereen nu in zijn of haar eigen tempo kan werken, zal het denk ik zo zijn dat bij een bepaalde opdracht de voorkeurstijl zal worden toegepast. De globale indeling van opdrachten per week zal in beginsel bestaan uit het lezen van het boek/opgaven maken (denker), experimenten (doener), opgaven maken/video-instructie (beslisser) en demonstratie practicum (dromer). Dit laatste zal echter beperkt aangeboden worden omdat dit tijd kost voor mij als docent, en er eerst voorrang gegeven moet worden om het systeem draaiend te krijgen. Voor de dromer stijl/proces zou je ook nog aan documentaireachtige filmpjes kunnen opnemen over de betreffende onderwerpen, en korte colleges (met of zonder demo's) waarin je ook onderwijsleergesprekken in opneemt of gedachte experimenten laten uitwerken op basis van een gegeven uitgangssituatie.

INTELLIGENTIE EN LEREN

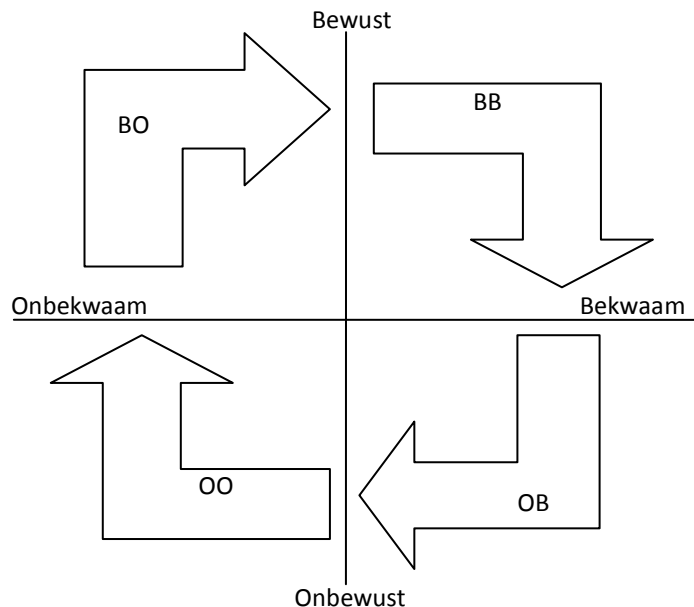
Volgens Gardner (Gardner, 1983) houdt intelligentie in: de bekwaamheid om te leren, om problemen op te lossen. Dit zou dan op verschillende (meervoudige) manieren kunnen. De volgende subvormen van intelligentie zijn door Gardner beschreven.

- Verbaal (woordslim)
- Logisch (rekenslim)
- Visueel (beeldslim)
- Muzikaal (muziekslim)
- Lichamelijk (beweegslim)
- Interpersoonlijk (mensslim)
- Intrapersoonlijk (zelfslim)
- Natuurgericht (natuurslim)

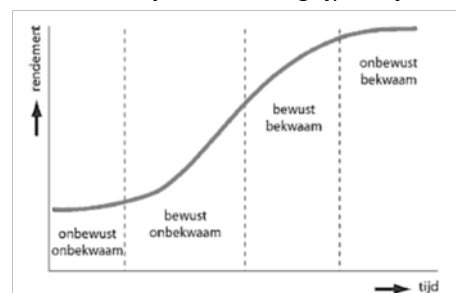
Bij het ontwerpen van een leermethode zou het dan ook mooi zijn, om hier rekening mee te houden. Dat wil zeggen dat je leeractiviteiten aanbiedt die aansluit bij de begaafdheid van de betreffende leerling. Dit is dan ook wat beoogd wordt met de doelstellingen van

meervoudige intelligentie die Kagan (Kagan, 1992) beschrijft. Dat is de aangeboden stof te laten aansluiten bij het kunnen en het leuk vinden wat bevestiging geeft van intelligentie. Vervolgens het stimuleren van brede ontwikkeling (stretch), het bevorderen van zelfvertrouwen en jezelf en andere leren kennen en respecteren (celebrating). Het is vrij complex (en dus tijdrovend) om dit in het ontwerp op te nemen, daarom wordt dit nu achterwege gelaten. Ik wilde dit hier toch noemen omdat het aansluit bij het idee om onderwijs op maat te leveren aan ieder individu. Een ander punt is dat je in het middelbaar onderwijs per vak bezig bent. Dat wil zeggen het aanbod van verschillende intelligenties deels terugkomt in de verschillende vakken.

Echter kan je ook kijken naar hoe je leert. Zie het kwadrantenschema, Figuur 2. Hierin staat verticaal onbewust - bewust uitgezet tegen horizontaal onbekwaam - bekwaam. In principe is het zo dat je bij het aanbod van nieuwe stof begint in het kwadrant linksonder (Onbewust onbekwaam, OO). Dat wil zeggen je kent het niet en je realiseert je ook niet hoeveel moeite het kost om het te leren kennen. Vervolgens ga je met de wijzers van de klok mee als je leert. Je ervaart dat je het niet begrijpt als je een oefenopgave krijgt (Bewust onbekwaam, BO). Dat is frustrerend, maar je wordt gestimuleerd (door docent, mede leerlingen, ouders of een game-achtige en hopelijk verslavende ELO) om door te gaan. Je begint je te bekwaamen en komt terecht in bewust bekwaam (BB). Dit geeft een bevredigend gevoel en motiveert om door te gaan. Echter moet je doorgaan met oefenen om het te automatiseren, zodat je er niet meer over na hoeft te denken. Je bent beland in het kwadrant rechtsonder, onbewust bekwaam (OB). Dit leerproces zie je ook terug in de leercurve van Figuur 3.



Figuur 2 Bewust en bekwaam



Figuur 3 Leercurve, Bron: (Tolsma & Wit, 2005)

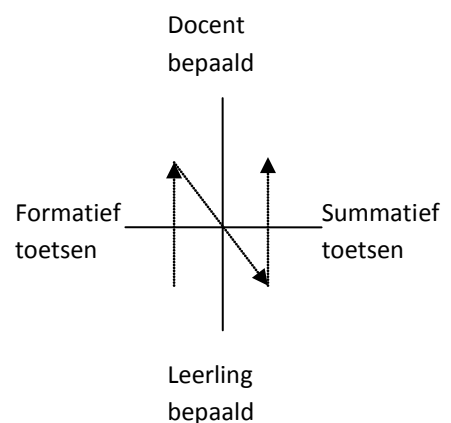
Dit proces moet elke leerling doorlopen wil die de stof goed onder de knie en geautomatiseerd krijgen. Echter zal dit voor elke leerling met zijn of haar eigen intelligentieniveau (en verschillende vorm van intelligentie) verschillend zijn. Bovendien is het zo dat leerlingen met (hoog)begaafde kwaliteiten meteen doorschieten naar bewust bekwaam. Met als gevolg dat de onbewust bekwame kant overgeslagen wordt en er dus niet geautomatiseerd wordt. “Ik ken het toch al?”, is dan een veel gehoord argument. Het is voor deze leerlingen dan ook heel belangrijk dat ze dus uitdagende opdrachten (maar niet te moeilijk zodat ze wel aansluiting houden met het kunnen en het leuk vinden wat dus bevestiging geeft van intelligentie) aangeboden krijgen waarbij ze eerst het bewust onbekwame ervaren en vervolgens moeten leren doorzetten om in bewust bekwaam te belanden en om uiteindelijk in het onbewust bekwame terecht moeten komen. Dit is het zogenaamde leren leren.

VERTALING NAAR HET ONTWERP

In het ontwerp zal daarom, zoals al eerder aangegeven, opdrachten op niveau aangeboden moeten worden. Dit zou, ideaal gezien, op basis van eerdere scores moeten gebeuren. Echter is dit voorlopig nog achterwege gelaten in het ontwerp, omdat dit wegens tijdgebrek niet haalbaar is. De reden om dit hier toch uitgebreid te beschrijven, is dat dit wel een van de hoofdredenen/motivatie is om met dit ontwerp aan de slag te gaan. De kunst zal wel worden om dit in het systeem/ontwerp aan te brengen. Ik verwacht echter dat je in eerste instantie als docent voor een deel zal moeten inschatten of een leerling een hoger niveau aan kan. Dit heeft veel nadelen. Als eerste moet je als docent ervaren zijn om het niveau in te kunnen schatten. Bovendien zit je met allerlei subjectieve (vaak onbewuste) afwegingen van een docent, die in het slechtste geval de (groei van) motivatie van de leerling kan tegenhouden. Waarmee je blijft steken in feitelijk het oude (autoritaire) onderwijs patroon, zei het in een nieuw digitaal jasje. Echter wil je toe naar het stimuleren van autonomie en autodidactiek bij leerlingen, onafhankelijk van een docent. Dat wil niet zeggen dat er geen docent meer nodig is. Integendeel, ik ga er vanuit dat leerlingen op een dieper niveau met de materie om zullen gaan en daardoor zal de vakkennis van een docent juist meer aangesproken gaan worden.

TOETSING

In het traditionele onderwijs is het gebruikelijk dat de docent veelal summatieve toetsen afneemt. Toetsen waarvan de docent bepaald wanneer ze worden afgenomen en die dan het niveau van de leerling bepaald alsof dat het absolute niveau is op dat moment. Er wordt hiermee geen rekening gehouden met de gemoedstoestand of de vorm van de dag. Volgens Maurice van Werkhoven (Werkhoven, 2011) zou het een betere balans geven om meer te wisselen tussen ‘docent bepaald’ en ‘leerling bepaald’ en tussen formatief en summatief toetsen. Zie Figuur 4 voor een weergave langs twee assen in een zogenaamd toetskruis. Met ‘leerling bepaald’ wordt bedoeld dat leerlingen bijvoorbeeld zelf het tijdstip van toetsing kunnen bepalen of de mate waarin ze toetsen opnieuw kunnen proberen. Indien de hoogste score telt bij een dergelijke herhaling van dezelfde (soort) toets dan spreek je van een formatieve toets. De leerling kan zien of hij weer een stukje verder is in het begrijpen en onthouden van de stof.



Figuur 4 Toetskruis

Traditioneel onderwijs zit dus voornamelijk in het kwadrant rechtsboven. Het is dan zaak om leerlingen meer autonomie (zie Zelfdeterminatietheorie, blz. 13) te geven over wanneer ze getoetst worden en of ze zichzelf kunnen verbeteren.

TAXONOMIE

Bloom (Bloom, 1956) onderscheidt zes denkniveaus (taxonomie van Bloom) in oplopend abstractie niveau: Onthouden, begrijpen, toepassen, analyseren, evalueren en creëren/scheppen. Een goed opgebouwde summatieve toets zou dan ook deze zes niveaus moeten dekken in oplopend niveau. Om een betere balans tussen summatief en formatief toetsen te realiseren en tussen docent bepaald en leerling bepaald zou je deze niveaus kunnen uitsplitsen in diverse varianten van toetsen.

VERTALING NAAR HET ONTWERP

Voor de ontwikkeling van een ELO wil ik dus varianten van toetsen maken die de kwadranten van het toetskruis dekken. Het lijkt mij logisch om het toetskruis te doorlopen in een N patroon (Figuur 4). Hierbij zou dan het onthouden en begrijpen als formatieve toetsen gevraagd kunnen worden waarbij de leerling zelf bepaald hoe vaak en wanneer ze hiermee willen oefenen (kwadrant linksonder). Je wilt immers dat iedere leerling de basis goed kent van je vak. Vervolgens zou je dan het niveau begrijpen en toepassen nog steeds formatief kunnen toetsen, echter wel dat je in totaal bijvoorbeeld drie pogingen mag doen, waarbij uiteraard wel de hoogste score telt (kwadrant linksboven). Vervolgens zou je het kwadrant rechtsonder kunnen vullen met een schriftelijke overhoring (SO) die summatief (eenmalig) wordt afgenomen, maar waarbij de leerling bepaald wanneer hij of zij dat gaat doen, in een gegeven tijd. Uiteindelijk zou je dan kunnen afsluiten met een proefwerk (PW), die jij als docent bepaald wanneer die plaats vindt, waarbij je eindigt in het kwadrant rechtsboven. Deze laatste toets zou dan wel weer opgebouwd dienen te zijn volgens de taxonomie van Bloom, waarin je alle aspecten nogmaals toetst.

In de praktijk zal het zo zijn dat na de video-instructie een formatieve toets zal volgen die gebaseerd is op onthouden, maar ook een klein beetje begrijpen en toepassing vraagt. Verderop in het onderwerp, als ze 'ontdekkingen' hebben gedaan met opgaven en experimenten, wil ik dan vragen gaan stellen die meer begrip en analyse behelzen. Hierbij wordt de autonomie van de leerling beperkt door bijvoorbeeld maar 3 pogingen toe te staan met een week er tussen, zodat ze serieuze pogingen ondernemen voor die toetsen. Aan het einde van het onderwerp zou dan een summatieve overhoring moeten plaatsvinden die vragen omvat over het geheel van de taxonomie, maar waar ze nog wel autonomie hebben over het tijdstip in vooraf aangegeven periode van een week. Deze laatste toets moet wel onder surveillance worden afgenomen. Omdat het computer toetsen zijn kan dat bijvoorbeeld in de mediatheek onder toezicht van de mediathecaris. Van deze drie beschreven vormen van toetsing zal (voorlopig) alleen de eerste worden toegepast in het ontwerp.

ONTWERP

Voor een ontwerp van een elektronische leeromgeving (ELO) die voldoet aan de eisen genoemd in hoofdstuk “Theoretische analyse” blz. 10, heb je een product nodig waarmee je voorwaardelijke leeractiviteiten kan inzetten. Het veel gebruikte open source product Moodle versie 2.x (Dougiamas, 2012) is hiervoor geschikt (zie ook paragrafen “Uitgangspunten” blz. 20 en “Voorwaarden” blz. 20). In de ELO zit een opbouw als aangegeven in het getoonde schema, zie Figuur 5. Dit schema kan je zien als een standaardopmaak voor de weektaak.

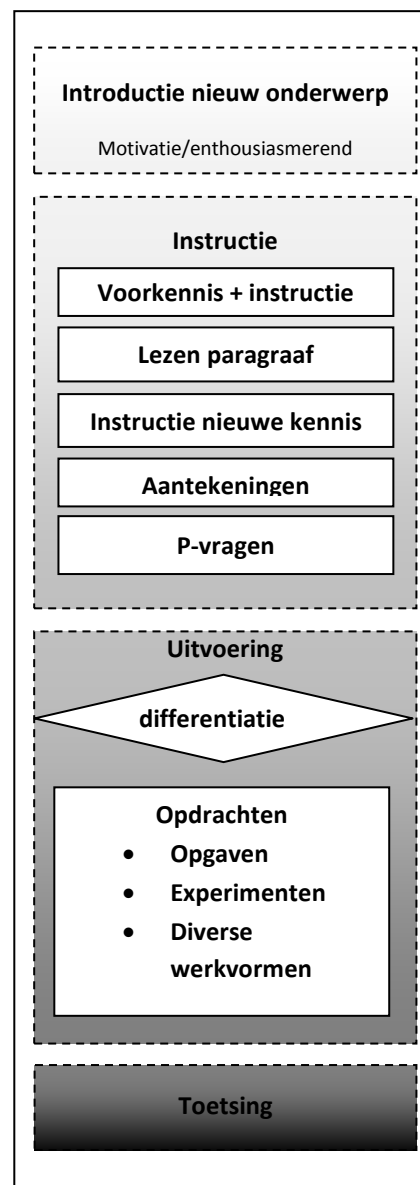
Het onderwerp wordt klassikaal geïntroduceerd met een demonstratie practicum, hiermee wordt het nodige enthousiasme bij leerlingen opgewekt om ze een ‘begin’-motivatie te geven. Het idee is dat je bij elke paragraaf van het boek weer demonstratiepractica geeft om de natuurkundige sfeer er in te houden.

Daarna volgt voor elk subonderdeel (paragraaf) de video-instructie, waarin eventueel video-instructie van de benodigde voorkennis is opgenomen is. Deze voorkennis instructie is in dit geval alleen bij de eerste paragraaf nodig. Voor de volgende paragrafen is de voorkennis meestal de vorige paragraaf en die kunnen ze ten alle tijden weer bekijken. De bedoeling is dat ze aantekeningen maken van de instructie en de bijbehorende paragraaf uit het boek. De bedoeling is wel dat ze voor het bekijken van de video-instructie eerst de paragraaf uit het boek hebben gelezen. Dat wordt bewerkstelligd door voorwaarden op te nemen aan de leeractiviteit (Video). Die voorwaarden bepalen of de leeractiviteit zichtbaar dan wel actief wordt. De laatste leeractiviteit van de instructie zijn de zogenaamde (leer)proces-vragen (P-vragen). Deze testen vooral of de basis begrippen zijn onthouden. Er wordt zo nu en dan ook wat inzicht/begrip gevraagd al gelang naar het onderwerp. Deze P-vragen zijn dus formatief ingezet. Leerlingen kunnen deze telkens weer maken waarbij de hoogste score telt.

