

Applets: aanwinst of overbodig?

Ervaringen van docenten en leerlingen

Wiggert Loonstra
Ann Vandeveld
Roosmarij Vanhommerig
Saskia Vos

Abstract

Het aanbod aan applets voor wiskunde wordt steeds groter. Toch worden deze via internet te starten computerprogramma's nog niet heel veelvuldig toegepast tijdens de wiskundeles. Het gebruik staat zelfs vaak ter discussie. Kunnen we het beste vasthouden aan het gebruik van krijt en bord of zijn applets een aanwinst voor het wiskundeonderwijs? Wij hebben voor ons onderzoek zelf geëxperimenteerd met applets in onze klassen en zijn op zoek gegaan naar andere docenten die er ervaring mee hebben. Ook hebben we voor een specifieke applet onderzocht hoe leerlingen het gebruik van deze applet ervaren. In dit artikel kunt u lezen hoe we ons onderzoek hebben uitgevoerd, wat de resultaten van het onderzoek zijn en welke conclusie we hier uit trekken.

Inleiding

In een tijd dat ICT een steeds grotere rol gaat spelen in het persoonlijke leven van zowel docenten als leerlingen, wordt de computer ook belangrijker in het onderwijs. Waar we bij andere vakken gewend zijn aan digitale presentaties van lesstof en verslagen schrijven via de computer, staat bij wiskunde de toegevoegde waarde van de computer ter discussie. Door een bezoek aan het Freudenthal Instituut werden wij op de hoogte gebracht van de mogelijkheden van de computer in het wiskundeonderwijs. Als beginnend docenten (en ervaren computergebruikers) zijn wij enthousiast over de mogelijkheden die ICT kan bieden in het klaslokaal. Maar tegelijkertijd vragen we ons af hoe de computer het beste ingezet kan worden in onze eigen klassen.

Het viel ons op dat er op onze eigen scholen weinig gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheden die een computer kan bieden. Wij moesten concluderen dat wiskundeleraars blijkbaar vaak vasthouden aan vertrouwde methoden van het overbrengen van de stof. Op de scholen waar wij zelf werken wordt nog weinig gebruik gemaakt van computers tijdens wiskundelessen, omdat docenten twijfelen aan het nut van het gebruik van de computer en/of niet weten hoe deze het beste ingezet kan worden. Bovendien weten veel docenten niet waar goede programma's (applets) te vinden zijn en voor welke onderwerpen ze gebruikt kunnen worden. Ook zijn de manieren van toepassen van de applets en het effect daarvan bij velen nog onbekend.

Een reden die vaak gehoord wordt om wel gebruik te maken van de computer tijdens de wiskundeles, is dat de leerlingen dit een welkome afwisseling in de lessen vinden. In de strakke planning van de wiskundestof is het voor docenten echter wel belangrijk dat de leerlingen iets opsteken van de computerlessen. Daarnaast zou de computer ook een aantal taken (zoals correctie en huiswerkcontrole) van de docent kunnen overnemen, wat zou kunnen leiden tot een lagere werkdruk.

Er zijn inmiddels meerdere manieren om gebruik te maken van de computer tijdens de wiskundeles. Veel uitgeverijen voorzien hun lesmethode van een digitale versie van het leer- en werkboek en bieden presentatiemogelijkheden van de lesstof. Naast de programma's van het Freudenthal instituut zijn er ook op internet vele onderwijsprogramma's te vinden aangaande wiskunde lesstof. In ons onderzoek beperken wij ons tot het gebruik van applets. Dit zijn computerprogramma's die je vanuit een webpagina kunt starten en niet op een computer geïnstalleerd hoeven te worden. Voor het inzetten van een applet in de klas is slechts een computer met internetverbinding nodig. Dit maakt in onze ogen het inzetten laagdrempelig, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de digitale pakketten aangeboden door de uitgeverijen. Deze moeten vaak los (door de systeembeheerder) geïnstalleerd worden, wat meer stappen vergt totdat de software werkt.

