

Toetsgestuurd leren en learning analytics

Dit artikel is het vierenvijftigste in een serie praktische artikelen over onderwijsinnovatie. Deze serie heeft de bedoeling om mensen die werkzaam zijn in het hoger onderwijs handreikingen en aandachtspunten te bieden voor eigen initiatieven in onderwijsinnovatie. De onderwerpen van deze reeks kunnen uiteenlopen, maar zullen altijd gaan over het maken van onderwijs en dus over toepassingen van onderwijskundige en onderwijstechnologische inzichten in het dagelijks werk van de docent, het onderwijsteam of de opleidingsmanager.

Auteur

Dirk Tempelaar
Hans Cuypers
Evert van de Vrie
Henk van der Kooij
André Heck

Dirk Tempelaar is als hoofddocent verbonden aan de Maastricht University School of Business & Economics. Samen met de overige auteurs vormt hij het projectmanagement van het SURF-project ONBETWIST in het programma 'Toetsing en Toetsgestuurd Leren'. Zie referenties in dit artikel voor meer informatie hierover. Reacties op dit artikel kunnen gemaild worden naar: D.Tempelaar@MaastrichtUniversity.nl

Inhoud

- _ Samenvatting
- _ Inleiding
- _ Toetsgestuurd leren
- _ Learning analytics
- _ Casus: eerstejaars kwantitatieve methoden onderwijs
- _ Vormen van toetsgestuurd leren
- _ De onderwijspraktijk
- _ Effecten van toetsgestuurd leren
- _ Learning analytics en leeremoties
- _ Conclusies

- Box 1: MyStatLab leeromgeving
- Box 2: Oefentoetsen in BlackBoard-omgeving
- Box 3: Effecten van toetsgestuurd leren op cursusprestaties
- Box 4: Demografische factoren en toetsgestuurd leren
- Box 5: Culturele verschillen en toetsgestuurd leren
- Box 6: Leerstijlen en toetsgestuurd leren
- Box 7: Adaptief en niet-adaptief gedrag, gedachten en toetsgestuurd leren
- Box 8: Leeremoties en toetsgestuurd leren

Samenvatting

Learning analytics beoogt het leerproces te versterken door op systematische manier leren te meten en met de uitkomsten daarvan lerenden en docenten te informeren. Hierdoor kan het onderwijs beter aangestuurd worden. Learning analytics kent verschillende informatiebronnen waaronder gegevens die kunnen worden onttrokken aan toetsgestuurde leerprogramma's. Deze praktische bijdrage beschrijft een voorbeeld van de rol die computergestuurde, formatieve toetsing en daarop gebaseerde toepassing van learning analytics kan hebben. De gegevens in dit artikel zijn ontleend aan één van de onderwijsprojecten uit ONBETWIST, dat onderdeel uitmaakt van het SURF-programma 'Toetsing en Toetsgestuurd Leren'. Het combineren van gebruiksgegevens van de oefenomgevingen, studiesuccesgegevens en achtergronddata over de studenten maakt het mogelijk te identificeren welke studenten het meest baat hebben bij intensief gebruik van de oefenomgevingen.

Inleiding

Deze bijdrage bevindt zich op het snijvlak van twee onderwijsontwikkelingen: die van toetsgestuurd leren en learning analytics. Beide zijn ontwikkelingen die al een zekere geschiedenis hebben; vooral de rol van toetsing in het leerproces staat al decennia in de belangstelling.

Beide ontwikkelingen vereisen echter een grote rol voor digitale leeromgevingen om de toepassing ook echt substantieel te laten zijn. Op dat vlak is de echte doorbraak van meer recente datum.

Toetsgestuurd leren

De klassieke functie van toetsing is die van het afleggen van een proeve van bekwaamheid. Als het onderwijsleerproces is doorlopen is het aan de student om te bewijzen dat er ook voldoende is opgestoken in dat leerproces. Volgens traditie gebruiken we cijfers om de mate van beheersing aan te duiden. Maar het meest kenmerkende van deze manier van toetsen, vaak ook met summatieve toetsing aangeduid, is dat het plaatsvindt na afloop van een cursus.

De alternatieve vorm van toetsing, formatieve toetsing, heeft een geheel andere functie: die van het informeren van student en docent. De informatie moet helpen het onderwijs- en leerproces beter vorm te geven en is dus vooral zinvol als ze tijdens of voorafgaand aan het leren beschikbaar komt. Diagnostische toetsing is daar een voorbeeld van, net als oefentoetsing. Omdat hier de feedback die toetsing oplevert voor het leren de belangrijkste functie inneemt, is het van cruciaal belang dat die informatie snel beschikbaar komt, het liefst zelfs direct. Op dit punt komt digitale toetsing in beeld: het is ondenkbaar de feedback uit formatieve toetsing tijdig bij student en docent te krijgen zonder computers te gebruiken als instrument om de toetsing te organiseren. In Nederland is de ontwikkeling van digitale toetsing het afgelopen decennium in een stroomversnelling gekomen, mede door het Nationaal Actieplan e-Learning van SURF. Onderdeel daarvan waren onder andere de Nationale Kennisbank Basisvaardigheden Wiskunde (NKBW I- & II-projecten) en Intelligente feedback, die van 2006 tot 2010 liepen en die op wiskundegebied een veelheid aan toetsmateriaal voor digitale, formatieve toetsing hebben opgeleverd (www.nkbw.nl).

De nu lopende projecten in het kader van het huidige SURF-programma 'Toetsing en Toetsgestuurd Leren' (zie SURF, 2010; zie ook Riksen, 2010) beogen dit ontwikkelproces te vervolmaken door losse digitale toetsen in een toetsgestuurd leerprogramma te integreren. In het kader van wiskunde en statistiek is hierin het project ONBETWIST (www.onbetwist.org) actief (Tempelaar, Kuperus, Cuypers, Van der Kooij, Van de Vrie, & Heck, 2012).

Learning analytics

Van nog recentere datum is het fenomeen 'learning analytics'. Leeranalyses, zou de meest directe vertaling in het Nederlands zijn, maar omdat zelfs Erik Duval (Duval, 2011; Govaerts, Verbert, Klerkx, & Duval, 2010), Vlaams expert op dit onderwerp, het onvertaald laat, zullen we dat voorbeeld volgen. Doel van learning analytics is data die beschikbaar komt uit het volgen van en meten in leerprocessen te analyseren en de uitkomsten ervan te gebruiken als feedback voor datzelfde leerproces. Het zal duidelijk zijn dat het gebruik van digitale leeromgevingen een conditio sine qua non is om learning analytics te bedrijven. Want de data waarop learning analytics toepassingen zich baseren zijn ontleend aan gebruikersgegevens van leermanagementsystemen als BlackBoard, digitale leeromgevingen als MyLab, digitale onderwijsregistratie- en examensystemen, en heel belangrijk: digitale systemen voor formatieve toetsing. In Nederland vinden momenteel de eerste verkenningen met learning analytics plaats, deels gestimuleerd door de SURF Innovatieregeling Learning Analytics (Surf, 2011; zie ook www.surf.nl/nl/themas/innovatieinonderwijs/learninganalytics).