Na de instructie volgen de uit te voeren opdrachten. Hierin kan worden gedifferentieerd op basis van de P-vragen en eventueel eerder opgebouwd niveau. Dit is in de uitvoering van het onderzoek achterwege gelaten vanwege de extra tijd dat dit kost om te maken en uit te voeren. Het uitzoeken van het niveau en daarop baseren van de vervolgoopdrachten is bovendien een volledig onderzoek op zich.

Vervolgens zou je na een of twee paragrafen weer een toets in kunnen zetten die meer begrip, toepassing en analyse toetst volgens de taxonomie van Bloom (zie “Toetsing” blz. 17). De bedoeling is dat deze toets minder vaak gemaakt kan worden, om zo invulling te geven aan het tweede kwadrant van het toetskruis. Wegens tijdgebrek is dit vooralsnog achterwege gelaten. Ook een uiteindelijke toets die nog meer richting toepassing, analyse en evaluatie gaat is om deze reden vooralsnog achterwege gelaten. Deze laatste toets zou dan ook maar eenmalig gemaakt kunnen worden, maar wel dat leerlingen zouden kunnen kiezen wanneer ze hem maken.

Naar aanleiding van een TED talk van Salman Khan (Khan, TED, 2011) is het idee van dit systeem om leerlingen thuis de instructie te laten bekijken en op school bezig te laten zijn met de opdrachten. Hiermee zijn de rollen omgedraaid in vergelijking met het traditionele onderwijs. Op deze manier is het dus ook mogelijk om zonder (!) tablets of computers te werken. De leerling doet thuis het computerwerk en noteert dan in zijn of haar agenda wat er op school moet gebeuren en in welk lesuur. Het kan immers zo zijn dat niet alle lessen in een



Figuur 5 weektaak indeling

practicumlokaal worden gegeven, of dat ze juist het leerlingenlab moet reserveren. Hiermee leren de leerlingen tevens plannen. Daarnaast hangt de ELO Moodle het idee van sociaal constructivisme aan. Het geeft mogelijkheden voor discussie via fora, chat of zelfs videoconferencing (lessen). Leerlingen kunnen dan via deze vorm van sociale media met elkaar communiceren wat betreft het onderwerp. In de praktijk zal het dan toch wel handig zijn om een tablet of computer beschikbaar te hebben. Dit kan natuurlijk ook een smartphone zijn.

UITGANGSPUNTEN

- Een ELO
- Leerling volledig verantwoordelijk maken voor zijn/haar leerproces
 - Leerlingen moeten leren plannen (geleidelijk meer loslaten)
- Leerproces van leerlingen sturen vanuit het proces door middel van leerproces vragen.
- Uitdaging
 - Door middel van leerproces vragen leeractiviteiten op niveau aanbieden.
 - Game element in het systeem voor het uitdagen steeds beter te willen worden/presteren.
- Docent als coach van het leerproces.
 - Docent verzorgt voor adequate informatie voorziening dan wel tools om die informatie te kunnen verwerken
 - Docenten motiveert en enthousiasmeert
- Toetskruis APS
 - Toetsen: Formatief – Summatief / Docent – Leerling (Werkhooven)
- Zonder traditionele methode te werken.

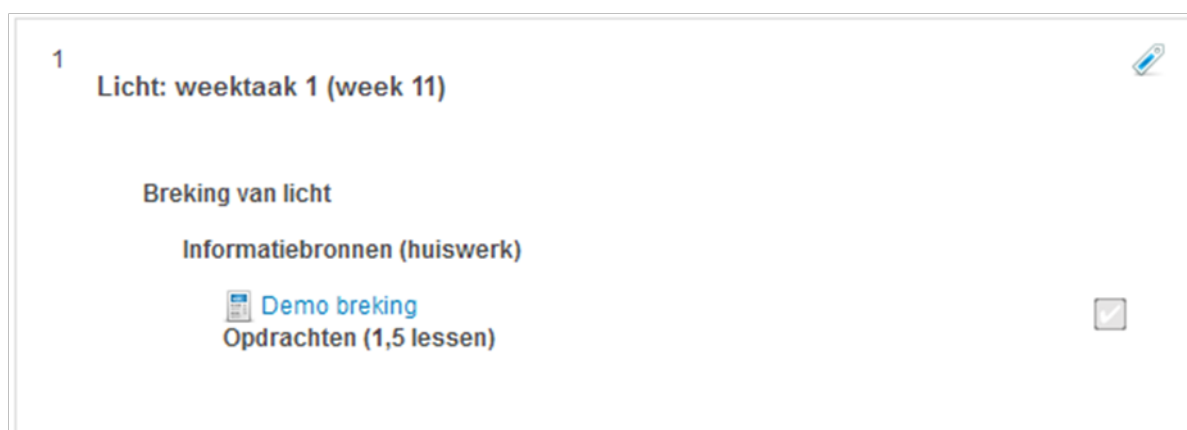
VOORWAARDEN

- Werkend digitaal systeem (ELO)
 - ELO Voldoet aan voorwaardelijke leeractiviteiten, voorwaardelijkheid op basis van opdrachten en cijferresultaten.
 - Kan individuele voortgang van leerlingen inzichtelijk maken.
 - Is gebruiksvriendelijk
 - Docent kan leerprocessen monitoren
 - Docent kan de methode andere richting geven
- Experimenten (voor het vak natuurkunde)
 - De beschikbaarheid van een praktijklokaal moet duidelijk zijn voor leerlingen.
 - TOA moet meedenken en de materialen klaarzetten voor elke les.
 - Ideaal is dat er kasten zijn in het lokaal van waaruit leerlingen zelf materiaal kunnen pakken en terugzetten. Dit zou dan duidelijk in de opdrachtomschrijving van uit te voeren experimenten aangegeven moeten worden in welke kast ze het materiaal kunnen vinden.
- ICT
 - In beginsel is het niet nodig om computers in het lokaal te hebben of dat leerlingen een iPad nodig hebben. Immers, ze bekijken thuis de video-instructies en noteren vervolgens de te maken opdrachten in hun agenda van wat ze in welk lesuur moeten gaan maken.
 - Uiteindelijk is het wel fijner dat ze een tablet of laptop tot hun beschikking hebben in de les, omdat ze dan hun vervolgstappen kunnen bekijken. Zeker als de traditionele methode verdwijnt dient de tablet of laptop als hun naslagwerk.
- Lokaal
 - Geen bijzonderheden, tenzij de school/het vak volledig is overgegaan op een dergelijke 'digitale methode' dan moet het voorzien zijn van een goede (WiFi) infrastructuur. Deze infrastructuur moet genoeg bandbreedte hebben om tegelijkertijd vele video's te kunnen streamen.

EERSTE ONTWERP

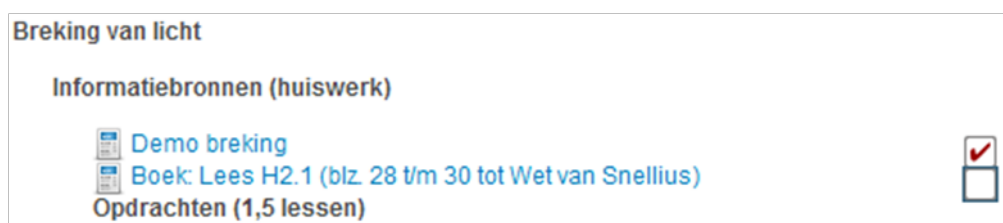
Omdat je meestal gebruik maakt van standaard leeractiviteiten begint voor de duidelijkheid elke leeractiviteit met dezelfde term om zo een grote mate van herkenning te creëren. Standaard leeractiviteiten zijn: Demonstratiepractica, Boek lezen, Video-instructie, P-vragen maken, Opgaven maken, Proefjes doen. Deze worden dan aangegeven met respectievelijk “Demo: ”, “Boek: ”, “Video: ”, “P-vragen: ”, “Applet: ”, “Opgaven: ” en “Experiment: ”, met achter de dubbele punt de titel. (De D-vragen zijn na de eerste week meteen omgedoopt tot P-vragen, vandaar dat ik alleen over P-vragen spreek. D-vragen stond voor diagnostische vragen, en naar mijn idee krijg je daar geen cijfer voor, vandaar dat ik het (leer)procesvragen heb genoemd.

Dus weektaak 1 zag er in het begin voor een leerling als volgt uit (Figuur 6):



Figuur 6 Start weektaak 1

Hierin is de structuur als volgt aangebracht. Het hele blok 1 gaat over weektaak een zoals de titel aangeeft. Daaronder volgt de titel van het onderwerp/paragraaf (Breking van licht). Dan volgen twee delen: Informatiebronnen (huiswerk) en Opdrachten (1,5 lessen). Bij Informatiebronnen staat de eerste leeractiviteit klaar. Dit is de introductie van het onderwerp, een klassikale demonstratie. Als leerlingen hierop klikken krijgen ze de informatie te zien wat de docent gaat doen (of heeft gedaan) in de les. Eigenlijk had dit onder het kopje “Breking van licht” moeten staan. Nu werkt het zo, dat als leerlingen deze link hebben bekeken/aangeklikt, er een vinkje achter de activiteit verschijnt en de volgende leeractiviteit zichtbaar wordt (zie Figuur 7).



Figuur 7 Weektaak 1 demo afgevinkt

Deze tweede leeractiviteit toont al wat ze moeten gaan lezen in het natuurkundeboek.

Als een leerling de link aanklikt verschijnen er de volgende gegevens, zie Figuur 8. Hier staat wat ze moeten lezen en welke voorkennis ze kunnen bekijken (als herhaling). Dit kunnen ze zelf bepalen. Dit zijn dan links naar, in dit geval, andere video-instructies. Omdat de link nu is aangeklikt wordt die ook meteen

afgevinkt en daarmee worden de voorkennis activiteiten ook zichtbaar en actief. Voor de video-leeractiviteit “video: breking van een lichtstraal” geldt dit ook. Hiermee zie je dat leerlingen zonder het boek te lezen toch de gelijk de video kunnen bekijken. De vraag is dan ook of dit ‘erg’ is. Wellicht maakt het niet uit en komt het de autonomie wel ten goede. In het aangepaste ontwerp (blz. 25, en bijlage blz. 55) zal de weektaak ook anders ‘functioneren’.



Figuur 8 Inhoud van leeractiviteit Boek:...

Dus als de leerling dan weer terugkeert naar het overzicht van de weektaak ziet hij dat de voorkennis activiteiten erbij zijn gekomen en de “video: Breking van een lichtstraal”. In Figuur 9, is de video al bekeken en zijn ook de D-vragen (P-vragen) al gemaakt. Deze P-vragen worden alleen afgevinkt als alle vragen zijn gemaakt en daarmee een cijfer is geproduceerd. Indien deze vragen zijn afgevinkt, verschijnen de opdrachten voor in de lessen. Deze moeten leerlingen aanklikken om te zien wat ze precies moeten uitvoeren. Deze opdrachten zouden dus afhankelijk kunnen zijn van het resultaat van de P-vragen. Overigens staat in het kopje “Opdrachten (1,5 lessen)” informatie over hoe lang ze er mee bezig zouden moeten zijn. Dit kunnen ze dan gebruiken voor de planning.



Figuur 9 Weektaak 1: informatiebronnen afgevinkt

In Figuur 9 zie je zwarte en rode vinkjes. Deze verschillen in functionaliteit. De rode vinkjes worden geplaatst zodra aan voorwaarden van die activiteit is voldaan. Dit kan simpelweg zijn het bekijken (link

aangeklikt) van die activiteit, maar ook of er een cijfer is geproduceerd. De zwarte vinkjes kunnen leerlingen zelf plaatsen en weer weghalen als ze dat willen.

Zodra leerlingen de lesopdrachten hadden afgerond, konden ze dus zelf de vinkjes plaatsen en verscheen er de mededeling dat ze goed gewerkt hadden (zie Figuur 10). De activiteit “Einde weektaak” werd daarmee zichtbaar en moest nog wel aangeklikt worden om als afgerond te worden beschouwd.

1 **Licht: weektaak 1 (week 11)**

Breking van licht

Informatiebronnen (huiswerk)

Hoeken (voorkennis)

- Video: Hoeken meten
- Video: Hoeken tekenen
- Demo breking
- Boek: Lees H2.1 (blz. 28 t/m 30 tot Wet van Snellius)
- Video: Breking van een lichtstraal
- D-vragen: Breking van een lichtstraal

Opdrachten (1,5 lessen)

- Opgaven: H2.1
- Experiment: Lichtstralen laten breken.

Goed gewerkt. Einde weektaak! Prettig weekend ;-)

Einde weektaak.

On the right side of the interface, there is a vertical column of checkboxes corresponding to each activity. The checkboxes for 'Video: Hoeken meten', 'Video: Hoeken tekenen', 'Demo breking', 'Boek: Lees H2.1 (blz. 28 t/m 30 tot Wet van Snellius)', 'Video: Breking van een lichtstraal', 'D-vragen: Breking van een lichtstraal', 'Opgaven: H2.1', and 'Experiment: Lichtstralen laten breken.' are all checked. The checkbox for 'Einde weektaak.' is also checked.

Figuur 10 Weektaak 1 volledig afgerond

ERVARINGEN

Bij de twee klassen waar het werd toegepast bleek het zelfstandig doorlopen van de weektaak niet als vanzelfsprekend opgepakt. Dat wil zeggen, er waren leerlingen die niet aan de slag gingen en waren blijkbaar niet gemotiveerd. Daarom heb ik vanaf weektaak 2 al direct het laten aftekenen van weektaken geïntroduceerd, voor de nodige extrinsieke motivatie. Zoals eerder aangegeven in de paragraaf “Educatieve games” (blz. 13) werd hiermee dus een opbouwend cijfer geproduceerd (game-element). Dit werkte eigenlijk goed, zelfs voor (begaafde!) leerlingen die voorheen weinig deden. Hoewel een paar leerlingen hardnekkig bleven weigeren om aan de slag te gaan. De oorzaken hiervan kunnen zijn volgens mij uiteenlopend van aard. Het kan berekenend zijn geweest (het lage cijfer kan ik wel hebben) tot simpel gezegd liever lui dan moe en ik red me wel. Ik denk wel als je dit systeem consequent toepast, dat ook deze leerlingen op een gegeven moment wel er mee gaan werken, omdat het anders wel consequenties heeft voor hun cijferresultaten. Het is wel van belang dat de opdrachten voor deze meestal slimmere leerlingen ook meer op hun niveau toegesneden moeten zijn. Dit zorgt ervoor dat ze eerder tegen moeilijkheden aanlopen (BO) en dat daarmee niet gelijk een goed resultaat wordt behaald. Ze lopen tegen hun onbekwaamheid aan. Hierdoor gaan ze beseffen dat ze aan het werk moeten gaan.

Omdat er reeds opdrachtinformatie in de link stond (Figuur 8, link: Boek: Lees H2.1...) vergaten sommige leerlingen dit aan te klikken en verschijnt er geen vinkje met als gevolg dat de volgende leeractiviteit ook niet zichtbaar werd. Het is dus handiger en logischer om hier een meer globale opdracht omschrijving te geven zoals: “Boek: Breking”.

Tevens bleek dat het zelf aanvinken (autonomie) als prettiger werd ervaren. Immers, als ze de opdracht aanklikte om te bekijken wat ze moesten doen was die meestal ook al meteen afgevinkt. Dat gaf later voor henzelf verwarring of ze die opdracht wel degelijk hadden afgehandeld. Dus het zelf afvinken helpt wel degelijk voor het overzicht en het plannen van de leerlingen. In het begin twijfelde ik wat leerlingen prettiger zouden vinden. In het aangepaste ontwerp kunnen ze daarom de meeste activiteiten zelf afvinken, tenzij de activiteit een cijfer oplevert.

AANGEPAST ONTWERP

Gedurende het werken met de ELO zijn er een aantal wijzigingen doorgevoerd. Sommigen zijn al aangegeven in de vorige paragrafen. Leerlingen kunnen nu dus de meeste activiteiten zelf afvinken, tenzij het een cijfer oplevert. Als ze een weektaak hadden afgerond wilde sommigen al verder met de volgende weektaak. Dat kon eerst alleen als je als docent de weektaak had afgevinkt. Daardoor konden leerlingen geen tijd inhalen of in voren werken. Daarom had ik tussentijds het zo opgelost dat de voorgaande weektaak niet afgevinkt hoefde te worden om verder te werken.