Casus: eerstejaars kwantitatieve methoden onderwijs

Het onderzoek dat in dit praktisch artikel behandeld wordt richt zich op eerstejaars onderwijs in de kwantitatieve methoden

(wiskunde en statistiek) van de bedrijfskunde & economieopleiding van de Universiteit Maastricht. Dit is één van de dertien onderwijsprojecten die plaatsvinden binnen het SURF-project ONBETWIST 'Toetsing en Toetsgestuurd Leren'. In al die onderwijsprojecten wordt geëxperimenteerd met vormen van toetsgestuurd leren, gebruik makend van een gemeenschappelijke database van toetsmaterialen (de ONBETWIST-database, te vinden op www.onbetwist.org). De reden om juist over de ervaringen van dit deelproject te rapporteren is dat dit een project is waarin expliciet is nagestreefd toetsgestuurd leren te integreren met de toepassing van learning analytics. Daarnaast wordt eraan deelgenomen door een grote groep van studenten die zeer divers is samengesteld, hetgeen de onderzoeksopzet ten goede komt.

De populatie van studenten die hier onderzocht wordt, bestaat uit twee cohorten van eerstejaars studenten: lichtung 2010/2011 en 2011/2012. In totaal omvat deze populatie 1.832 studenten die op enige wijze aan het onderwijs hebben deelgenomen (ten minste één keer actief zijn geweest in de digitale leeromgeving BlackBoard, waar vanuit het onderwijs aangestuurd wordt). Naast BlackBoard zijn twee verschillende digitale leeromgevingen voor toetsgestuurd leren benut: MyStatLab en ONBETWIST. Die digitale omgevingen, die in de volgende paragraaf verder worden toegelicht, zijn door een grote meerderheid van studenten gebruikt: respectievelijk 1.743 en 1.682 studenten.

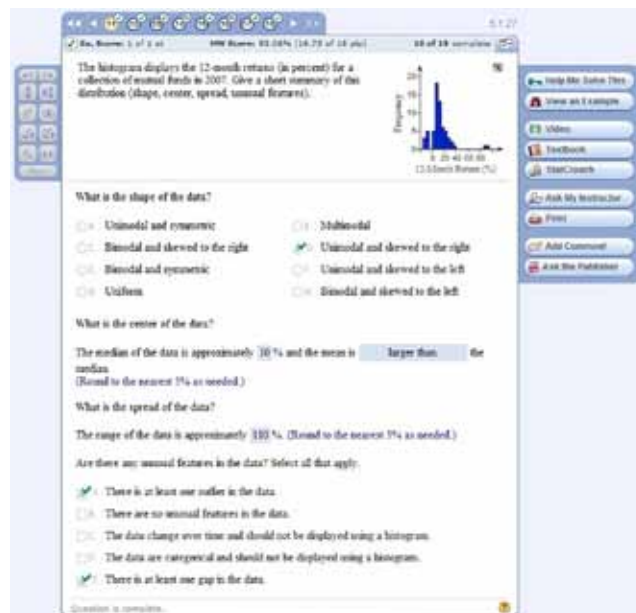
De diversiteit van de studentenpopulatie komt vooral voort uit de zeer internationale samenstelling ervan: 34,8% heeft een Nederlandse vwo vooropleiding, de overige een internationale vooropleiding, waaronder een voor Nederlandse verhoudingen relatief grote groep van studenten met een Internationaal Baccalaureaat (6,5%). De grootste groep, 41,9% van de studenten, heeft een opleiding gevolgd volgens het Duitstalige Abitur-systeem.

Tenslotte zijn Oost-Europese opleidingen sterk vertegenwoordigd in de restgroep. Middelbare schoolsystemen in Europa verschillen nogal en heel in het bijzonder het onderwijs in de wiskunde en statistiek. In dat Europese palet neemt Nederland een vrij unieke positie in, zowel qua keuze van onderwerpen (het vwo is één van de weinige Europese opleidingen met substantiële aandacht voor de statistiek) als door de gekozen pedagogische benadering. Maar ook buiten de Nederlandse positie zijn er grote verschillen, zoals bijvoorbeeld tussen de Angelsaksisch georiënteerde secundaire opleidingen en de Duits georiënteerde opleidingen. Daardoor is het van cruciaal belang dat de eerste cursus die aan deze studenten aangeboden wordt zo flexibel mogelijk is en daar waar mogelijk individuele leerroutes omvat. Voor een beperkt aspect wordt dit gerealiseerd in het aanbieden van facultatieve bijspijkercurcussen (eerder in OnderwijsInnovatie beschreven, zie Tempelaar, Rienties, Van Engelen, Brouwer, Wieland, Van Wesel, 2007), maar voor het belangrijkste deel moet dat intra-curriculair worden opgelost. De digitale platforms voor toetsgestuurd leren spelen daar een belangrijke rol in.

Vormen van toetsgestuurd leren

Voor beide deelonderwerpen van de cursus, wiskunde en statistiek, zijn digitale platforms voor toetsgestuurd leren gerealiseerd. Voor het statistiekonderwijs, waar de grootste verschillen in voorkennis zijn weg te werken, is gebruik gemaakt van de commerciële MyStatLab (MSL) omgeving. MyStatLab is een generieke digitale leeromgeving, ontwikkeld door de uitgever Pearson, voor het leren van statistiek. Het past zich aan de specifieke keuze van een leerboek uit de Pearson stal aan. Alhoewel MyStatLab kan worden gebruikt als leeromgeving in de brede zin van het woord (het bevat onder ander een digitale versie van het leerboek), is het vooral een omgeving voor toetsgestuurd leren.

BOX 1: MYSTATLAB LEEROMGEVING



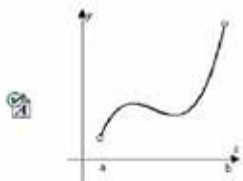
Iedere stap in het leerproces wordt geïnitieerd door het voorleggen van een vraagstuk; zie box 1 als voorbeeld. De student wordt geprikkeld het vraagstuk te beantwoorden, of althans dat te proberen. Lukt dat niet (geheel), dan kan de student ofwel hulp vragen in het stapsgewijs oplossen van het vraagstuk (Help Me Solve This), ofwel vragen een volledig uitgewerkt voorbeeld te tonen (View an Example). Vervolgens kan de student een nieuwe versie van het vraagstuk oproepen (vragen zijn parameter gestuurd) om aan te tonen nu wel de kennis te beheersen die nodig is om het vraagstuk op te lossen. In de hier beschreven cursus werken de studenten gemiddeld 19,2 uur in MyStatLab, ongeveer een kwart van de voor statistiek beschikbaar leertijd van 80 uur. In deze studie gebruiken we twee verschillende indicatoren voor de intensiteit van gebruik van MyStatLab: Stats#Uren, het aantal uren dat een student besteedt aan het oefenen in de MSL omgeving, en StatsToetsScore, de gemiddelde score op de oefenvraagstukken, over alle hoofdstukken gerekend.