PLANNING

Een ander punt was dat ze liever hadden dat alle activiteiten van een weektaak al zichtbaar zou zijn. Leerlingen gaven aan dat ze dan meer overzicht hadden en beter konden plannen en zelf bepalen wat ze eerst zouden kunnen gaan doen. Ik had nog wel opgenomen dat ze eerst “Informatiebronnen” moesten afwerken om vervolgens met de “Opdrachten” aan de slag te kunnen gaan. Let wel, de opdrachten waren al wel zichtbaar, maar nog niet actief. Je zou kunnen overwegen om dit helemaal los te laten, zodat het nog meer aan de leerstijlen tegemoet komt. Maar ze moeten dan nog wel steeds alle verschillende ‘leerstijl’ activiteiten doen uiteraard. Een voorbeeld hiervan is dat er een leerling was die wel alles gemaakt had en ook goede resultaten haalde, maar bijna geen experimenten had uitgevoerd. Dit had niet zijn of haar voorkeur. Je moet dus wel iets bedenken dat leerlingen wel degelijk die experimenten gaan uitvoeren. Dit zou je kunnen aangeven bij het aftekenen van weektaken, zie paragraaf “Aftekenen weektaken” (blz. 27).

Het meest belangrijke daarbij is, denk ik wel, de informatie die zie nodig hebben om te plannen. Zoals je hier ziet (Figuur 11), wordt de tijd bij elke (opdracht)activiteit aangegeven (Zie ook bijlage blz. 55 voor een beter overzicht). Hier zou ook nog informatie kunnen komen die locatie (lokaal) afhankelijk is. Niet elke les vind in het practicumlokaal plaats en de meeste experimenten kunnen alleen in het practicumlokaal worden uitgevoerd. In deze weektaak (Figuur 11), zouden de experimenten toevallig ook thuis uitgevoerd kunnen worden. Sommige

Activiteit	Tijd	Status
Licht: weektaak 5 (week 16)		
Lineaire vergroting / oog en bril		
Informatiebronnen		
Tekst: Lineaire vergroting	15 min	☒
Video: Afleiding lineaire vergroting		☒
P-vragen: Lineaire vergroting		☒
Tekst: oog en bril	30 min	☒
Video: Werking oog		☒
Applet: Lichtstralen oog		☒
Het oog		☒
P-vragen: Oog en bril		☒
P-vragen: vergelijk oog met camera		☒
Opdrachten		
Opgaven: vergroting	45 min	☒
Opgaven: oog en bril	45 min	☒
Experiment: Accomoderen	15 min	☒
Experiment: De blinde vlek	15 min	☒
Afronding weektaak 5		☒

Figuur 11 Aangepaste weektaak met planningsinformatie

leerlingen hadden dat ook thuis gedaan! Tevens kan je voor applets aangeven of ze flash of JAVA nodig hebben. Dat betekent bijvoorbeeld dat ze niet op een iPad uitgevoerd kunnen worden, maar dat ze daarvoor een computer nodig hebben.

BEGRIPPEN

Al doende kwam ik ook op het idee om bij het begin van een activiteit de begrippen te benoemen die erin voor komen. Dan weten ze direct om welke begrippen het gaat, en wat ze dus moeten leren, maar ook voor het later terugzoeken van de juiste video zonder die eerst volledig af te spelen. Zie hier een voorbeeld (Figuur 12) van een video met de begrippen benoemd.

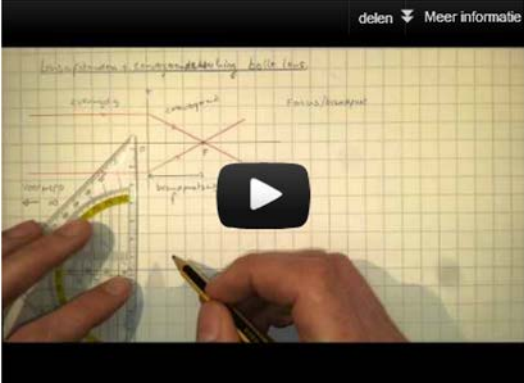
Video: Lensafstanden en convergerende werking bolle lens

begrippen:

- evenwijdige lichtbundel
- convergerende werking
- convergerende lichtbundel
- divergerende lichtbundel
- voorwerpsafstand v
- beeldsafstand f
- brandpuntsafstand f
- brandpunt F (Focus)

Bekijk de video en maak aantekeningen in je schrift

delen ▼ Meer informatie



Figuur 12 Begrippen die behandeld worden in de video

AFTEKENEN WEEKTAKEN

Een andere wijziging, zoals eerder aangegeven, is het aftekenen van de weektaken. Dit was in eerste instantie weggelaten in verband een te verwachten administratieve last voor de docent. Dit is dus wel na de eerste week ingevoerd, omdat leerlingen de extra extrinsieke motivatie nodig hadden om aan de slag te gaan. Voor de 3MA klas die moeizamer aan de slag ging dan de 3VA klas, was het nu dus zo dat ze een inhaalslag moesten maken. Daardoor was het soms druk bij mij aan tafel om af te tekenen. Ik had echter voorgenomen om met de iPad rond te lopen en bij elke leerling langs te gaan en zo af te tekenen. Dit werkte nog niet echt prettig, omdat je soms wel heel precies met je vingers de 'knopjes' van de website moet bedienen. Een computermuis werkte dan net iets handiger. Gevolg was wel lange rijen met leerlingen die moesten wachten. Iets wat Karel Lagendonck, die het KeCo-systeem heeft bedacht (Lagendonck, 2011), ook heeft ondervonden. Ik denk wel als leerlingen op schema lopen, dat er minder lange rijen zijn te verwachten. Bovendien kunnen leerlingen ook bedenken dat ze eerst verder kunnen gaan om later terug te komen om af te tekenen. Dit deel kan nog wel wat aanpassingen gebruiken.

IDEE VOOR AANPASSING

Bij een groep van 30 leerlingen die je 3 uur in de week hebt, zou je het zo moeten inregelen dat je gemiddeld 10 leerlingen per les gaat aftekenen. Dat is zo'n 5 minuten per leerling. Om meer tijd te creëren per aftekenmoment van een leerling zou je leerlingen, die al goed kunnen plannen, minder vaak kunnen laten aftekenen. Bijvoorbeeld eenmaal per maand. Volgens mij is het dan nog steeds van belang om bij leerlingen wekelijks/dagelijks langs te gaan of alles goed gaat. Leerlingen die niet goed kunnen plannen zou je dus elke les (lestaak) moeten controleren, hierbij moet er wel gezorgd worden dat het niet te veel van de vakinhoudelijke taak afleidt.

Voordeel van het aftekenen is wel dat je de het werk van alle leerlingen hoe dan ook ziet. Je vergeet op deze manier niemand, wat anders wel mogelijk is. Bovendien kan je ze tips en aanwijzingen geven hoe ze de niet correct opgeloste opgaven en experimenten wel moeten aanpakken.

Voor het beoordelen van het aftekenen heb ik een Rubric gebruikt. Hiervoor heb ik nu maar één criterium gehanteerd, zie Figuur 13. Gezien de situatie beoordeelde ik snelle werkers standaard met het maximum aantal punten (goed en/of snel), om de leerlingen aan de slag te krijgen. In een later stadium is het verstandig om meer criteria toe te voegen, maar niet te veel. Een Rubric heeft namelijk het voordeel dat het snel werkt en veel criteria werkt weer vertragend. Het is dan nog de vraag of het efficiënt is.

Het aftekenen bleek naast dat het nodig was ook handig te zijn voor leerlingen. Dit bleek uit de loggegevens, afronding van de weektaken werden het meest bekeken door de leerlingen. Hierin vermeldde ik namelijk (vanaf weektaak 3) wat ze voor die weektaak allemaal afgerond moesten hebben. Eigenlijk het overzicht van de hele weektaak. Dit is een statische tekst, dus als je echt opdrachten op niveau (differentiatie) gaat aanbieden dan kan dit niet meer, tenzij de ELO dit kan samenvatten. Leerlingen moeten het dan gewoon uit de individuele opdrachten halen.

Cijfers

Cijfer: Lesopdrachten worden beoordeeld als volgt:

- Opdrachten uit de weektaak niet afgerond: 0 punten
- Opdrachten uit de weektaak afgerond (matig = moet beter): 1 punt
- Opdrachten uit de weektaak afgerond (goed): 3 punten
- Opdrachten uit de weektaak afgerond (goed en/of snel): 4 punten

Lesopdrachten	Niet afgerond 0 punten	Afgerond (matig = moet beter) 1 punten	Afgerond (goed) 3 punten	Afgerond (goed en/of snel) 4 punten

Huidig cijfer in puntenboek: 75,00

Feedback

Feedback:

Lettertype: Tekengrootte: Alinea:

B I U ABC x₂ x²                                   

MONITORING

Voor de docent kan je een overzicht bekijken (Figuur 14) van alle afgevinkte leeractiviteiten van leerlingen. Elke regel komt overeen met een leerling. Je ziet in een oogopslag of iedereen al weektaak 5 heeft afgerond (laatste kolom) of belangrijker waarom bepaalde leerlingen achterlopen. Je kan die dan aanspreken op dit feit.

[illegible]

Figuur 14 Overzicht voortgang van alle leerlingen

Hieronder (Figuur 15), zie je een score overzicht van alle weektaken en p-vragen van één leerling. Tevens worden feedback opmerkingen getoond. Dit geeft een duidelijk beeld hoe een leerling er voor staat. Je kan vervolgens door op een item (p-vraag of weektaak) te klikken 'inzoomen' op die specifieke taak en meer details te weten te komen over die leerling. Je kan bij p-vragen bijvoorbeeld zien hoeveel pogingen ze hebben ondernomen om tot die 100% score te komen. Het zou wel mooi zijn als dat in dit overzicht ook vermeld zou worden.

Beoordelingsitem	Beoordeling	Marge	Percentage	Feedback
Optica				
Begrijpen atoommodel	-	Super Talent-Doener	-	
Optica				
Zelfstandig werken				
Afronding weektaak 2	75,00	0-100	75,00 %	nog niet alles af, dus verbeter dat nog.
Afronding weektaak 3	75,00	0-100	75,00 %	
Afronding weektaak 4	75,00	0-100	75,00 %	
Afronding weektaak 5	75,00	0-100	75,00 %	
Categorytotaal	75 %	0-400	75 %	
Leerproces				
D-vragen: Breking van een lichtstraal	100,00	0-100	100,00 %	
P-vragen: Wet van Snellius	-	0-100	-	
P-vragen: soorten lenzen	100,00	0-100	100,00 %	
P-vragen: Soorten lichtbundels	100,00	0-100	100,00 %	
P-vragen: eigenschappen van lenzen	100,00	0-100	100,00 %	
P-vragen: Lenzen	100,00	0-100	100,00 %	
P-vragen: Lensbegrippen	100,00	0-100	100,00 %	
P-vragen: Lineaire vergroting	100,00	0-100	100,00 %	
P-vragen: Oog en bril	100,00	0-100	100,00 %	
P-vragen: vergelijk oog met camera	100,00	0-100	100,00 %	
P-vragen: Rekenen aan lenzen	100,00	0-100	100,00 %	
P-vragen: constructielichtstralen	100,00	0-100	100,00 %	
Categorytotaal	-	0-1200	-	
Categorytotaal	-	0-1600	-	

Figuur 15 Overzicht voortgang en resultaten van een leerling

ONDERZOEKSMETHODE

De onderzoeksopzet is als volgt. In de drie 3 VWO klassen (3VA, 3VB en 3MA) die ik lesgeef zal ik bij 3VA en 3MA met de ELO gaan werken. In de 3VB klas zal ik gewoon traditioneel klassikaal lesgeven, zij functioneren als controleklas. Het onderwerp zal voor al deze drie klassen hetzelfde zijn en gaat over optica. Wat betreft het niveau van deze klassen heb ik reeds een toets afgenomen, die ik als pre-test zie voor dit onderzoek. Deze toets ging over het onderwerp beweging en toetste veel inzicht. Voor mij een maatstaf hoe het staat met het niveau van de leerling en de groep. Het bleek dat de masterclass (3MA) inderdaad gemiddeld het hoogste scoorde en 3VA gemiddeld het laagst, 3VB zat daar precies tussenin. Ook collega's beamen vergelijkbare niveauverschillen tussen deze groepen. De klassen 3VA en 3MA zullen dus ook twee cijfers produceren van de zogenaamde P-vragen en van het aftekenen van de weektaken. Daarnaast zal voor alle drie de klassen hetzelfde SO en PW worden afgenomen.

Wat betreft het computergebruik voor dit onderzoek is het dus zo dat de klassen die met de ELO gaan werken dus in feite geen computer nodig hebben tijdens de lessen. Het idee is namelijk dat ze thuis de video-instructies en P-vragen maken en vervolgens noteren wat ze in de les moeten gaan doen. Ik heb echter wel rekening gehouden dat ze er wel gebruik van gaan maken, zeker klas 3MA omdat die ook met een (toevallige) pilot bezig is van iPad's. De 3VA klas heb ik bewust gekozen, omdat dit een kleine groep is van 17 leerlingen. Bij het natuurkunde lokaal is een leerlingenlab beschikbaar met 8 computers, waar deze kleine groep dan wel gebruik van kan maken zonder daar veel complicaties mee te verwachten. Het voordeel van de iPad's is hiermee wel gelijk duidelijk. Deze hebben geen opstarttijd en iedereen (uit 3MA) heeft er een tot zijn beschikking. Nadeel is dat op de iPad's geen applets gedraaid kunnen worden die op JAVA of Flash zijn gebaseerd.

Mijn onderzoeksvraag was of het mogelijk is een digitaal systeem te ontwerpen dat leerlingen met meer zelfstandigheid, uitdaging en plezier aan het werk laat gaan, zonder dat het vakinhoudelijke niveau lager wordt.

Om te kijken of ik mijn onderzoeksvraag kan beantwoorden wil ik gebruikmaken van de volgende meetinstrumenten: Observaties, leerstijlen test, enquête, toetsresultaten, het oefenen met de P-vragen, het bekijken van de video's.

OBSERVATIES

De ervaringen en observaties die ik doe tijdens deze lessen kan ik vergelijken met de jaren ervaring die ik heb met gewone traditionele lessen. Deze observaties kunnen dus gaan over zelfstandig werken, uitdaging en plezier.

LEERSTIJLEN TEST

Ik laat leerlingen een leerstijlen test doen, om te kijken of dit invloed heeft op het werken met een dergelijk systeem. Anders gezegd of alle leeractiviteiten die in de ELO zijn verwerkt ook overeenkomen met alle leerstijlen en of dat mede het plezier in het werken met de ELO bevestigt of niet. Dit is wel een lastig punt om te meten. Aangezien iemand met een voorkeursleerstijl vooral zijn stijl wil volgen. Hij of zij zal andere stijlen als minder prettig kunnen ervaren of zelfs ontwijken. Het idee is wel dat alle leerstijlen er in zitten. Bovendien is het volgens de theorie ook zo dat je voor een optimale kennisverwerking alle leerstijlen moet doorlopen. Dus de kans is redelijk aanwezig dat sommige leeractiviteiten niet als prettig worden ervaren.

ENQUETE

In een enquête heb ik algemene gegevens gevraagd zoals de resultaten van de (summatieve) toetsen, de leerstijl, geslacht en klas. De enquête is anoniem afgenomen, zodat de leerlingen zich niet inhouden om negatieve kritiek te geven. Daarnaast heb ik het werken met de video instructie, weektaken en p-vragen uitgebreid ondervraagd. Uit deze resultaten kan ik dan kijken of het werken met de ELO in het algemeen als prettig is ervaren en of het zelfstandig werken als prettig is ervaren. Daarnaast vraag ik de leerlingen of ze verbeterpunten kunnen aangeven die het werken met een dergelijk systeem prettiger kunnen maken.

VIDEO REQUESTS

Enquêteresultaten van de ervaringen en het gebruik van de video-instructies.

In de gebruikte ELO Moodle wordt elke klik gelogd. Daarmee is het mogelijk het gedrag en de resultaten van de leerling te analyseren. Er kan worden uitgezocht hoe vaak de video's zijn bekeken, maar ook hoe vaak elke leerling ze bekeken heeft. Bovendien zal ik kijken of er gebruik gemaakt gaat worden van de video's voorafgaand aan het SO en PW.

P-VRAGEN

Enquêteresultaten van de ervaringen van het werken met de p-vragen zal ik gaan bespreken.

WEEKTAKEN

Enquêteresultaten van de ervaringen van het werken met de weektaken zal ik gaan bespreken.

TOETSEN

De resultaten van de summatieve toetsen (SO en PW) wil ik vergelijken met die van de controle klas en het SO die ik als pre-test heb gebruikt. Tevens zal ik kijken naar de invloed van de P-vragen en de het aftekenen van de weektaken op het gemiddelde cijfer van de leerlingen, gebruikmakend van SPSS.

DE RESULTATEN

OBSERVATIES EN ERVARINGEN

OPSTARTFASE

Klas 3VA begon heel rustig, je kon een speld horen vallen. Ze namen het serieus en gingen zelfstandig uitzoeken wat er nu van hun gevraagd werd. Later werd dit meer een soort van ontspannen werksfeer die qua geluidsniveau hoger was maar nog steeds als rustig kon worden beschouwd. Ze namen dus hun eigen verantwoordelijkheid.

Bij 3MA klas was dit totaal anders. De meeste leerlingen uit deze klas gingen niet aan de slag op een paar uitzonderingen na. Het groepsgedrag was hier erg sterk aanwezig (ze bleven graag kletsen), omdat ze waarschijnlijk inzagen dat ze werk moesten gaan verzetten. Normaal zouden ze een weekend voor de toets gaan leren. Dit was ook een opmerking van een leerling. Die zij (na een paar weken) dat je nu wel vijf weken aan het leren was in plaats van een weekend voor het PW.

Aangezien klas 3MA, bij de start, niet of nauwelijks aan het werk ging en ook een paar (begaafde) leerlingen uit de 3VA klas heb ik dus wel het aftekenen van de weektaken ingevoerd vanaf weektaak 2. Dit zorgde er uiteindelijk wel voor dat deze leerlingen ook aan de slag gingen. Toch bleven nog een paar leerlingen hardnekkig niks doen.

Het aftekenen gaf wel een voordeel, je ziet al het gemaakte werk van de leerlingen hoe dan ook een keer voorbij komen. Werk je niet met aftekenen dan kan het zo zijn dat je sommige leerlingen of over het hoofd ziet of dat ze er zelf voor zorgen dat ze niet gezien worden om wat voor reden dan ook.

Om terug te komen op het feit dat 3MA niet meteen aan de slag ging met het werken aan de weektaken kan je uitgebreid over speculeren. De leerlingen gaven zelf aan dat ze het onduidelijk vonden wat er moest gebeuren. Aan de andere kant waren een paar leerlingen wel degelijk aan de slag gegaan. Die hadden wel meteen begrepen wat er moest gebeuren. Wellicht dat ze erg moesten wennen aan het feit dat het systeem nu totaal anders was dan ze altijd gewend waren. Toch gaf het logbestand aan dat drie-kwart van de leerlingen in de eerste les video's zijn gaan bekijken. Dit geeft een tegenstrijdig beeld en laat wellicht de verwarring van de leerlingen zien.

Dit laatste was ook aangegeven door een leerling. Die vond het totaal niet prettig om geen klassikale uitleg meer te krijgen, waarbij je vragen kan stellen en praten over het onderwerp. Dit klinkt alsof het fantaseren over het onderwerp ontbreekt als leeractiviteit. Dit komt tegemoet aan de leerstijl dromer.

In de eerste lessen van 3VA begon het dus goed en was het heel rustig. Ik zag wel dat sommige meteen achter de computers gingen zitten om daar de video's en p-vragen te bekijken. Dat had tot gevolg dat sommigen de verleiding van het internet niet altijd konden weerstaan. Echter gingen deze leerlingen later wel beter aan het werk. Aan de andere kant werden in deze klas ook mobieltjes functioneel gebruikt en werden soms laptops en een iPad meegenomen om (voor hun planning) verder te kunnen werken.

In beide klassen waren een paar leerlingen die eigenlijk helemaal niet of zeer moeizaam aan het werk gingen in de les. De verleiding om te kletsen of internet was voor deze paar leerlingen te groot. Als je het systeem over langere tijd inzet, dan heeft het tot gevolg dat deze leerlingen heel

laag blijven scoren op weektaken en p-vragen. Ik ga er dan ook vanuit dat zij op een gegeven moment er toch voor kiezen om aan het werk te gaan.

EIGEN VERANTWOORDELIJKHEID

Het groepsgedrag viel eigenlijk geheel weg. Klas 3MA hield in het begin nog halsstarrig vast aan gezelligheid, maar kwam op een gegeven moment toch uit de startblokken. Iedereen werd inderdaad teruggeworpen op zijn of haar verantwoordelijkheid en moest 'gewoon' zijn of haar programma gaan draaien. Er was geen mogelijkheid meer om je te verbergen. Dat vond ik een heel belangrijk winstpunt, ook al had ik van te voren niet verwacht dat dat zo'n prettig effect had. Voor mij als docent heb ik toch altijd het idee dat je de ballen hoog moet houden. Je zegt wel tegen leerlingen maak die opgaven maar op de studiewijzer die bij je niveau passen, maar dat werkt toch niet altijd in de praktijk.

Dit feit betekende niet dat er geen groepsvorming meer kon optreden. Integendeel bij het uitvoeren van experimenten werd er voornamelijk spontaan in tweetallen gewerkt. Het is natuurlijk wel zo dat ze al gewend zijn om dergelijke experimenten met z'n tweeën te doen bij natuurkunde. Er waren ook leerlingen bij die wel in hun eentje een experiment deden. Ook ontstonden er best regelmatig discussiemomenten tussen leerlingen over de stof. Dat vond ik ook mooi om te zien en is uiteraard erg nuttig.

Het wegvallen van het groepsgedrag en het ontstaan van de eigen verantwoordelijkheid zag je ook duidelijk bij het omgaan met de practicum materialen. Waar anders wel eens gerommeld kan worden in een les, waar het gaat om het ophalen van practicummateriaal en het niet netjes terugbrengen daarvan, werd nu eigenlijk altijd netjes met het materiaal omgegaan.

TOETSVRAGEN

Er werd ook een vraag gesteld door een leerling hoe de toetsvragen nu gesteld zouden worden. Het leek deze leerling onduidelijk te zijn nu die alleen moest afgaan op de instructies uit de video.

AFTEKENEN

Op een gegeven moment lag het tempo in de controle klas wat lager dan in beide ELO klassen. Ook het uitvoeren van de experimenten leek efficiënter te lopen. Het is wel van belang er op toe te zien dat leerlingen de experimenten ook daadwerkelijk allemaal maken. Bij 3MA, die een achterstand had wat betreft de weektaken, creëerde dat voor het aftekenen van deze achterstallige weektaken een lange rij. Hierdoor had ik niet meer het overzicht over de werkzaamheden in de klas. Dit had tot gevolg dat ik bij velen dezelfde gemeten afstanden(getallen) zag bij bepaalde experimenten. Het kan bijna niet anders dan dat ze dat van elkaar hebben overgenomen. Als het aftekenen van de weektaken van leerlingen op schema ligt dan zal je genoeg aandacht hebben om overzicht te houden in de les. Hierbij moet ik wel zeggen dat deze klassen niet al te groot zijn; 17 en 20 leerlingen. Je zou kunnen overwegen om bij grotere klassen of bepaalde leerlingen vrijstellingen te geven voor aftekenen (indien ze bijvoorbeeld een bepaald niveau hebben gehaald) of tweewekelijks te gaan aftekenen. Het moet een doorlopend proces worden in elke les. Dus als je drie lessen in de week hebt, dat je tot ongeveer maximaal 10 leerlingen per les hebt gezien wat betreft hun weektaken. Waar het hierbij om gaat is dat je structureel de progressie en het werk van de leerlingen met eigen ogen te zien krijgt. Bovendien geeft het ook waardering voor hun gemaakte werk.

VIDEO

Met digitaal aanbieden van video-instructie kan iedereen, zoveel als hij wil, de uitleg herhalen. Dus hiermee genereer je al automatisch differentiatie voor leerlingen die het vaker nodig hebben. Bovendien wordt het gevoel van autonome beslissingen te mogen nemen vergroot. Ik heb bijvoorbeeld ook video's met voorkennis klaar gezet. Ze kunnen dan zelf bepalen of ze die ook gaan bekijken. Hierdoor kwam ik er wel achter dat het goed is om er een beschrijving bij te plaatsen met de begrippen die de video gaat behandelen. Dan kunnen ze snel zien of de video nodig is om te bekijken. Ook heb ik bij een masterclassleerling gezien dat hij als wist waar de video overging en niet de hele video wilde bekijken. Daar heb ik aangegeven dat hij ook gelijk naar het einde van de video kan gaan en de hele uitleg gelijk overzichtelijk kan bekijken. Dus dat geeft dan gelijk een top-down benadering die voor begaafde leerlingen vaker prettig is. Verder leek het nu logischer om alle opdrachten tegelijk open te stellen na het bekijken van de instructie en de bijbehorende vragen. Dat geeft de mogelijkheid voor leerlingen dat ze kunnen kiezen waarmee ze gaan beginnen, met een experiment of opgaven, zodat dat tegemoet komt aan hun leerstijl. Uiteindelijk is het ontwerp zo veranderd dat alle leeractiviteiten – dus ook het lezen van tekst en bekijken van de video's – open staan, zodat ze zelf kunnen kiezen waarmee ze beginnen. Anders kan nog niet iedereen met zijn eigen voorkeursleerstijl beginnen, zie bijlage blz. 55.

ENQUÊTE

De enquêteresultaten zullen in de volgende paragrafen over video-instructie, p-vragen en weektaken aangehaald worden die hier betrekking op hebben. In het algemeen komt er uit de enquête een beeld naar voren dat klas 3VA het leuk vond om met de ELO te werken en de 3MA klas minder tot niet leuk vond. In mijn observaties kwam dit ook al tot uiting als je bedenkt dat klas 3MA er moeite mee had om hiermee te beginnen.

In de enquête was ook gevraagd naar de leerstijl. De verdeling was als volgt: 64% dromers, 15% doeners, 18% denkers en 3% beslisser. Veel dromers ten opzichte van de andere leerstijlen. Aangezien in het huidige ontwerp leeractiviteiten voor dromers ontbreekt, kan dat dus ook verklaren waarom er zoveel leerlingen moeite mee hadden. De vraag is dan of dit een probleem is. Hoewel je hiermee waarschijnlijk enthousiasme en motivatie vermindert, is het ook zo dat leerlingen juist de andere leerstijlen ook moeten leren toepassen. Kolb zegt namelijk dat je voor een goede kennisconstructie alle leerstijlen moet doorlopen. Dus de dromers moeten hiermee uit hun comfortzone komen en dan is het logisch dat dat als niet leuk wordt ervaren.

VIDEO

DUIDELIJK

Een belangrijk aspect van deze didactische werkvorm(en) met behulp van de ELO is de video-instructie, zeker bij het volledig weglaten van klassikale instructie. Daarom is het belangrijk dat de instructies duidelijk en volledig zijn. In de enquête heb ik hier dus ook naar gevraagd. Wat betreft duidelijkheid waren beide klassen het unaniem eens dat de video's duidelijk waren, zie grafiek (Figuur 16).

Ik heb ook gevraagd of ze zelf ideeën hebben om de video's duidelijker en beter te maken. Hier volgt een selectie van gegeven reacties.

Uit klas 3MA:

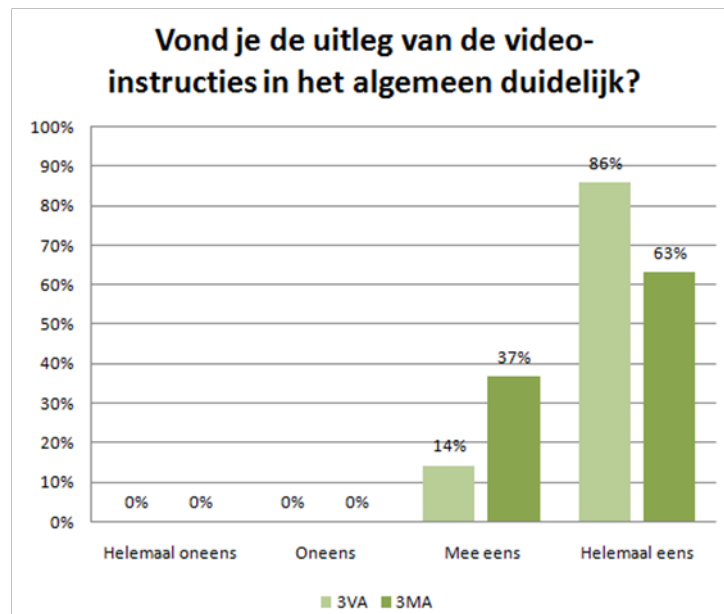
- “Nee. Ze functioneren naar behoren. “
- “Iets sneller, het was heel langdradig”
- “Ze gewoon afschaffen kan natuurlijk ook? :)”
- “Geen video's”
- “Meer enthousiasme”

Uit klas 3VA

- “is goed zo”
- “Een plat papiertje gebruiken in plaats van een schrift, als u begon te schrijven werd het schrift iets naar beneden geduwd, wat een beetje een vervelend effect geeft.”
- “kleuren van de belangrijke dingen dat was heel handig ik vond de video's zeer geslaagd ik hoop ook dat we er volgend jaar mee verder gaan.”
- “ietsjes sneller uitleggen”
- “Muziekje erbij ;p”
- “eigenlijk niet. De uitleg op de video's zijn best wel goed. ik vind het best wel een goede leer methode.”
- “nee, ik vond het eigenlijk wel fijn zoals het ging. misschien is het een idee om ook een oefen opgave te maken tijdens de uitleg”
- “MUZIEK! :)”

Een paar opmerkingen vind ik opvallend. Sommigen wilden geen video's wat ik niet helemaal serieus kan nemen, ik vroeg immers om verbeteringen van de video-instructies. Muziek erbij wordt genoemd. Dat lijkt me voor instructie ongeschikt, maar misschien dat een zacht achtergrond deuntje voor extra concentratie kan zorgen. Dan zou ik wel zo willen inrichten dat ze dit muziek zelf uit moeten kunnen zetten.

Een leerling vraagt om meer enthousiasme. Wat betreft enthousiasme heb ik in de theoretische analyse (blz. 10) genoemd dat ik dit wilde loskoppelen van deze vorm van instructie. Het gaat nu



Figuur 16 Duidelijkheid video's

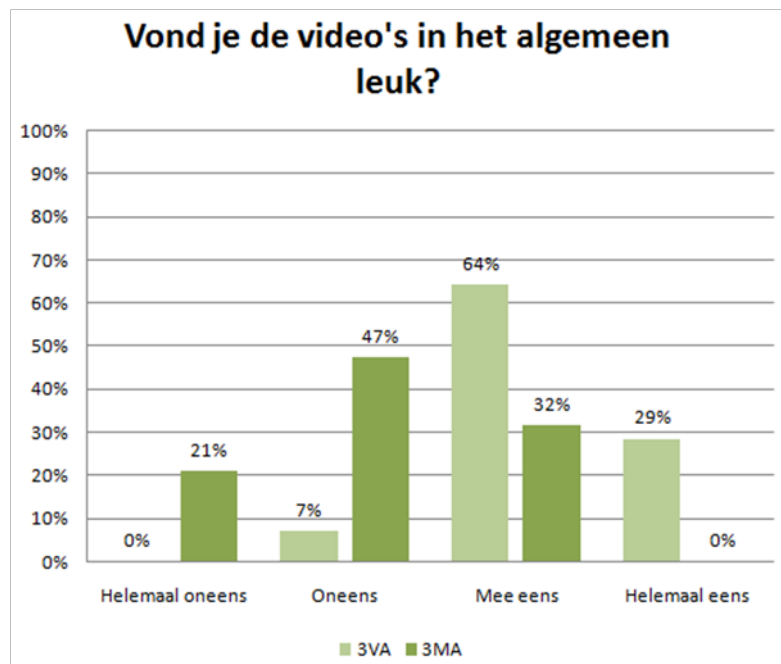
puur om de instructie van kennis en vaardigheden. Ik kan me wel voorstellen om motiverende video's in te passen die onderwerpen introduceren of die extra (achtergrond) informatie geven. Dit zouden dan documentaireachtige video's worden en/of demonstraties die nieuwsgierigheid opwekken.

De tweede genoemde opmerking uit klas 3VA gaat over het gebruik van een plat papiertje. Deze leerling bedoelde dat de video soms niet scherp was. De gebruikte camera was ingesteld op autofocus en daardoor kan het zo zijn als ik met mijn handen in beeld kwam dat de camera ging scherpstellen op mijn handen. Dat was verder niet dramatisch, omdat het daarna het papier wel weer scherp in beeld kwam. Het zou natuurlijk wel, bij een voortzetting van dit systeem, prettiger zijn voor een vaste focus van de camera. Ik kon dit niet instellen in mijn camera.

Twee andere leerlingen vragen om meer snelheid, omdat het blijkbaar als langdradig wordt ervaren. Dit heb ik ook ondervraagd in de enquête. Het blijkt dat de 3MA klas wat dit betreft verdeeld is, van 52% mag het sneller. Bij 3VA is dit 35%. Daarnaast vond bij 3VA dat 93% de instructie noch te snel noch te traag vond gaan. Daaruit leid ik af dat het blijkbaar 'precies' goed was. Bij 3MA vond 16% het te snel gaan. Dat is wel opvallend, omdat dat bij 3VA maar 7% is. Aan de andere kant vond 42% het te traag gaan. Dus voor masterclass 3MA was het dus in ieder geval niet precies goed. Voor 3MA was het namelijk ook voor 63% te saai en bevestigt dus dat video's voor deze doelgroep niet helemaal goed is. Voor 3VA komt een ander beeld naar voren, daar vond 86% het niet saai. Eigenlijk bevestigt dit ook weer dat voor deze groep de video's goed genoeg waren. Bekijk de bijlage voor deze resultaten van de enquête.