Voor het leerboek wiskunde in gebruik voor de cursus was geen vergelijkbare MyMathLab leeromgeving beschikbaar. Anderzijds had het SURF-project ONBETWIST al een grote database van toetsitems opgebracht. Om die reden is ervoor gekozen in de cursus voor het wiskundedeel een toetsgestuurd leerplatform op basis van de ONBETWIST inhoud te gebruiken. Het ONBETWIST-project heeft een eigen player die het mogelijk had gemaakt via server-based computing van deze materialen gebruik te maken. Er is echter voor gekozen om een deel van de inhoud van de ONBETWIST-toetsdatabase om te zetten in BlackBoard-itempools en die vervolgens via de lokale UM BlackBoard-omgeving te ontsluiten, om zo toegang te krijgen tot alle gebruiksgegevens. Tevens is de keus gemaakt om items in de vorm van meerkeuzevragen, met parallelle items ondergebracht in itempools waaruit gerandomiseerd één versie wordt getrokken, op te slaan. Box 2 geeft een voorbeeld van deze implementatie.

BOX 2: OEFENTOETSEN IN EEN BLACKBOARD-OMGEVING

Question 1 Multiple Choice

Determine from the graph whether the function has any global extreme values on the interval $[a, b]$.



Given Answer: No global extrema.

Correct Answer: No global extrema.

Question 2 Multiple Choice

Determine all stationary points for the function.

$$f(x) = x^2 + 10x + 25$$

Given Answer: $x = -5$

Correct Answer: $x = -5$

Het zal duidelijk zijn dat de functionaliteit van het zo in BlackBoard gerealiseerde systeem smaller is dan het eerder beschreven MyStatLab systeem: het is primair een oefen- en toetsfunctionaliteit, waarin de student herhaaldelijk de kennis voor een specifiek wiskundeonderwerp kan nagaan en minder een leeromgeving pur sang. De variabelen aan de hand waarvan intensiteit van oefenen uitgedrukt kunnen worden, zijn nu Wisk#Toetsen, het aantal oefentoetsen dat een student opgestart heeft, en WiskToetsScore, de gemiddelde score van die oefentoetsen. Omdat BlackBoard geen tijdregistratie kent, is het niet mogelijk na te gaan welk deel van de totale leertijd studenten spenderen met het maken van de BlackBoard-oefentoetsen wiskunde, maar omdat deze toetsomgeving een beperktere functionaliteit kent dan MSL, lijkt aannemelijk dat dit aandeel lager is dan een kwart van de tijd besteed aan de cursus.

De onderwijspraktijk

Het onderwijssysteem waarbinnen studenten wiskunde en statistiek leren laat zich het beste beschrijven als een 'blended' systeem. Hoofdcomponent daarvan is de 'face-to-face' component: probleemgestuurd onderwijs (pgo), in kleine groe-

pen (14 studenten), begeleid door een inhoudsdeskundige tutor. Deelname aan deze tutorgroepen is verplicht, zoals voor alle cursussen geldt die gebaseerd zijn op het Maastrichtse pgo-systeem. Facultatief is de computergestuurde component in de leerblend: het gebruik van de twee toetsgestuurde leeromgevingen. De reden om het gebruik van deze component vrijwillig te laten is enerzijds dat dit het meest recht doet aan het Maastrichtse onderwijsmodel, dat in sterke mate studentgericht is en de verantwoordelijkheid voor het maken van onderwijskeuzes primair bij de student plaatst, anderzijds dat niet alle studenten profijt zullen hebben van het gebruik van die omgevingen: daarvoor is de diversiteit van vooropleiding en kennis te groot. Wel wordt het gebruik van de toetsgestuurde leeromgevingen gestimuleerd door bonuspunten beschikbaar te stellen voor goede prestaties in de quizen. Quizen, die iedere twee weken worden afgenomen, bestaan uit opgaven die sterk vergelijkbaar zijn aan die in de twee digitale oefenplatforms (maar er wel van verschillen: om oefenen met een memoriserende inslag te ontmoedigen is een scheiding aangebracht in itempools gebruikt in de oefenomgevingen en itempools gebruikt voor

de quizen). Gekozen is voor deze constellatie om vooral studenten met weinig voorkennis te verleiden intensief gebruik te maken van de toetsplatforms. Zij realiseren dat ze een relatieve achterstand hebben op andere studenten en dat het behalen van een goede bonusscore van groot belang is. De meest directe weg daartoe is het geregeld oefenen in de MSL en BB-omgevingen.

Het studentgerichte karakter van het onderwijs vergt eerst en vooral een goede informatievoorziening richting studenten zodat die in staat zijn de eigen studievorderingen te monitoren en hun kennisbeheersing in absolute en relatieve (in vergelijking tot die van medestudenten) zin periodiek te beoordelen. Die informatievoorziening begint op de eerste dag van de cursus wanneer de studenten twee instaptoetsen, voor wiskunde en statistiek, maken om zo hun status te leren kennen. Feedback uit die instaptoetsen verschaft de eerste signalen over het belang om gebruik te maken van de toetsgestuurde platforms. Daarna zijn het de digitale MSL- en BB-omgevingen die de monitorfunctie vervullen: studenten kunnen op ieder moment zien hoe ver ze zijn in de voorbereiding van de eerstvolgende quiz, krijgen feedback over de prestatie in de al plaatsgevonden quizen en over het verloop van de oefensessies. Dezelfde informatie is ook beschikbaar voor de docenten, in het bijzonder de tutor van de pgo-onderwijsgroep. Alhoewel de eerste verantwoordelijkheid voor de aansturing van het leerproces bij de student zelf ligt zal de tutor die zelfsturing aanvullen, vooral in situaties waarin de tutor oordeelt dat een intensiever gebruik van de digitale leeromgevingen wenselijk is, gegeven de positie van de betrokken student. Op deze wijze heeft learning analytics in deze onderwijssituatie vorm gekregen.

Effecten van toetsgestuurd leren

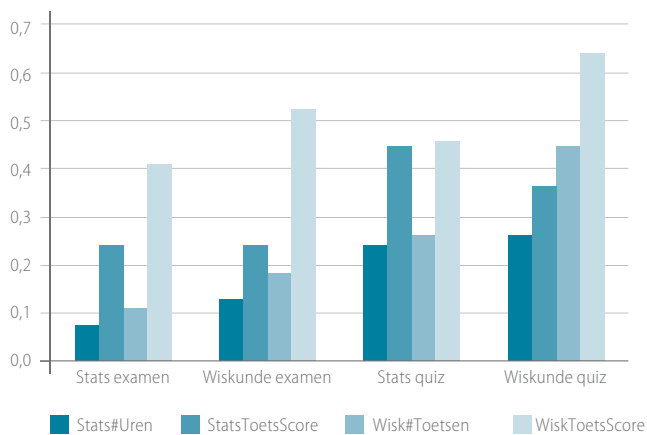
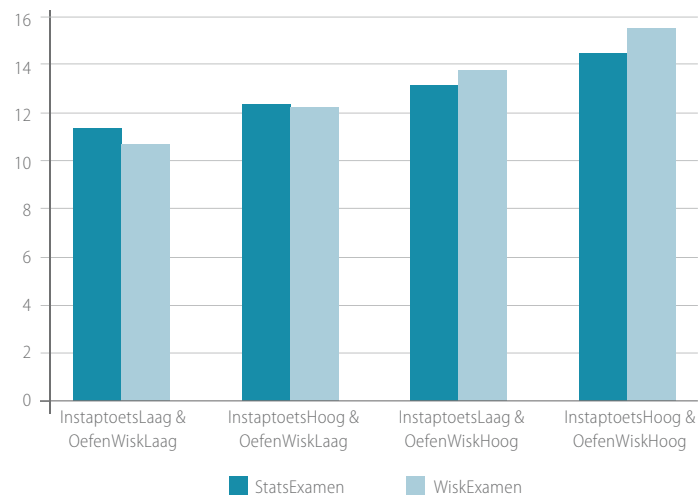
Om een indruk te krijgen welke rol het toetsgestuurd leren speelt in academisch succes, onderzoeken we de relatie tussen de intensiteit van het gebruik van de twee

toetsgestuurde leeromgevingen en behaalde academische prestaties. Die academische prestaties meten we met twee verschillende soorten toetsen: het examen, met een wiskunde- en statistiekdeel (dus WiskExamen en StatsExamen als variabelen) en een drietal quizen voor beide deelonderwerpen die opgeteld worden tot een WiskQuiz en StatsQuiz score. Maar voordat de relatie tussen oefenen en presteren kan worden onderzocht moet eerst gecorrigeerd worden op verschillen in voorkennis. We doen dat op twee manieren: door het niveau van de wiskundevooropleiding mee te nemen en de score van de student op een instaptoets wiskunde. Wat de vooropleiding betreft: alle Europese onderwijsystemen kennen een basisniveau als voorbereiding op de maatschappijwetenschappen (in Nederland: wiskunde A) en een geavanceerd niveau als voorbereiding op natuurwetenschappen (in Nederland: wiskunde B). We gebruiken een indicator (dummy) variabele B-opleiding die aanduidt of een student een geavanceerde wiskunde vooropleiding heeft genoten (dat geldt voor precies een derde van de studenten). Wiskundevooropleiding op basisniveau is dan de referentiegroep. Daarenboven is het instroomkennisniveau wiskunde van alle studenten bepaald met één van de diagnostische instaptoetsen die in het kader van het SURF NKBW-project zijn opgesteld en die beheersing van basale wiskundekennis, met een nadruk op algebraïsche rekenvaardigheden, meet. De score op die toets wordt hier met de variabele Instaptoets aangeduid.

Eén van de meest directe manieren om de rol van toetsgestuurd leren op prestaties te onderzoeken maakt gebruik van regressieanalyses waarbij prestatievariabelen worden verklaard uit voorkennisvariabelen en relevante gebruiksgegevens van de oefentoetsen. In vier vergelijkingen worden de gestandaardiseerde regressie-resultaten (bèta's) gegeven voor de vier verschillende prestatievariabelen. Een alternatieve presentatie staat in de figuur

BOX 3: EFFECTEN VAN TOETSGESTUURD LEREN OP CURSUSPRESTATIES

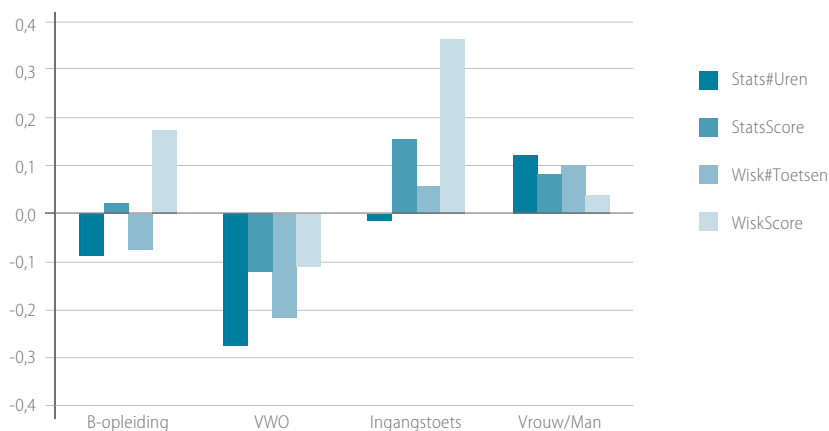
1. $WiskExamen = 0.136*B\text{-opleiding} + 0.202*Instaptoets - 0.042*Wisk\#Toetsen + 0.439*WiskToetsScore$; $R^2=34,4\%$
2. $WiskQuiz = 0.109*B\text{-opleiding} + 0.255*Instaptoets + 0.205*Wisk\#Toetsen + 0.414*WiskToetsScore$; $R^2=48,8\%$
3. $StatsExamen = 0.048*B\text{-opleiding} + 0.187*Instaptoets - 0.101*Stats\#Uren + 0.136*StatsToetsScore - 0.087*Wisk\#Toetsen + 0.348*WiskToetsScore$; $R^2=23,9\%$
4. $StatsQuiz = 0.008*B\text{-opleiding} + 0.230*Instaptoets - 0.082*Stats\#Uren + 0.297*StatsToetsScore + 0.044*Wisk\#Toetsen + 0.238*WiskToetsScore$; $R^2=30,3\%$



van box 3, verkregen door de populatie van studenten onder te verdelen in studenten met een hoog en laag voorkennisniveau (mediaansplitsing) en hoog en

laag niveau van de intensiteit van oefenen (mediaansplit op de variabele WiskToetsScore) en voor die vier groepen de scores op de examenonderdelen wis-

BOX 4: DEMOGRAFISCHE FACTOREN EN TOETSGESTUURD LEREN



kunde en statistiek (maximale score: 20) te vergelijken. Tenslotte staan ook nog de correlaties tussen cursusprestaties en het gebruik van de oefentoetsen in het laatste panel van box 3.