LEUK

We weten nu dat de video's wel duidelijk werden gevonden. Daarnaast heb ik ook gevraagd of ze het als leuk hebben ervaren. Een zekere maat of ze er enthousiast van werden. Naar aanleiding van het verhaal hiervoor is het logisch dat 3MA dit minder leuk zou hebben gevonden. Dit komt ook terug uit de vraag in de enquête, zie grafiek (Figuur 17). Maar 32% van 3MA vond de video's leuk, terwijl 3VA 93% (64%+29%) het leuk vond. Een behoorlijk verschil. Misschien kan je zeggen dat bij 3VA dit een verschijnsel van het leuk vinden van iets nieuws is. Bij 3MA speelde dit volgens mij helemaal niet.

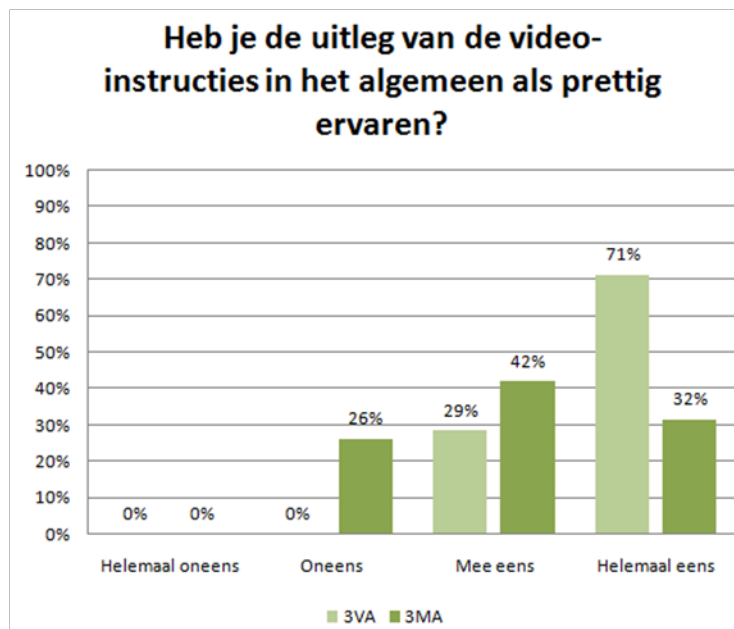


Figuur 17 Video's als leuk ervaren?

PRETTIG

Aan de andere kant heb ik ook gevraagd of ze de video's als prettig hebben ervaren, zie grafiek (Figuur 18). Dan is zelfs bij 3MA 74% (42%+32%) het eens. Blijkbaar speelt er nog maar sec de inhoud van de video's. Wellicht dat dit verklaart kan worden met de zelfdeterminatietheorie.

Video-instructies geeft immers wel meer autonomie dan klassikale instructie. Ze kunnen zelf bepalen hoe en wanneer de video's bekeken kunnen worden. Bij 3VA wordt het zelfs unaniem als prettig ervaren. Je zou kunnen verwachten dat bij een masterclass leerling meer behoefte is aan autonomie. Dan staat daar tegenover dat daar toch 21% het niet als prettig heeft ervaren. Dat kan uiteraard ook andere oorzaken hebben.

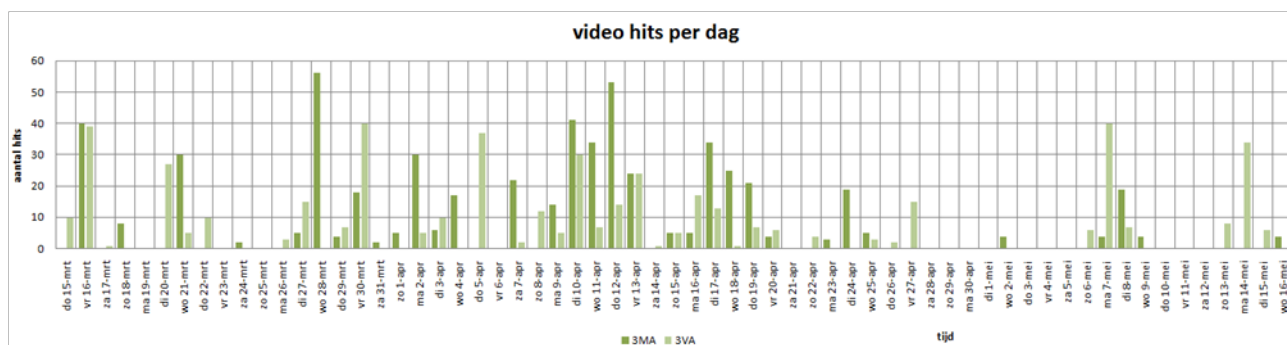


Figuur 18 Video's als prettig ervaren?

HITS

Hieronder zie je in de grafiek (Figuur 19) het aantal hits op video's per dag per klas. Je ziet duidelijk dat klas 3MA in de eerste week ook al 40 hits maakte tijdens de eerste les. Ook zie je dat in het begin eigenlijk alleen tijdens de les(dagen) wordt gekeken naar de video's. En dat later ook op andere dagen de video's worden bekeken. De lesdagen zijn di, do en vr voor 3VA en wo en vr voor 3MA. Wat daarom wel opvalt is dat er voor klas 3MA in het eerste weekend al met 8 hits gekeken wordt naar de video's.

Een ander punt dat het nut van video-instructies laat blijken is de toename van hits voor de geplande SO's en PW's. Voor 3VA was het SO op 8 mei en het PW op 15 mei en voor 3MA was het SO op 9 mei en het PW op 16 mei. De hits op de datum zelf zijn allemaal tot voor het toetsmoment nog bekeken. Soms zelfs tot 10 minuten van te voren.

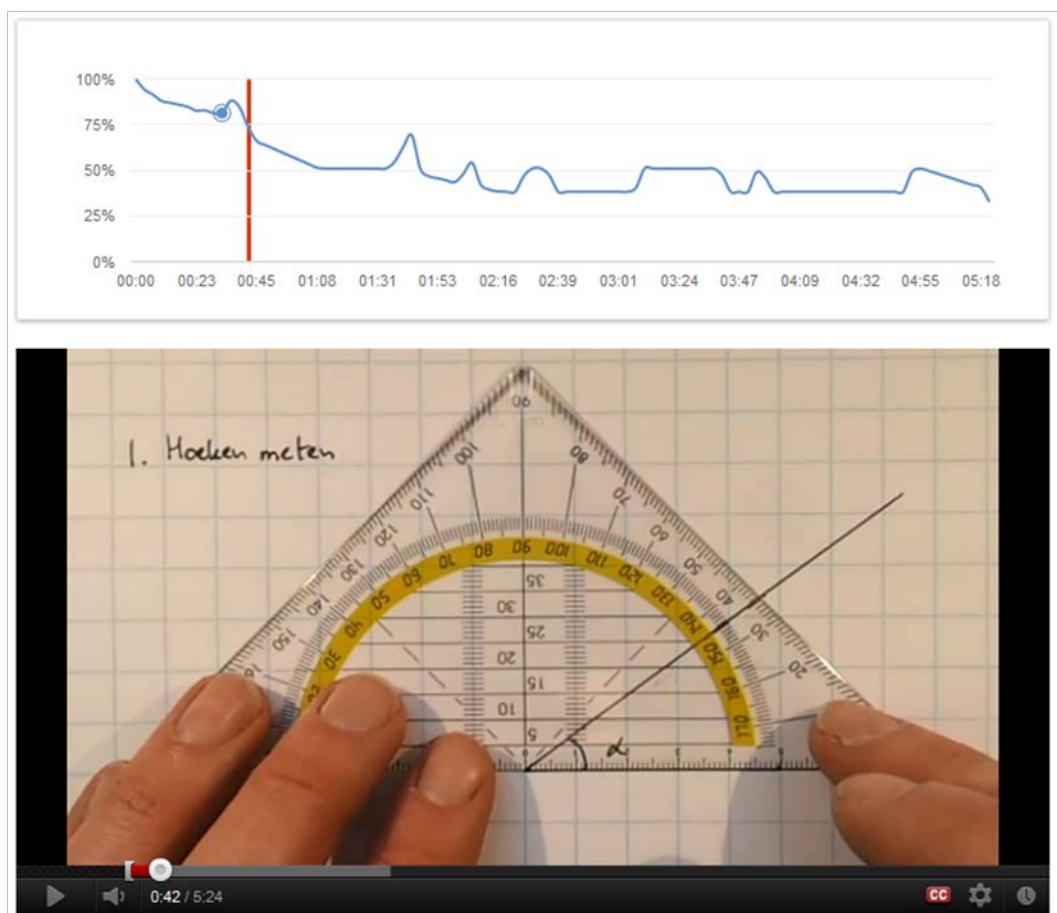


Figuur 19 Videohits per dag

VIDEO-ANALYSE

Indien je video's op youtube plaatst zoals ik gedaan had voor dit ontwerp, krijg je een krachtig analysetool cadeau. De video's kunnen met youtube geanalyseerd worden op kijkersloyaliteit. Dat is zeg maar de kijkdichtheid per seconde gemeten. Je krijgt dan een grafiek zoals in Figuur 20 weergegeven. Dus als iedereen een video volledig bekijkt dan zou die over de hele kijktijd een 100% score moeten geven en dus een horizontale grafiek. Nu zie je ook hobbels in de grafiek, dat zijn momenten waarop er dus meer gekeken wordt naar dat specifieke stukje video. Dat kan komen doordat er vooruit of teruggespoeld wordt. Hierdoor is het mogelijk dat je boven de 100% uitkomt als iedereen de video dus uitkijkt, waarbij tussendoor meer dan eens wordt teruggespoeld.

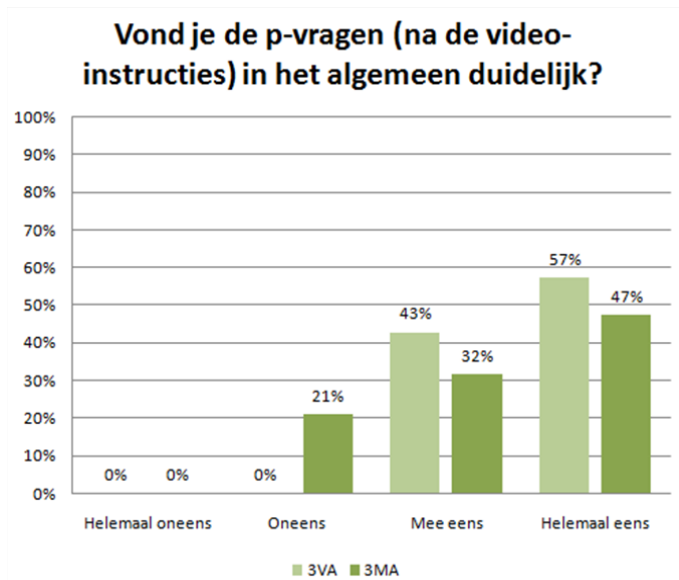
Het mooie is nu dat je de hobbels in de grafiek kan aanklikken en meteen het bijbehorende stukje video te zien krijgt. De rode balk geeft het tijdstip (in dit geval 42 seconden) aan van de video. Die hobbels kunnen mijn inziens twee dingen betekenen. Het kan zijn dat daar iets behandeld wordt wat leerlingen moeilijk vinden, maar het kan ook zijn dat dat stukje instructie niet duidelijk wordt behandeld. Uiteraard als het moeilijke materie betreft, wordt de scheidslijn van duidelijk behandelen en begrijpen wel wat moeilijker, omdat dan het intellect van de kijker/leerling een rol gaat spelen. Een interessante vervolgvraag zou dan nog kunnen zijn of verschillende mensen die een verschillende leerstijl of meervoudige intelligentie bezitten gebaat zouden zijn bij verschillende manieren van uitleggen. Als dat het geval zou zijn dan zou je in de methode dus diverse instructies moeten opnemen die tegemoet komt aan de leerstijl en/of meervoudige intelligentie van de leerling, waarmee diens kennisopname verbetert.



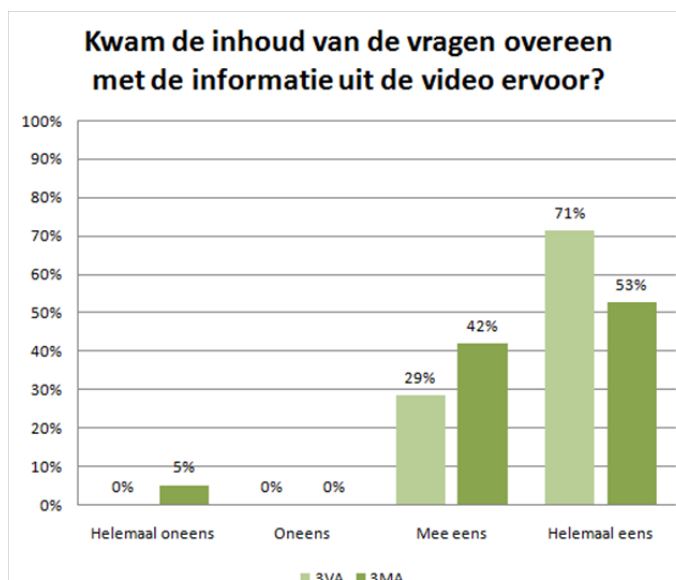
Figuur 20 Kijkersloyaliteit van een video

P-VRAGEN

Net als bij de video-instructie wilde ik weten of de p-vragen duidelijk waren. Dit werd gelukkig door de meeste als duidelijk gezien, zie grafiek (Figuur 21). Alleen bij 21% van de 3MA klas werd het als onduidelijk ervaren. Dit zou volgens mij te maken kunnen hebben gehad met technische problemen. Er werd bij de 3MA klas meer geklaagd over dergelijke problemen. Dat had te maken met het feit deze klas met de iPad werkte. De vragen (die met hot potatoes (Hot Potatoes, 2011) gemaakt waren en die vervolgens geïntegreerd werden in Moodle kwamen soms niet direct zichtbaar in het scherm. Een refresh van de browser liet vervolgens de vragen wel tonen. Ook waren er matching opdrachten die met Flash werkte. Dit heb ik aangepast in dropdownlijstjes, waardoor ze het wel op een iPad konden toepassen. Deze dropdownlijstjes hebben als nadeel dat ze bij elke gevraagd item alle mogelijke antwoorden worden getoond, terwijl je bij de Flashvariant het juiste antwoord sleept naar het gevraagde item, daarmee verdwijnt deze uit de keuze mogelijkheden. Op een gewone PC werden deze problemen niet ervaren en 3VA werkte voornamelijk op een PC.



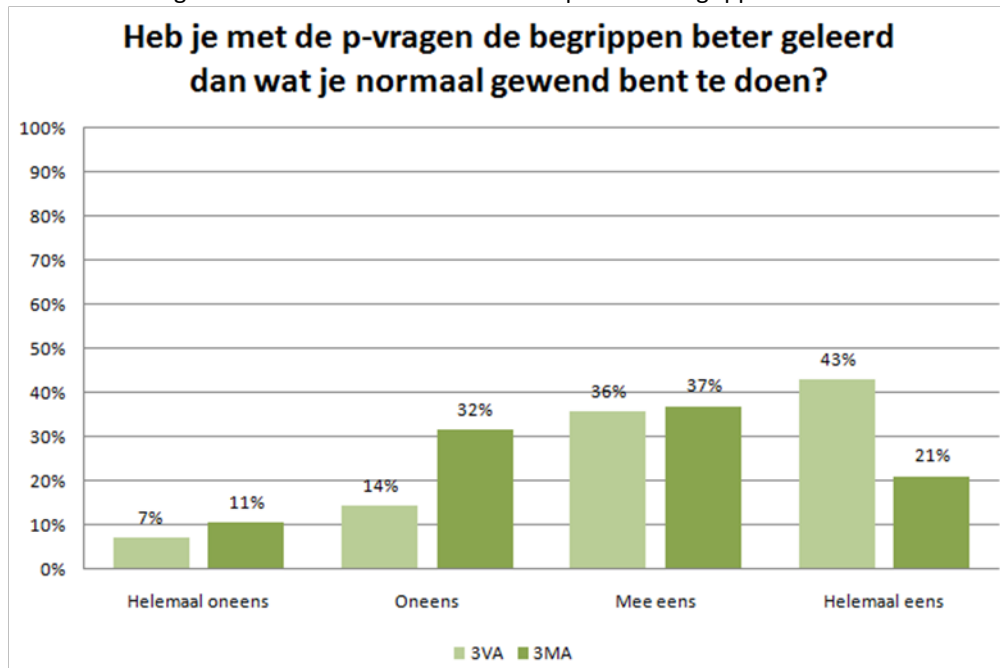
Figuur 21 Duidelijkheid P-vragen



Figuur 22 Overeenstemming inhoud video met de P-vragen

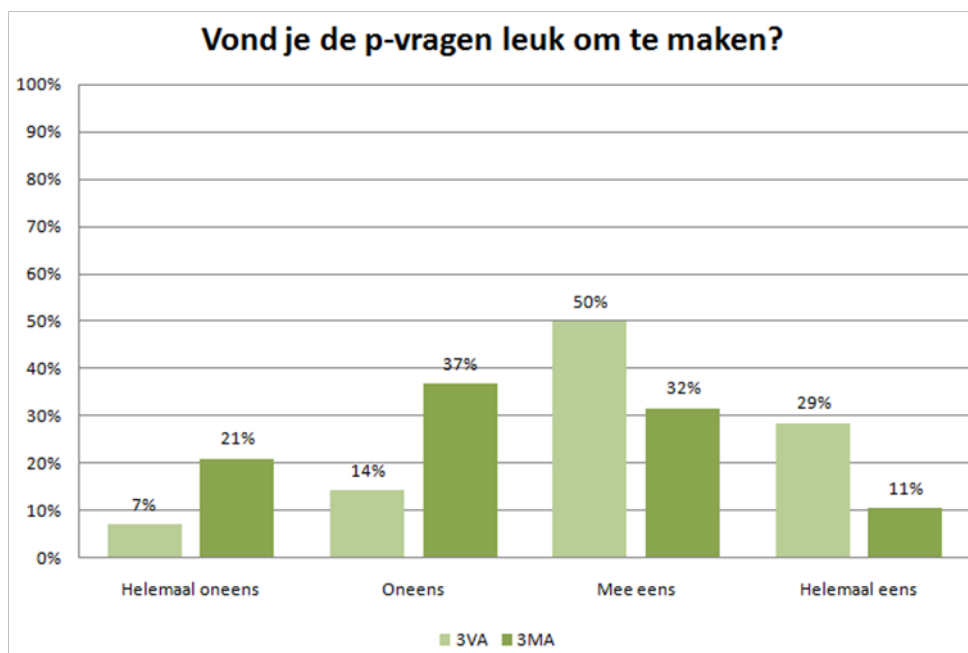
Vervolgens moet de inhoud natuurlijk overeenstemmen met de zojuist getoonde instructie en informatie uit het boek. Dit werd, gelukkig, bijna unaniem zo gezien, zie grafiek (Figuur 22). Wel geeft 5% van de 3MA klas aan hier helemaal niet mee eens te zijn, 19 leerlingen van 3MA hadden de enquête ingevuld. Dat betekent dat het hier om een leerling gaat. Ik kon geen reden achterhalen waarom deze leerling dit totaal niet vindt, terwijl de rest er toch over eens is.