De figuur en regressievergelijkingen geven aan dat voorkennis, zowel in de vorm van opleiding als score op de instaptoets, een deel van prestatieverschillen verklaart. Maar de belangrijkste voorspeller is het kennisniveau dat de studenten behalen in de oefentoetsen. Het aantal oefentoetsen dat daarvoor nodig is, of de oefentijd, heeft daarop weer een corrigerend effect, hetgeen intuïtief is: kennis bereikt door oefenen helpt, maar heeft een student heel veel tijd of pogingen nodig om dat niveau te halen, dan pleit dat tegen hem of haar. Tenslotte bevestigen de correlaties het beeld dat de wiskunderesultaten iets beter verklaard kunnen worden dan de statistiekresultaten, dat de quizresultaten beter verklaard kunnen worden dan examenresultaten en dat actief oefenen in de wiskundeomgeving meer oplevert dan actief oefenen in de statistiekomgeving (waarschijnlijk omdat de studenten de wiskundeomgeving hebben ondergewaardeerd in vergelijking tot de meer professioneel ogende statistiekomgeving).

De verschillen in scores tussen studenten die veel en weinig oefenen in de digitale toetsomgevingen, zoals in box 3 weergegeven, vallen overigens in het niet bij de verschillen die te zien zijn in slagingspercentages (hier niet weergegeven). Wanneer we als voorbeeld weer de mediaansplitsing op de oefenprestaties in de Black Board wiskundeoefenomgeving nemen: het slagingspercentage is 92% bij de helft van de studenten met de betere oefenprestaties, tegen 59% bij de helft van de studenten met de mindere oefenprestaties. Dat de verschillen uitvergroet worden door niet naar toetscores maar naar slagingspercentages te kijken, komt natuurlijk omdat veel studenten in de buurt van de cesuur scores, zodat kleine stappen voorwaarts net het verschil tussen slagen of zakken kunnen uitmaken.

Learning analytics: demografische kenmerken

Nu helder is dat studenten profiteren van de mogelijkheid van toetsgestuurd leren rijst de vraag of dit voor alle studenten en in gelijke mate geldt. Hier doet de learning analytics z'n intrede, want met data uit verschillende andere bronnen kunnen analyses verricht worden met het doel na te gaan welke specifieke studentgroeperingen de meeste behoefte aan deze oefenomgevingen hebben. De eerste

twee analyses maken gebruik van gegevens uit de reguliere studentenadministratie, zoals al dan niet vwo-vooropleiding, al dan niet B-opleiding, geslacht, nationaliteit en instaptoetscore. In box 4 zijn al deze gegevens verwerkt, op nationaliteit na, in de vorm van correlaties met de vier gebruiksgegevens van oefentoetsen.

Studenten met een B-vooropleiding zijn beter in wiskunde, zonder dat ze daarvoor meer hoeven te oefenen. Ze zijn dat niet in statistiek, hetgeen correspondeert met de omstandigheid dat in B-opleidingen de focus niet op de statistiek ligt. Vwo-studenten maken behoorlijk veel minder gebruik van beide oefenomgevingen en behalen daardoor ook een iets lagere score: ze profiteren van een betere aansluiting dan internationale studenten, maar vertrouwen daar net te veel op. Studenten met een hoge instaptoetscore presteren veel beter in wiskunde en een beetje beter in statistiek, in de oefenomgeving, zonder meer te hoeven oefenen. Tenslotte zijn er bescheiden gendereffecten, het sterkst in de intensiteit van oefenen: vrouwen zijn actiever dan mannen.

Learning analytics: culturele verschillen

Het resterende gegeven uit de studentregistratie betreft de nationaliteit van studenten. Omdat de rol van cultuurverschillen in onderwijs een steeds belangrijker rol heeft gekregen en omdat de Maastrichtse studentenpopulatie door z'n sterk internationale samenstelling zich hiertoe goed leent, zijn de nationaliteitsgegevens omgezet in zogenaamde nationale cultuurdimensies, gebaseerd op het raamwerk van Hofstede (1980, 1986), Hofstede, Hofstede, en Minkov (2010). Volgens dat raamwerk bestaan er een aantal culturele dimensies die refereren aan waarden die sterk nationaal bepaald zijn. In deze studie benutten we een zetsel van die dimensies: Machtsafstand, Individualisme versus Collectivisme, Masculiniteit versus Femininiteit, Onzekerheidsvermijding, Lange versus Korte Termijn Denken en Hedonisme (uit-

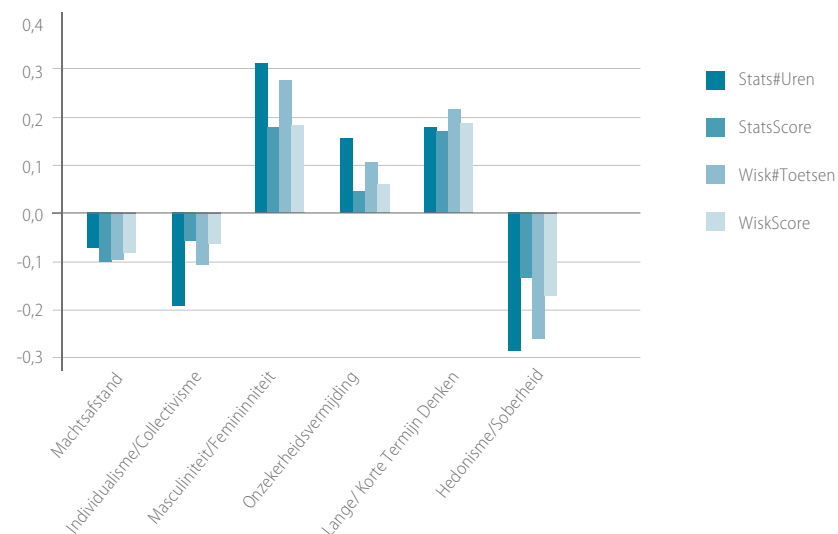
bundigheid) versus Soberheid. Voor veel landen heeft Hofstede voor elk van deze dimensies nationale indices afgeleid die overeenkomstig gebruik in onderzoek van nationale culturen aan de individuele studenten zijn toegekend. Wanneer we vervolgens die scores correleren met de vier gebruiksgegevens van oefentoetsen vinden we omvangrijke effecten, die in box 5 staan weergegeven.