Of ze met deze vragen ook de begrippen beter leren dan normaal (Figuur 23), is klas 3VA het met 79% (=36%+43%) het eens en bij 3MA is dat ook nog meer dan de helft namelijk 58% (=36%+21%). Dus het merendeel van de leerlingen hebben wel het idee dat het helpt om de begrippen zo beter te leren.



Figuur 23 Begripsvorming door P-vragen

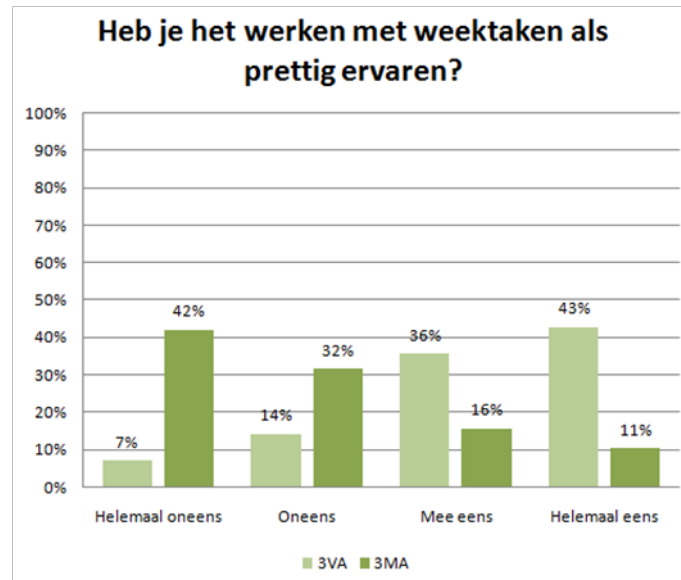
Of ze de vragen ook als leuk hebben (Figuur 24) ervaren zie je wel dat dit een verschil geeft met wat ze er aan hebben (Figuur 23). Bij beide klassen zie je duidelijk dat ze het minder leuk vinden dan dat het nuttig is. Toch is bij 3VA nog 79% het eens, waarbij maar 29% het helemaal mee eens is. Ze blijken dus wel de noodzaak er van in te zien van deze vragen. Indien je het nut ervan inziet is dat volgens mij altijd nog meer motiverend dan als dat niet het geval is. Om de vragen interessanter te maken zou je een meer interactieve vorm kunnen kiezen. Bijvoorbeeld 'meten' aan applets, waarbij ze de beeldsafstand moeten meten en aangeven in de tekening met een lijn welke afstand dit dan betreft.



Figuur 24 Ervaring P-vragen

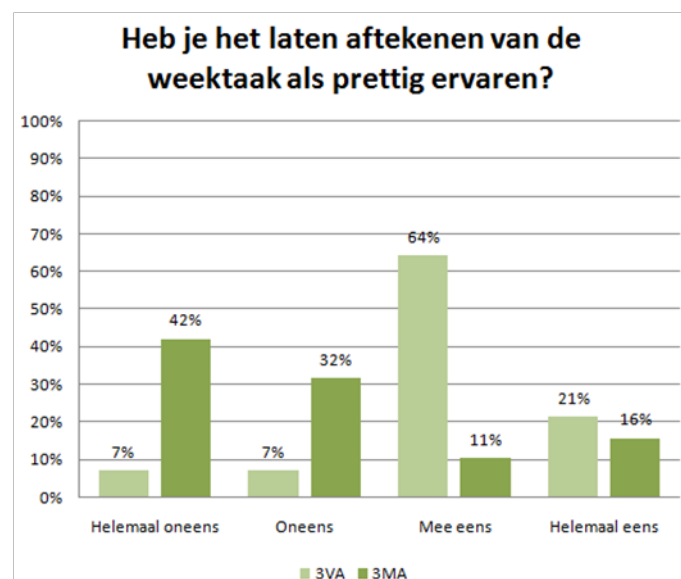
WEEKTAKEN

De ervaring van de weektaken laat goed het verschil zien tussen de twee klassen, zie Figuur 25. De klas 3VA ervaart het grotendeels (79%=36%+43%) als prettig tegenover 27% (16%+11%) van klas 3MA.



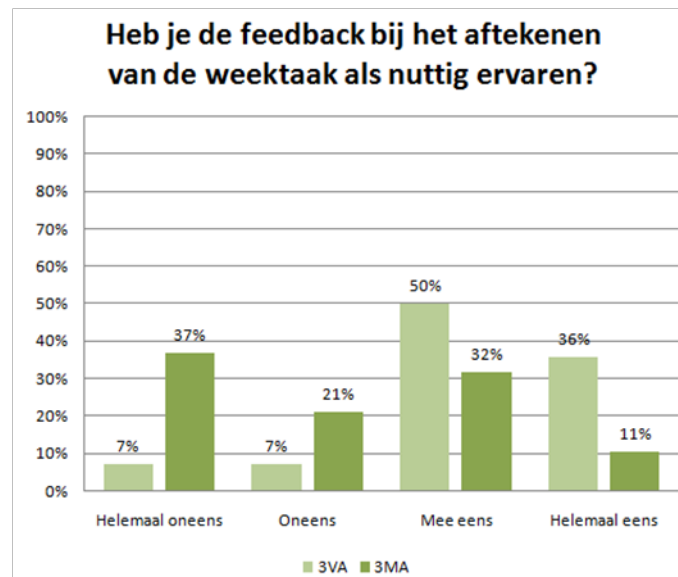
Figuur 25 Weektaken

Zoals eerder aangegeven kwam klas 3MA moeilijk op gang en was ik gedwongen om het aftekenen van weektaken in te voeren, daarom heb ik ook gevraagd wat ze van het aftekenen vonden, zie Figuur 26. Hier zie je dat het door klas 3VA eigenlijk niet als vervelend werd ervaren. Dit kan komen omdat zij geen last hadden van een wachtlijst voor het aftekenen. Ze gingen er in principe gewoon mee aan de slag en hadden daardoor geen achterstand. Klas 3MA geeft aan dit wel als onprettig te hebben ervaren. Wellicht dat het aftekenen zelf als zodanig wordt ervaren en niet zo zeer het werken met weektaken. In mijn ogen komt het neer dat ze meer moesten doen dan anders. Hier kom ik later op terug.



Figuur 26 Aftekenen weektaken

Bij de vraag of ze de feedback als nuttig hebben ervaren wordt dit bij 3VA positief bevestigd met ongeveer hetzelfde percentage als het werken met de weektaak zelf, zie Figuur 27. Zelfs bij 3MA wordt de feedback toch aangegeven met een hoger percentage in positieve zin als in vergelijking met het werken in weektaken. Toch wel verassend dat ze daar dan wel het nut van inzien.



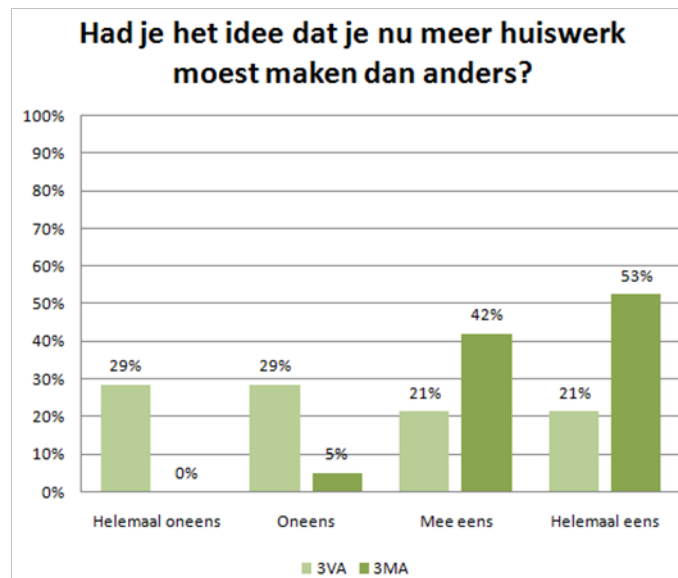
Figuur 27 Feedback weektaken

Maar het krijgen van cijfers voor de weektaak (Figuur 28) werd door 3MA absoluut als negatief (68% = 42% + 26%) beoordeeld. Terwijl dit voor 3VA wel weer als behoorlijk positief (71% = 7% + 64%) wordt ervaren. Blijkbaar ziet 3VA hier de kansen van in om door te werken aan natuurkunde dat je daarmee je gemiddelde cijfer op kan halen bijvoorbeeld. Aan de andere kant ziet 3MA wellicht om dezelfde reden, maar dan omgekeerd, het nadeel van deze methode in. Je moet nu werken om je cijfer hoog te houden, terwijl dat in de traditionele manier van werken niet hoefde. Dit sluit ook weer aan bij het idee dat ze meer moeten doen, wat ze liever niet willen. Ze behaalden immers al goede resultaten zonder extra inspanning die ze nu wel moeten leveren.



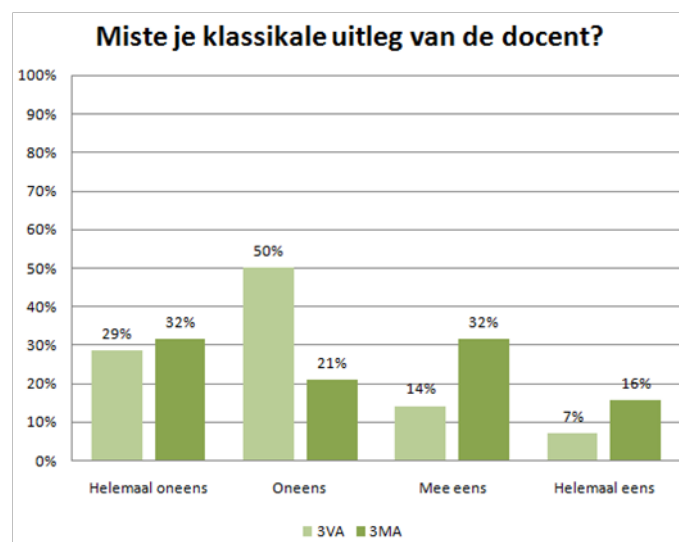
Figuur 28 Beoordeling van weektaak

Om deze reden heb ik ook de vraag gesteld of ze inderdaad het gevoel hebben of ze meer huiswerk moesten maken dan anders, zie Figuur 29. Hier zie je duidelijk dat 3MA bijna unaniem dit gevoel heeft (95% = 42%+53%), terwijl klas 3VA het gevoel heeft dat niet per se het geval is. Daar geeft 58% zelfs aan het er oneens mee te zijn. Dus dat zou betekenen voor deze leerlingen dat het niet per se als meer huiswerk wordt ervaren. Dit bevestigt wel het beeld dat klas 3VA standaard meer aan zijn huiswerk doet dan 3MA.



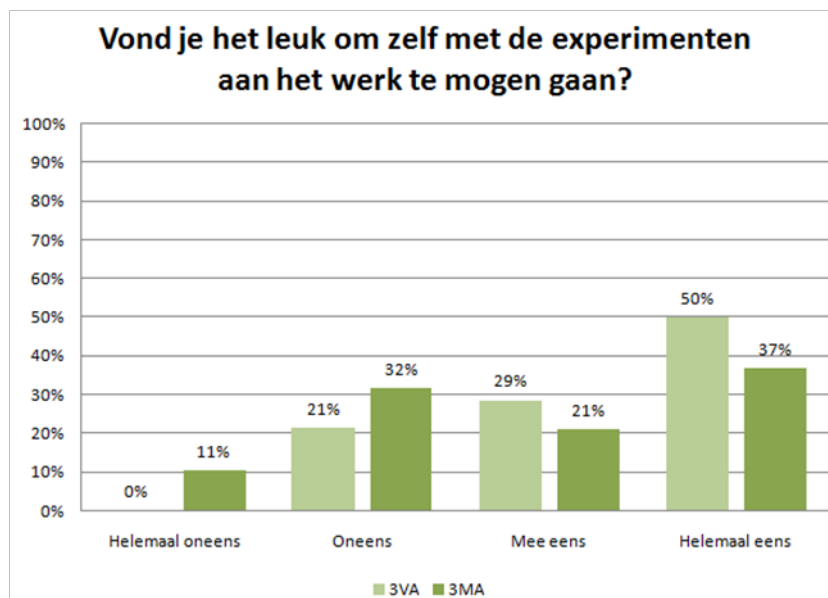
Figuur 29 Meer huiswerk

In klas 3MA was ook een leerling die aangaf klassikale uitleg te missen van de docent. Daarom leek het me relevant deze vraag te stellen in de enquête, zie Figuur 30. Opvallend vind ik wel dat hieruit blijkt dat 3MA relatief graag klassikale uitleg wil in vergelijking met 3VA. Hoewel bij 3MA de mening hierover ongeveer fifty-fifty verdeeld is, geeft klas 3VA dit eigenlijk niet echt te missen. Als je bedenkt dat de leerlingen uit 3MA over het algemeen meer begaafd zijn dan die uit 3VA, is het opmerkelijk dat zij niet voldoende aan de video instructie zouden hebben. Ook hier denk ik dat het ligt aan de extra inspanning die het vergt ten opzichte van bijvoorbeeld ontspannen een uitleg volgen van de docent. Aan de andere kant is het ook opmerkelijk dat 3VA laat blijken dat klassikale uitleg geen extra toegevoegde waarde heeft.



Figuur 30 Klassikale instructie

Als laatste heb ik ook nog de vraag gesteld of ze het leuk vonden om zelf met de experimenten aan de slag te gaan, zie Figuur 31. Dit wordt behoorlijk positief ($79\%=29\%+50\%$) ervaren door 3VA zoals in overeenstemming met het beeld dat deze klas al eerder liet zien. Het merendeel, $58\% (=21\% + 37\%)$, van klas 3MA laat hier ook blijken het wel leuk te vinden. Er is wellicht wat hoop dat ook begaafde leerlingen het werken met een dergelijk systeem zien zitten. Let wel dat dit systeem behoorlijk wat autonomie oplevert, wat je ook terugzag bij het als prettig ervaren van de video-instructies.



Figuur 31 Zelf experimenteren

HEB JE IDEEËN HOE HET WERKEN MET WEEKTAKEN BETER ZOU KUNNEN?

Ik heb ook nog wat open vragen gesteld over het werken met weektaken. Ik vroeg onder meer wat er aan verbeterd zou kunnen worden. Door 3MA werd hier behoorlijk negatief op geantwoord met bijvoorbeeld “Afschaffen die handel!”. Hoezeer ik ook begrijp dat ze het niet als prettig hebben ervaren, kan ik eigenlijk ook zeggen dat school niet altijd leuk hoeft te zijn en dat er wel degelijk energie in gestoken moet worden om het geleerde te automatiseren. In paragraaf “Intelligentie en leren” (blz. 16) kan je vanuit het kwadrantenschema begrijpen dat begaafde leerlingen vaak meteen in het kwadrant bewust bekwaam zitten (BB), maar dat ze nog wel moeten oefenen (automatiseren) om in onbewust bekwaam terecht te komen. Het is hierbij wel zaak dat deze leerlingen eerst wel moeten ervaren dat ze ook bewust onbekwaam zijn, zodat ze ervaren waarom ze door moeten gaan met leren. Dus meteen afschaffen zou ik niet doen, begaafde leerlingen moeten ook gaan ervaren wat het kan op leveren. Daarvoor moet er wel degelijk gedifferentieerd gaan worden in opdrachten die ze niet meteen doorzien, maar wel moeten afronden. Verder zijn dergelijke opmerkingen weinig constructief van aard voor mij om er wat mee te kunnen. Het blijft nu een beetje gissen.

Verder wordt er door leerlingen uit 3MA opgemerkt dat ze veranderingen willen in het aftakensysteem, dat de weektaken kleiner moet zijn en dat ze er geen cijfer voor willen hebben. Dit bevestigt wel het beeld dat ook uit de enquête naar voren is gekomen.

Klas 3VA geeft wederom een positiever beeld en meer constructieve opmerkingen waar ik rekening mee kan houden bij aanpassingen in het ontwerp en de toepassing ervan. Er zijn daarnaast ook een paar negatieve opmerkingen geplaatst.

- “als je niet laat aftekenen dat je geen 1.9 krijgt!!!”
- “Nog even over de vraag of ik de klassikale uitleg had gemist: Door de video's kreeg ik meer uitleg binnen en kan ik op elk moment nog eens naar die uitleg kijken, wat normaal niet kan. Misschien is het handig om een soort oefenproefwerk op de pc te laten maken aan het eind van de 4/5 weken, dat was wel gedaan met de p-vragen maar dat waren meer de vragen over het video'tje en niet 'echte' proefwerk vragen zoals we gewend zijn.”
- “Gewoon zo houden met de video's en etc.”
- “nee, maar ik moet het zelf goed bij houden.”
- “het zou wel handig zijn als je in de les wel goed wat kan vragen en ik heb nu ervaren dat ik niet alles kon vragen wat ik wou.”
- “Nou ik vond het heel relaxt, alleen de computers hier op school zijn heel sloom..”

HEB JE REDENEN WAAROM JE NIET ZOU WILLEN WERKEN MET WEEKTAKEN?

Op deze vraag werd door 3MA gereageerd met de volgende opmerkingen (eronder staat een reactie van mij).

- “Het is een rot programma, als je achterloopt moet je 6 uur in de week bezig met natuurkunde”
 - Dit had dus te maken met het feit dat ze niet meteen aan de slag waren gegaan.
- “De weektaken waren te groot en onduidelijk”
 - Uit het feit dat 3VA en een paar leerlingen uit 3MA wel degelijk er mee uit de voeten konden is dit een ongegronde reden.
- “geen tijd, lagere cijfers, onduidelijkheid, werkt niet goed, niemand wil het,”
 - Voor mij geen constructieve bijdrage.

Uit klas 3VA kwamen de volgende opmerkingen:

- “Veel dingen die in de weektaak voorkomen kan ik al en heb ik dan geen zin om nog een keer hetzelfde te gaan doen”
 - Kijk deze opmerking is veelzeggend. Hier zie je dat er wel degelijk gedifferentieerd moet worden naar een hoger niveau. Dit is trouwens een opmerking die je zou verwachten uit klas 3MA.
- “Eigen keuze of je HW gaat maken en dan krijg je er een 1.9 voor en is je gemiddelde kapot”
 - Deze leerling vindt het een eigen keuze of je huiswerk maakt. Dat is inderdaad het geval, maar dan moet een leerling ook de consequenties hier van accepteren. Dat kan zijn het over doen van hetzelfde leerjaar.
- “Ik vind het zelf gewoon minder fijn om te moeten wennen aan een ander systeem dan ik gewend ben. Met alle andere vakken werken we nog met klassikale uitleg, en huiswerk zoals gebruikelijk.”
 - Dit is ook een belangrijke opmerking. Leerlingen kunnen het blijkbaar wel lastig vinden om of er aan te wennen aan een ander systeem of verschillende systemen door elkaar te ervaren.
- “Nee, ik heb het als positief ervaren, me enige reden om niet eraan te werken is dat de pc traag opstarten, maar als de middelen wat sneller zijn of al eerder opgestart zijn, dan zou ik er wel aan mee willen werken.”
 - Technische problemen proberen te voorkomen
- “nee, het is wel goed zo”

- “nee, ik vond het eigenlijk heel prettig. ik vind het namelijk zonder weektaak wel lastig om te snappen wat het huiswerk is en met weektaak kon ik dat gemakkelijk bekijken.”
 - o Blijkbaar geef ik normaal niet altijd even duidelijk aan wat het huiswerk is.

ALS JE NOG IETS KWIJT WILLEN OVER DEZE 'NIEUWE' MANIER VAN WERKEN
WAT NIET IN DE VRAGEN AAN DE ORDE IS GEKOMEN, DAN KAN JE DAT
HIERONDER NOTEREN.

Deze vraag gaf uit 3MA de volgende opmerkingen:

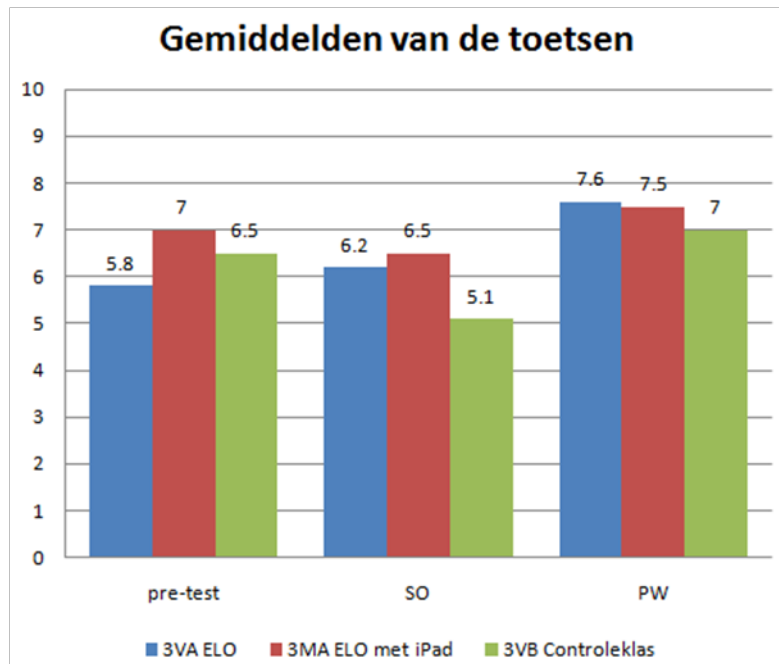
- “Ik vond het prettig werken”
 - o ?? Blijkbaar toch iemand uit 3MA die het prettig vond.
- “Het is onhandig en dingen werken niet”
 - o Soms werkte niet alles op de iPad. Op de computer werkt het wel altijd. Maar goed, deze klas had een iPad tot hun beschikking.
- “Niet doen. Huiswerk opgeven maar niet verplichten”
 - o Dit lijkt me een niet reële opmerking. Wat is anders het nut van school?
- “Wel leuk dat je cijfers krijgt voor je inzet en huiswerk maken”
 - o Precies een omgekeerde reactie.
- “Het werkt niet en is echt heel vervelend.”
 - o Geen constructieve bijdrage.

Uit 3VA kwamen de volgende opmerkingen:

- “Ik zou bijvoorbeeld goed gebruikte forums maken waar je ideeën kwijt kunt en met anderen kunt discussiëren”
 - o Kijk een mooie constructieve bijdrage waar je wat mee kan. Dit is inderdaad een idee waar ik zelf ook al aan gedacht, maar even goed blijkbaar wel een goed idee om in te zetten.
- “Nope, over het algemeen wel een chill systeem.”
- “het is een goeie methode, en ik zou er het liefst in de bovenbouw mee verder willen gaan.”
 - o Een leerling die helemaal om is om zo te werken.
- “Ik vind het een goede oplossing voor mensen die natuurkunde misschien iets saaier vinden. Nu blijft het wel interessant!”
 - o Ook een interessante opmerking. Blijkbaar wekt het wel interesse op.

TOETSEN

In het diagram (Figuur 32) zie je de gemiddelden van de summatieve toetsen die bij alle klassen is afgenomen. Bij de pre-test (een toets die veel inzicht toetste) zie je dat klas 3VA het laagst scoort en 3MA het hoogst. Dit beeld wordt qua niveau ook zo gezien door mijn collega's, dus dit geeft waarschijnlijk een reëel beeld van het verschil in niveau tussen de klassen. Het SO over het onderwerp optica, wat ook een inzichtelijk lastige toets was geeft daarentegen een ander beeld. Waarbij klas 3VA in vergelijking met 3VB aanzienlijk beter gescoord heeft. Klas 3MA heeft wel het beste gescoord, maar 3VA zit daar toch dicht in de buurt. Klas 3VB heeft feitelijk slecht gescoord op deze toets met een gemiddelde van 5,1.



Figuur 32 Gemiddelden van de toetsen

Het proefwerk werd aanzienlijk beter gescoord dan het SO. Dit kwam doordat het PW relatief makkelijkere vaardigheden toetste. Het onderdeel wat in het SO zat, zat weliswaar ook in het PW verwerkt, maar had natuurlijk een veel kleiner aandeel in de hele toets. Verder zie je dat klas 3VB een behoorlijke inhaalslag heeft gemaakt. Het heeft relatief gezien een veel hoger cijfer gescoord ten opzichte van het SO in vergelijking met de twee ELO klassen. Dit laat zien dat deze klas inderdaad tot goede prestaties in staat is. Echter is het gemiddelde van het PW wel minimaal een half punt lager dan de ELO klassen. Waarbij klas 3VA zelfs het hoogste scoort. Of dit nu komt door het nieuwigheideffect laat het in ieder geval zien dat het niveau behouden kan blijven, om op deze manier te werken.

Uit de resultaten van SPSS (Figuur 33) komt ook direct naar voren dat de deelname aan de ELO een sterke invloed heeft op de resultaten van het gemiddelde cijfer naderhand (Dit gemiddelde cijfer is voor zowel de ELO klassen als de controleklas op dezelfde manier berekend, dus zonder de cijferresultaten van de P-vragen en de weektaken). De variabele VAR00001 staat voor deelname aan de ELO (35 leerlingen van 3VA en 3MA) of niet (21 leerlingen van 3VB). Je ziet een sigma waarde van 0,013 wat betekent dat er een grote mate van significantie is voor de invloed van de ELO op de gemiddelde cijferresultaten.

Between-Subjects Factors		
		N
VAR00001	,00	21
	1,00	35

Tests of Between-Subjects Effects		
Dependent Variable: gem. na OvOcorr		
Source	F	Sig.
Corrected Model	24,799	,000
Intercept	43,027	,000
pretest	44,293	,000
VAR00001	6,627	,013

Figuur 33 SPSS resultaat wat betreft deelname ELO

Vervolgens, als je alleen de gegevens van de ELO klassen bekijkt met behulp van SPSS(Figuur 34), zie je dat de invloed van de variabele Zelfstandig ook significant is (Sigma 0,056) op de resultaten. Wat feitelijk niet zo verassend is. De variabele Zelfstandig is het cijferresultaat van de weektaken en geeft dus aan of er überhaupt gewerkt is. Als je niet werkt dan kan je normaal gesproken nooit een goed resultaat halen en als je wel gewerkt hebt dan kan je ook een beter resultaat halen. De invloed van de P-vragen laten met een sigma van 0,147 een zekere mate van invloed zien, maar het moeilijk te zeggen of dit significant is. Als je de onderlinge correlaties met SPSS bekijkt (Figuur 35) dan zie je bij de correlatie tussen Zelfstandig en P-vragen een lage sigma van 0,002. Maar dat betekent feitelijk dat degene die zelfstandig goed gewerkt hebben over het algemeen ook goede resultaten hebben gehaald voor de P-vragen en dat zegt nog niks over de werking van de P-vragen zelf, maar wel of iemand er voor gewerkt heeft.

Source	F	Sig.
Corrected Model	9,293	,000
Intercept	18,089	,000
pretest	25,158	,000
Zelfstandig	3,926	,056
Pvragen	2,215	,147

Figuur 34 SPSS resultaat - invloed weektaken en P-vragen

Ook als je kijkt naar de correlatie tussen de verhouding_videos en verhouding_pvragen (verhoudingen in aantal keer bekeken/gemaakt per video/pvragen) dan is daar een sigma van 0,004. Wat volgens mij ook alleen maar betekent dat degene die meer video's heeft bekeken ook meer p-vragen heeft gemaakt en omgekeerd. Dat betekent, terugkijkend op de invloed van de zelfstandigheid in Figuur 34, dat de tijdsbesteding aan het vak hier weer de basis is van de goede resultaten.

Correlations			
Control Variables			
		P-vragen	verhouding_videos
pre-test	Zelfstandig	Correlation	,522
		Significance (2-tailed)	,002
		df	32
	verhouding_pvragen	Correlation	,484
		Significance (2-tailed)	,004
		df	32

Figuur 35 SPSS resultaat - onderlinge correlaties

CONCLUSIES EN DISCUSSIE

Het doel van dit ontwerponderzoek was of het mogelijk is een digitaal systeem te ontwerpen dat leerlingen met meer zelfstandigheid, uitdaging en plezier aan het werk laat gaan, zonder dat het vakinhoudelijke niveau lager wordt. Dit lijkt voor klas 3VA aardig gelukt met zelfs een verbetering in niveau. Voor 3MA lijkt het ontbreken van plezier het zelfstandig werken in de weg te staan en daarmee ook de kans om uitdagende opdrachten te maken. Hoewel dit laatste nog niet geïntegreerd was in het systeem.

Ik heb, zoals beoogd, een ELO neergezet (over een heel onderwerp/hoofdstuk optica gedurende een aantal weken van het begin tot eind behandeld), waarin weektaken met video-instructie, verwijzingen naar leerteksten, procesvragen die een cijfer opleverde, applets, opdrachten en experimenten zijn geïmplementeerd. Deze weektaken werden uiteindelijk ook afgetekend en beoordeeld met een score. Zowel de procesvragen als de weektaken volgde een scoresysteem die bekend is uit de game-wereld. Namelijk dat je behaalde punten (cijfer) alleen maar hoger kan worden als je het vaker speelt, dit geldt voornamelijk bij de procesvragen. Bij de weektaken kon je het niet vaker overdoen, maar wel werkte het hier zo dat de punten (het cijfer) gedurende de weken dat het onderzoek plaats had kon toenemen tot maximaal een tien. Dit punten systeem moest de nodige extrinsieke motivatie leveren om met de opdrachten aan de slag te gaan. Dit werkte zodanig dat leerlingen inderdaad doorgingen om een hoog cijfer voor de procesvragen te krijgen.

Leerlingen gingen hier zelfstandig mee aan de slag zoals beoogd in de onderzoeksvraag. Het verkrijgen van autonomie moet volgens de zelfdeterminatietheorie ook de nodige motivatie opleveren, wat mijn inziens uiteindelijk resulteert in een ombuiging van extrinsieke naar intrinsieke motivatie voor het leren. Daarvoor zou je het systeem wel langer moeten gaan inzetten en kijken of dat inderdaad de beoogde ombuiging oplevert.

De twee klassen waarin het werken met deze ELO werd toegepast resulteerde in twee houdingen. De ene klas (3VA) ging hier vanaf het begin goed mee aan de slag en was naderhand ook in het algemeen positief over het werken met deze methode. Sommige gaven aan zo verder te willen werken in de bovenbouw. De andere klas (3MA) gaf een omgekeerd beeld. Deze klas ging zeer moeizaam aan de slag, de klas gaf aan dat het niet duidelijk was wat de bedoeling was. Uiteindelijk, mede door het aftekenen van weektaken, ging deze klas ook overstag. Naderhand waren ze weliswaar minder positief als de andere klas, maar kreeg ik toch de indruk door individuele opmerkingen én dat ze het werken met video-instructie toch wel als prettig hadden ervaren, dat ook deze klas het wel ziet zitten om op deze manier verder te werken. Deze 3MA klas is een masterclass met hoog- een meerbegaafde leerlingen, die ook duidelijk aangaven nu 'meer' te moeten 'leren' dan ze normaal gewend zijn. Ik had in de onderzoeksvraag ook uitdaging tot doel gemaakt. Dit was nog niet geïmplementeerd zoals ik het voor ogen heb. Namelijk dat cijferresultaten (van de procesvragen) invloed hebben op de moeilijkheidsgraad van de vervolgpogingen/-opdrachten. Dit zal voor een verdere ontwikkeling van het systeem voor meer-/hoogbegaafde leerlingen zeker een must zijn. Aan de andere kant is het ook zo dat de autonomie die leerlingen met dit systeem kregen er ook al een zekere mate van differentiatie is gerealiseerd. Bijvoorbeeld hoe vaak je de procesvragen kan maken, een begaafde leerling zal daar maar hooguit twee pogingen voor nodig hebben een minder begaafde leerling zal er meerdere pogingen voor nodig hebben. Zo ook met de video's. Je kan zelf bepalen hoe vaak je het terugziet, een begaafde leerling hoeft het misschien maar een keer te bekijken een minder begaafde leerling zal dit vaker doen.