De effecten hebben allen een richting die op grond van Hofstede's raamwerk verwacht kan worden. De meest forse effecten zijn er voor studenten uit een masculine cultuur, waar onderlinge competitie een belangrijke drijfveer is in het onderwijs, studenten uit een cultuur die het belang van lange termijn boven korte termijn benadrukt en, enigszins in relatie daarmee, een cultuur die soberheid boven genieten stelt. Opvallend is dat masculiniteit en hedonisme veel sterker de intensiteit van oefenen dan de opbrengst van het oefenen beïnvloeden, dit in tegenstelling tot het lange termijn denken, dat beide aspecten ongeveer gelijkwaardig beïnvloedt. Onzekerheidsvermijding draagt, zoals te verwachten, ook bij aan het oefenen, zij het in geringere mate en ook nu weer primair richting intensiteit van oefenen. De rollen van machtsafstand en individualisme worden verondersteld een minder pregnante rol in leerprocessen te spelen, hetgeen overeenkomt met de correlaties in box 5. Bij alle interpretaties moet wel gerealiseerd worden dat nationale cultuurdimensies ook effecten kunnen absorberen die minder met cultuur, maar alles met andersoortige landverschillen te maken hebben. Zo zijn Nederland en Duitsland elkaars tegenpolen op gebied van masculiniteit/femininiteit, maar tegelijkertijd kennen ze heel verschillende schoolsystemen. Die effecten kunnen met nationale data over cultuureffecten niet onderscheiden worden.

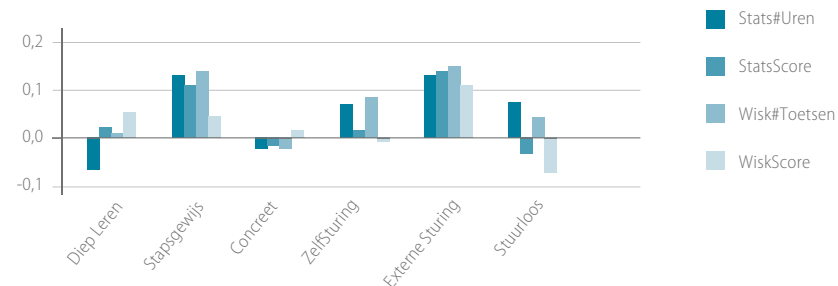
Learning analytics: leerstijlen

Alhoewel de effecten in omvang geringer

BOX 5: CULTURELE VERSCHILLEN EN TOETSGESTUURD LEREN



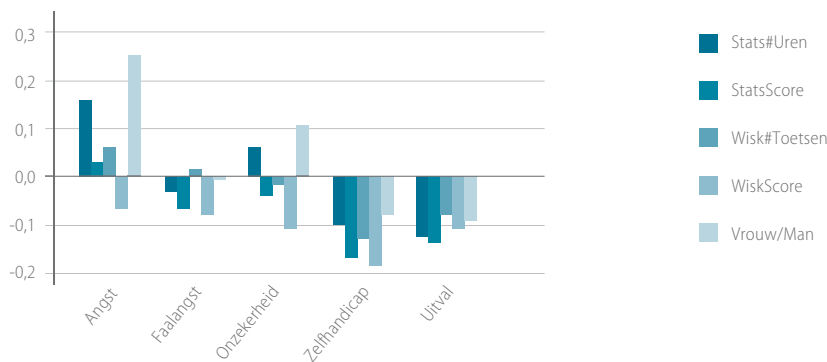
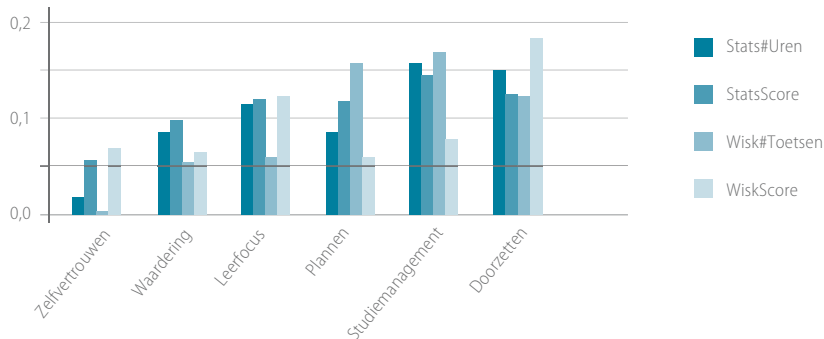
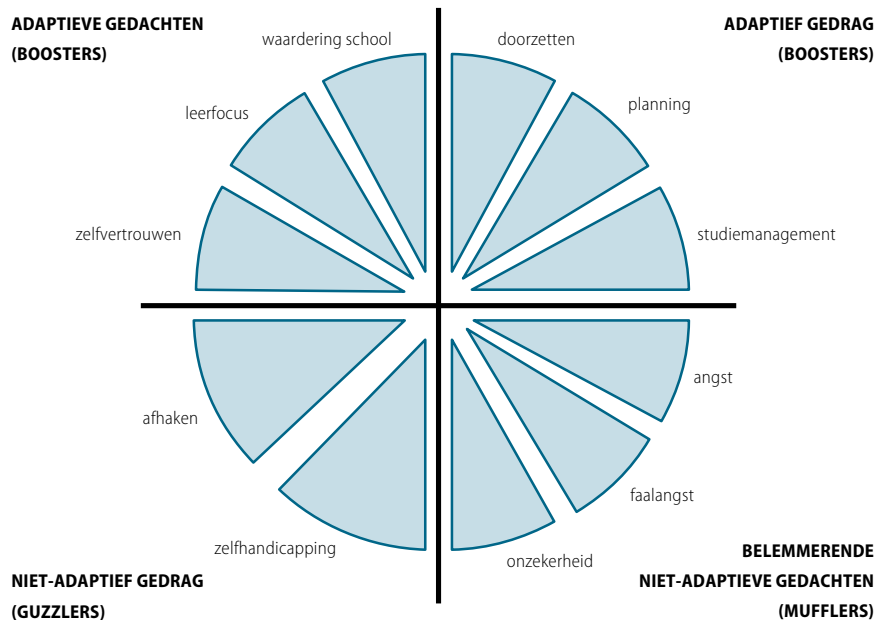
BOX 6: LEERSTIJLEN EN TOETSGESTUURD LEREN



zijn vertonen leerstijldata gebaseerd op het leerstijlmodel van Vermunt (1996) een karakteristieke rol. Dat model onderscheidt leerstrategieën (diepe, stapsgewijze, en concrete verwerking) en regulatiestrategieën (zelfsturing, externe sturing, en stuurloos of gebrek aan regulering). Zoals uit box 6 blijkt laten dieplerende studenten geen sterke relatie met toetsgestuurd leren zien: ze oefenen wat minder, maar behalen wel een iets betere score. Dat geldt zeker niet voor de stapsgewijs lerende studenten. Vooral voor die studenten lijkt de beschikbaarheid van oefentoetsen betekenisvol te zijn: ze oefe-

nen vaker en langer dan andere studenten en behalen, zeker voor statistiek, ook een betere score dan de andere studenten. Deze patronen herhalen zich in de leerregulatievariabelen die kenmerkend zijn voor de twee manieren van leren: zelfsturing als kenmerkend voor diep leren, externe sturing als kenmerk voor stapsgewijs leren. Het zijn inderdaad de studenten wiens leergedrag extern gereguleerd dient te worden, die het meest profiteren van de oefenomgevingen: zowel in intensiteit als prestatie overtreffen ze de andere studenten. Een opmerkelijk (maar zwak) patroon is tenslotte te herkennen bij stuurloos leergedrag: deze

BOX 7: ADAPTIEF EN NIET-ADAPTIEF GEDRAG, GEDACHTEN EN TOETSGESTUURD LEREN



studenten oefenen vaker en langer dan de andere studenten maar behalen voor beide deelonderwerpen lagere prestaties. Kennelijk is zelfs de structuur van de twee oefenomgevingen niet in staat het gebrek aan sturing door de student zelf te compenseren.