Samengevat betekent dat ik met dit ELO ontwerp wel het zelfstandig werken van de grond heb gekregen, maar dat de uitdaging voor de 3MA klas (en andere begaafde kinderen) nog de nodige aanpassingen kan gebruiken zodat deze leerlingen ook meer plezier gaan krijgen in het leren. Ik moet wel zeggen dat het ook tijd nodig heeft om deze leerlingen te laten wennen aan een andere manier van onderwijs.

Verder kwam uit de resultaten naar voren dat het niveau niet lager is geworden van de ELO klassen (3VA en 3MA) in vergelijking met de controleklas (3VB). Het gemiddelden van de ELO klassen steeg als gevolg van *alleen* de summatieve toetsen met respectievelijk 0,18 en 0,14 cijferpunten, terwijl die van de controleklas 3VB met 0,07 cijferpunten daalde. De pre-test gaf aan dat 3VA de zwakste klas is en 3MA de sterkste. Dan is 0,25

cijferpunten verschil ten gunste van 3VA in vergelijking met 3VB opmerkelijk. De positieve invloed van de ELO wordt door SPSS bevestigd met een grote mate van significantie. Hiermee kan ik wel concluderen dat het niveau minimaal behouden is met dit systeem.

Je zou wellicht kunnen zeggen dat het potentie heeft om het niveau er zelfs mee omhoog te krijgen in vergelijking met de traditionele manier van lesgeven. Dit had je ook kunnen verwachten als je de theorie van Bruner met guided discovery mag geloven. Aan de andere kant bleek ook uit de SPSS resultaten dat de mate van tijdsbesteding aan het vak een grote logische invloed heeft op de resultaten. Hoe meer tijd een leerling besteedt aan je vak, hoe meer extra ervaring en routine dat oplevert in je vakgebied. Door deze extra ervaring zullen leerlingen er ook meer van onthouden en komt een leerling dus ook meer ideeën voor oplossingen tegen waarmee je natuurlijk een hoger resultaat kan behalen. Dan is het nog maar de vraag welke theorie van invloed is op goede resultaten, maar dat je simpel kan concluderen dat tijdsbesteding loont. De kunst is dus alleen hoe je leerlingen zover krijgt om daadwerkelijk veel tijd aan je vak te laten besteden.

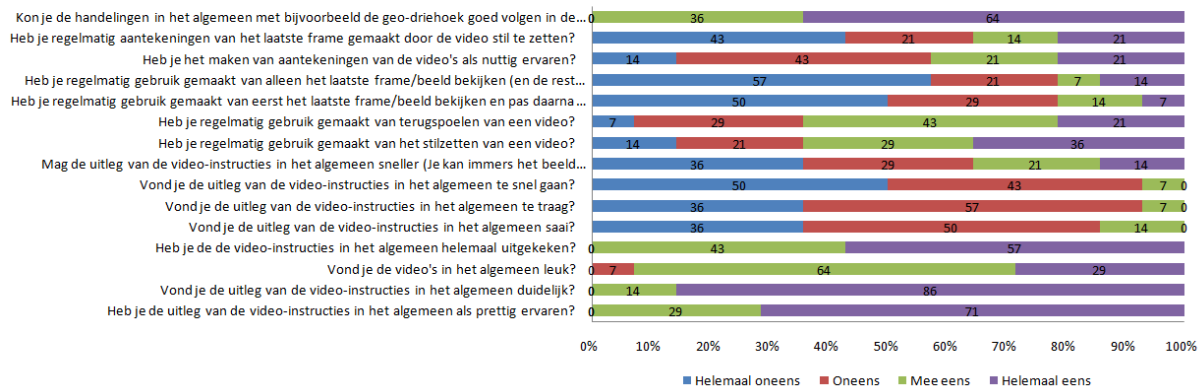
BIBLIOGRAFIE

- Bloom, B. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, the classification of educational goals – Handbook I: Cognitive Domain*. New York: McKay.
- Brinkerink, M. (2005). *Leren spelen. Leren van de interactie met een digitale speelruimte*. Utrecht: Spaces of (new) media. Universiteit Utrecht.
- Bruner, J. (1992). *On knowing: essays for the left hand*. Cambridge, Massachusetts: Belknap Press of Harvard University Press.
- Dougiamas, M. (2012). *Moodle*. Opgeroepen op 2012, van Moodle.org: open-source community-based tools for learning: <http://download.moodle.org/>
- Gagné, R. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction (4th edition)*. New York: Holt.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Hot Potatoes*. (2011). Opgeroepen op 2012, van From Half-Baked software Inc.: <http://hotpot.uvic.ca/index.php>
- Keller, J. M. (1987). Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design. *Journal of instructional development* , 2-10.
- Khan, S. (2012). *Khan Academy*. Opgeroepen op 2012, van Khan Academy: <http://khanacademy.org>
- Khan, S. (2011, March). *TED*. Opgeroepen op Januari 19, 2012, van Salman Khan; Let's use video to reinvent education | Video on TED.com: http://www.ted.com/talks/salman_khan_let_s_use_video_to_reinvent_education.html
- Kolb, D. (1984). Experiential learning: experience as the source of learning and development. *Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall* .
- Lagendonck, K. (2011). *KeCo*. Opgehaald van KeCo: <http://www.fysikarel.nl/KeCo.htm>
- Prensky, M. (2005). Computer Games and learning: Digital Game-based Learning. In J. Raessens, & J. Goldstein, *Handbook of computer Game studies* (pp. 97-122). Cambridge: The MIT Press.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction* , 295-312.
- Tolsma, J., & Wit, d. D. (2005). *Effectief procesmanagement*. Delft: Eburon.
- Valcke, M. (2010). *Onderwijskunde als ontwerpwetenschap. Een inleiding voor ontwikkelaars van instructie en voor toekomstige leerkrachten*. Gent: Academia Press.
- Werkhoven, M. (2011). *Cursusbijeenkomst over: Toetsen en gerelateerde thema's*. Utrecht: APS.

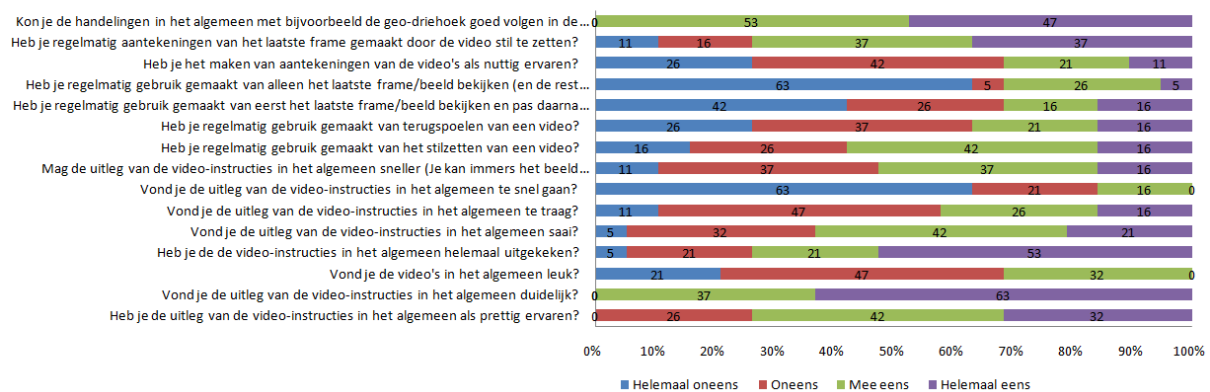
BIJLAGEN

RESULTATEN ENQUETE

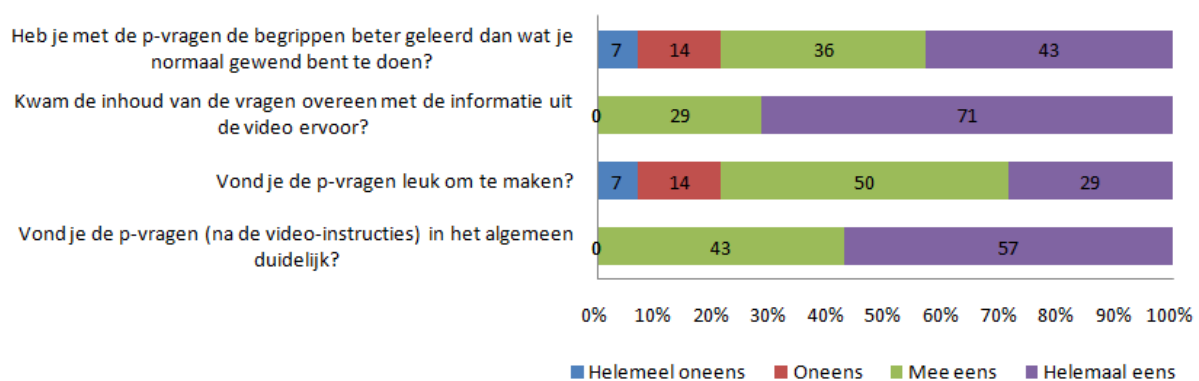
Ervaring met video-instructie: 3VA



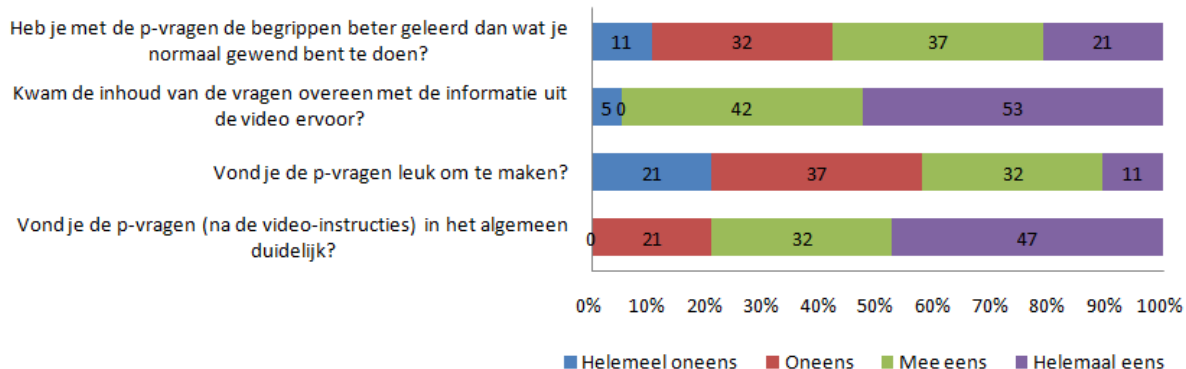
Ervaring met video-instructie: 3MA



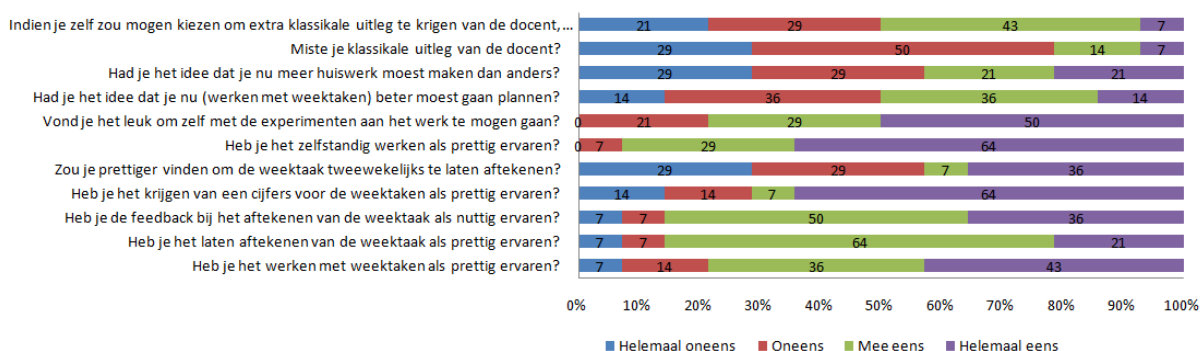
Ervaring met p-vragen: 3VA



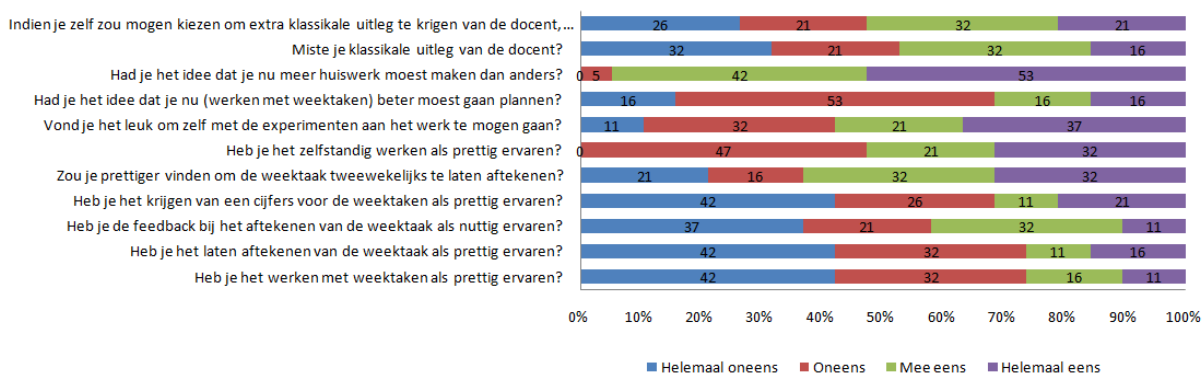
Ervaring met p-vragen: 3MA



Ervaring met weektaken: 3VA



Ervaring met weektaken: 3MA



WEEKTAAK MET PLANNINGSINFORMATIE

1

wk1: Lichtbreking



Breking van licht

Hoeken (voorkennis)



Video: Hoeken meten



Indien nodig thuis bekijken. 5,5 min. Individueel



Video: Hoeken tekenen



Indien nodig thuis bekijken. 4 min. Individueel.



Demo breking



Op school. 10 min. Klassikaal



Boek: Wet van Snellius



Thuis lezen. 30 min. Individueel notities maken bij je aantekeningen.



Video: Breking van een lichtstraal



Thuis bekijken. 14 min. Maak aantekeningen.



P-vragen: Breking van een lichtstraal



Opgaven: Lichtbreking



Op school maken. 30 min. Gebruik ruitjespapier.



Experiment: Lichtstralen laten breken.



Op school uitvoeren. 30 min. Individueel of 2-tal.



Afronding weektaak 1



RUBRIC AFTEKENEN WEEKTAAK

planning	niet begonnen: geen schrift bij je 0 punten	onvoldoende: niet alles op tijd af, wel begonnen. 4 punten	voldoende: alle opgaven, experimenten en aantekeningenn op tijd af. 7 punten	uitmuntend: ook de extra stof op tijd af. 10 punten
verzorgt werken en omgaan met (praktikum)materiaal	niet begonnen, geen schrift bij je, losse blaadjes etc. 0 punten	onvoldoende, geen schrift met ruitjespapier, tekeningen niet met potlood, geen overzichtelijke indeling (handschrift doet er niet toe) 4 punten	voldoende, ruitjespapier, tekeningen met potlood, overzichtelijke indeling, etc. 7 punten	uitmuntend: als voldoende én tekeningen met kleuren voor extra duidelijkheid, plaatjes van je werkboek bij je opgaven ingeplakt. 10 punten
LOPUC	niet toegepast: geen schrift bij je, geen opgaven gemaakt, alleen antwoorden 0 punten	onvoldoende: opgaven gemaakt, geen gegevens /formules genoteerd, 4 punten	voldoende: opgaven gemaakt, gegevens/formules genoteerd, eenheden kloppen, geen breuken genoteerd maar altijd decimale notatie. 7 punten	uitmuntend: als voldoende én plaatjes getekend, en extra verbanden algebräisch genoteerd (significantie) 10 punten
praktische vaardigheid	niet uitgevoerd: geen experimenten uitgevoerd, niet volgens opdracht, meetgegevens van andere overgenomen, met meer mensen het experiment uitgevoerd dan aangegeven. (Let op: Overleg met andere leerlingen mag uiteraard wel) 0 punten	onvoldoende: onnauwkeurig en/of niet systematisch gemeten, geen eigen ideeën toegepast hoe je tot een praktische oplossing komt. 4 punten	voldoende: nauwkeurig en systematisch gemeten, zelf 7 punten	uitmuntend: als voldoende én zelfstandig het experiment uitgebreid met systematische metingen om te kijken of alles klopt. 10 punten