Learning analytics: adaptieve gedachten en gedragingen

In recente Angelsaksische literatuur over studiesucces en studie-uitval wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van het theoretische model van Andrew Martin: het 'Motivation & Engagement Wheel' (Martin, 2007, 2009). Dat model, schematisch in box 7 weergegeven, omvat zowel gedragingen als gedachten of cognities die een rol spelen in leerprocessen. Alle twee zijn vervolgens opgesplitst in adaptieve vormen en niet-adaptieve of belemmerende vormen. Als gevolg stellen de vier kwadranten dus voor: adaptief gedrag en adaptieve gedachten (de 'boosters'), niet-adaptief gedrag (de 'guzzlers') en belemmerende gedachten (de 'mufflers'): zie box 7.

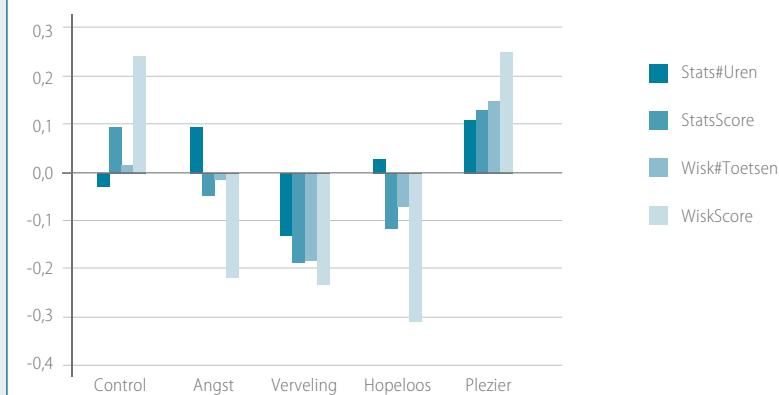
De andere twee figuren die onderdeel van box 7 uitmaken geven de relaties met de gebruiksgegevens van de oefenomgevingen weer. Allereerst voor de adaptieve gedachten zelfvertrouwen, waardering van school en leerfocus, en adaptieve gedragingen plannen, studiemangement en doorzetten. Duidelijk is dat alle adaptieve gedachten en alle adaptieve gedragingen een gunstig effect hebben op de bereidheid van studenten gebruik te maken van de oefenomgevingen, waarbij het effect van de adaptieve gedragingen dat van de cognities domineert. De niet-adaptieve kwadranten laten echter een veel minder eenvormig beeld zien. En omdat gendereffecten hier een markante rol spelen, is in het figuur van de niet-adaptieve gedragingen en gedachten de dummy variabele vrouw/man toegevoegd aan de vier gebruiksgegevens. Uit die toegevoegde correlaties blijkt dat tekort schietende adaptiviteit zich bij vrou-

welijke en manlijke studenten op verschillende manieren uit: bij vrouwelijke studenten primair in de vorm van belemmerende gedachten, in het bijzonder angst en onzekerheid, bij manlijke studenten primair in de vorm van niet-adaptieve gedragingen: zelfhandicapping en uitval. En juist dat verschil heeft een belangrijke impact op het leerproces. Want niet-adaptieve gedragingen hebben een eenduidig negatief invloed op het gebruik van de oefenomgevingen: alle correlaties zijn, zowel voor intensiteit als prestatie, negatief. Het effect van belemmerende gedachten is echter verschillend: vooral angst en enigszins onzekerheid hebben een stimulerend effect op het gebruik van de oefenomgevingen in plaats van een remmend effect. Combinatie van beide effecten levert deels een verklaring op voor de eerder geconstateerde gendereffecten in het gebruik van de oefenomgevingen.

Learning analytics en leeremoties

Eveneens van vrij recente datum is het onderzoek naar de rol van emoties in leerprocessen. Toonaangevend in dat onderzoek is het werk van Pekrun en zijn controlwaarde theorie van leeremoties (Pekrun, 2006). De theorie geeft aan dat emoties die ontstaan bij leren beïnvloed worden door het gevoel 'in controle' te zijn en iets waardevols te doen. Het model van Pekrun onderscheidt een groot aantal emoties, waaruit voor deze studie de emoties zijn gekozen die verondersteld worden sterk bij te dragen aan studiesucces of uitval: de negatieve emoties angst, verveling en hopeloosheid, de positieve emotie plezier. Emoties worden context-specifiek gemeten, bijvoorbeeld of angst een rol speelt wanneer je wiskunde aan het leren bent. De angst-variabele is daarmee verschillend van de angst-variabele uit het model van Martin, dat verwijst naar leren in het algemeen. Een ander verschil is dat leeremoties typisch worden gemeten middenin de cursus, in tegenstelling tot alle andere instrumenten die afgenomen worden in het eerste

BOX 8: LEEREMOTIES EN TOETSGESTUURD LEREN



begin van de cursus. Aan correlaties zoals weergegeven in box 8 kan dus niet een oorzaak-gevolg interpretatie worden gegeven, zoals dat bij de meeste andere variabelen wel kan. De meest voor de hand liggende associatie is die van de wederzijdse beïnvloeding: emoties zullen het gebruik van de oefenomgevingen beïnvloeden, maar omgekeerd zullen ervaringen opgedaan in het oefenen, en bij uitstek de prestaties van het oefenen, ook leeremoties mede bepalen.

Associaties hebben allen een voorspelde richting: negatieve emoties hangen negatief samen met het gebruik van de oefenomgevingen, positieve emotie en het gevoel in controle te zijn, hangen er positief mee samen. Opvallend is dat de oefenprestatie, in het bijzonder die voor wiskunde, een veel sterkere associatie vertoont met leeremoties dan oefenintensiteit.

Conclusies

Het intensief benutten van oefen- toetsomgevingen maakt uit voor academische prestaties, heel veel zelfs als het perspectief van het slagingspercentage wordt gekozen. Maar het is in een studentgericht curriculum niet voldoende als docenten doordrongen zijn van het profijt dat toetsgestuurd leren in digitale leeromgevingen met zich mee brengt.

Studenten richten zelf hun leerproces in, maken zelf de keuze hoe intensief te oefenen en zullen dus zelf doordrongen moeten raken van het nut ervan. Daarin kan learning analytics een belangrijke rol spelen: het verschaft een veelheid van informatie die de student kan gebruiken om het leerproces zo goed mogelijk in richten en keuzes te maken die passen bij eigen sterke en zwakke punten. Zo worden bijvoorbeeld in onze casus de studenten ingelicht over de eigen karakteristieke leerstijl, tezamen met informatie hoe leerstijl interfereert met keuzes in bijvoorbeeld blended leren. Tegelijkertijd zit in die veelheid van informatie die uit learning analytics beschikbaar komt ook het probleem: de informatie vergt individuele bewerking. En daarbij: sommige informatie is voor de ene student belangrijker dan de andere, zodat naast bewerking ook op de persoon afgestemde selectie van informatie moet plaatsvinden. Learning analytics inzetten in een systeem van studentgericht onderwijs kent daarmee zijn geheel eigen uitdagingen. Voor hoe die individuele informatievoorziening eruit kan zien biedt dit onderzoek allerlei aanknopingspunten. In de leerblend die in deze casus wordt beschreven vormt de face-to-face component pgo de basis instructiemethode. De digitale component is als aanvullend bedoeld, voor studenten waarvoor de overgang van

secundair naar universitair onderwijs meer dan gemiddeld problemen oplevert. Dat kunnen problemen van kennisvaard zijn: internationale studenten die nog nooit statistiekonderwijs hebben gehad, die op het gebied van wiskunde een veel klassieker curriculum hebben gekregen dan vwo-leerlingen, maar ook vwo-leerlingen die wel in alle relevante onderwerpen onderwijs hebben gehad, maar vaak onvoldoende mogelijkheden hebben gehad om die goed te oefenen. Voor al die kennisdeficiënties blijkt het gebruik van de digitale oefenomgevingen als aanvulling op het pgo een probaat middel te zijn. Maar dit geldt niet enkel voor dit type uit kennisachterstanden voortkomende aanpassingsproblemen. Studenten ontmoeten ook op andere vlakken aanpassingsproblemen waarin de digitale tools functioneel kunnen zijn. De hierboven benoemde leerstijlen zijn daar een mooi voorbeeld van: studentgericht onderwijs veronderstelt in feite een diepe, zelfgestuurde wijze van leren, daar waar veel studenten hierin weinig ervaring hebben, zich op bekender terrein voelen bij stapsgewijs, extern aangestuurd leren. De beschikbaarheid van digitale oefenomgevingen maakt, blijkens de statistische analyses, deze transformatie makkelijker. Zoals het duidelijk maakt dat de oefenomgevingen instrumenteel zijn voor studenten met niet-adaptieve cognities over het leren van wiskunde en statistiek, zoals angst. Hetgeen al te goed voorstelbaar is: de individuele oefensessies met computergestuurde feedback zullen voor sommigen een veiliger leeromgeving vormen dan de pgo tutorgroep. Tenslotte maken de op learning analytics gebaseerde statistische analyses ook duidelijk waar de grenzen van de mogelijkheden van digitaal oefenen liggen: bij studenten met niet-adaptieve gedragingen en negatieve leeremoties. Als leren verveling impliceert en zelfhandicapping uitlokt, schieten zelfs uitdagingen van toetsgestuurd leren tekort.

Referenties

- Tempelaar is verbonden aan de Maastricht University School of Business & Economics, Cuypers aan de Faculteit Wiskunde & Informatica, Technische Universiteit Eindhoven, Van de Vrie aan de Faculteit Informatica, Open Universiteit, Van der Kooij aan het Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht, en Heck aan het Korteweg-de Vries Instituut voor Wiskunde van de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica, Universiteit van Amsterdam. De auteurs vormen samen het projectmanagement van het SURF-project ONBETWIST in het Toetsing en Toetsgestuurd Lerenprogramma. Daarbij combineert Cuypers het algehele projectleiderschap met het aansturen van het werkpakket Techniek en softwareontwikkeling, Van der Kooij is deelprojectleider van het werkpakket Toetsen, Van de Vrie van het werkpakket Implementatie in onderwijs en verduurzaming, Tempelaar van werkpakket Evaluaties en Heck van werkpakket Disseminatie.
- Duval, E. (2011). Learning Analytics for Visualization and Recommendation. In: Proceedings of the 1st Conference on Learning Analytics and Knowledge, 9-17. New York: ACM.
 - Govaerts, S., Verbert, K., Klerkx, J., Duval, E. (2010). Visualizing Activities for Self-reflection and Awareness. In: The 9th International Conference on Web-based Learning, ICWL 2010, Lecture Notes on Computer Science, 6483, 91-100. Berlijn: Springer.
 - Hofstede, G. (1980). Culture's consequences: International differences in work-related values. Beverly Hills, California: Sage.
 - Hofstede, G. (1986). Cultural differences in teaching and learning. International Journal of Intercultural Relations, 10, 301-320.
 - Hofstede, G., Hofstede, G.J., & Minkov, M. (2010). Cultures and organizations: Software of the mind. Revised and expanded third edition. Maidenhead: McGraw-Hill.
 - Martin, A.J. (2007). Examining a multidimensional model of student motivation and engagement using a construct validation approach. British Journal of Educational Psychology, 77, 413-440.
 - Martin, A. (2009). Motivation and engagement across the academic lifespan: A developmental construct validity study of elementary school, high school, and university/college students. Educational and Psychological Measurement, 69, 794-824.
 - Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. Educational Psychology Review, 18, 315-341.
 - SURF (2010). Programma Toetsing en Toetsgestuurd Leren. <http://www.surf.nl/nl/themas/innovatieinonderwijs/toetsen/Documents/Projectplan%20PROGRAMMA%20TOETSING%20EN%20TOETSGESTUURD%20LEREN.pdf>
 - SURF (2011). Innovatie in hoger onderwijs. <http://www.surf.nl/nl/publicaties/Documents/Innovatie%20in%20het%20hoger%20onderwijs.pdf>
 - Tempelaar, D.T., Kuperus, B., Cuypers, H., Van der Kooij, H., Van de Vrie, E.M., & Heck, A. (2012). "The Role of Digital, Formative Testing in e-Learning for Mathematics: A Case Study in the Netherlands". In: "Mathematical e-learning" [online dossier]. Universities and Knowledge Society Journal (RUSC), 9(1). UoC.
 - Tempelaar, D.T., Rienties, B., Van Engelen, A.J.M., Brouwer, N., Wieland, A., & Van Wesel, M. (2007). Web-Spijkeren I & II: wiskunde reparatieonderwijs. OnderwijsInnovatie, 9(2), 17-26.
 - Vermunt, J.D. (1996). Leerstijlen en sturen van leerprocessen in het Hoger Onderwijs. Amsterdam/Lisse: Swets & Zeitlinger.