Ondanks het grote aanbod van digitale mogelijkheden, heeft elke docent uiteraard de vrijheid om te kiezen of de computermogelijkheden een toevoeging zijn voor zijn/haar eigen les. Wij proberen te achterhalen hoe een succesvolle appletles eruit ziet. Zodoende kijken wij in ons onderzoek naar docenten met zowel positieve als negatieve ervaringen met applets in de wiskundeles. Daarnaast onderzoeken we hoe de leerlingen de appletlessen ervaren. Aan de hand van deze ervaringen van leerlingen en docenten pogen we een lijst te maken met praktische tips betreffende appletlessen.

Dit onderzoek naar het ontwerpen van appletlessen is opgesplitst in twee onderzoeksvragen die zich dan ook vooral richten op de praktische kant:

1. Ervaren docenten het gebruik van applets in hun les als effectief?
2. Vinden leerlingen de appletlessen over rekenvaardigheden effectief?

We maken hier onderscheid tussen een effectieve les voor de docent en een effectieve les voor de leerling. Met betrekking tot de docent en de leerling spelen andere factoren mee die een les effectief maken. Voor de docent bekijken we praktische zaken, zoals benodigde voorbereidingstijd, lesplanning en klassenmanagement. Daarnaast bekijken we voor de docent de didactische kant van een appletles en vragen we ons af of het leerdoel behaald is en of een applet kan helpen bij het overbrengen van de stof. We beschouwen een appletles als effectief voor de leerling wanneer deze ervaart dat hij of zij de stof goed begrijpt, goede resultaten behaalt en/of enthousiast werkt.

Literatuuronderzoek

Het literatuuronderzoek is gericht geweest op computergebruik in het vak wiskunde en op applets in het bijzonder. Ondanks dat niet elk onderzoek zo specifiek gericht is op applets, gaan we er toch vanuit dat algemene conclusies met betrekking tot ICT ook gelden voor applets.

Drijvers en Zwaneveld beschrijven in hun artikel 'Van knoppen naar kennis' drie manieren om ICT in te zetten in de wiskundeles. Zij onderscheiden de functies gereedschap (wanneer ICT slechts een manier is om werk uit te besteden), oefening (wanneer de leerling vergelijkbare opgaven maakt als op papier) en begripontwikkeling (wanneer ICT een wezenlijke toevoeging kan geven aan de wiskundige begripontwikkeling). Net als Cuoco en Goldenberg concluderen zij dat wanneer computers ingezet worden puur om rekenwerk uit handen te nemen, er weinig tot geen toegevoegde didactische waarde is. Wanneer er om deze reden te snel naar ICT gegrepen wordt, begrijpen de leerlingen vaak niet wat ze doen en zijn de achterliggende wiskundige ideeën dus niet helder voor de leerling.

In de functie van oefenmateriaal kan ICT juist prettig werken. Dit type oefenapplets vervangt reproductiesommen. Dit soort applets om bijvoorbeeld rekenvaardigheden mee te trainen zijn makkelijk te maken en de variatie in opgaven is eindeloos door de invoering van

random parameters (Drijvers en Zwaneveld). Het is voor de leerling prettig om direct feedback te krijgen op relatief eenvoudige opgaven, dit voorkomt dat leerlingen zichzelf bijvoorbeeld verkeerde rekenregels aanleren. Bovendien dient de directe feedback de docent, die opgaven niet zelf hoeft te controleren.

Volgens de conclusies van Cuoco en Goldenberg kan ICT van waarde zijn bij het ontwikkelen van een wiskundige manier van denken. Met name het visualiseren van verschillende soorten modellen (bij bijvoorbeeld algebra, meetkunde en vectoren) helpt inzicht te geven. De mogelijkheid te experimenteren door variatie in de modellen aan te brengen en zo de modellen te analyseren, kan een hoogwaardig begrip van het model verschaffen. Kieran en Drijvers merken op dat leerlingen het meest productief leren wanneer de computer een andere uitkomst geeft dan de leerling verwacht. Leerlingen moeten dan zelf gaan zoeken naar consistentie en ontwikkelen op die manier hun eigen theorie. Een onderzoekende houding wordt dus door dit soort opdrachten bevorderd. Leerlingen kunnen een theorie zelf ontdekken, patronen en structuren herkennen en begrip krijgen voor wiskundige bewijzen.

Bij goede begripsvorming speelt de docent nog altijd een grote rol. Leerlingen hebben soms moeite met de relatie tussen applet en bijbehorende wiskundige theorie. De docent is dan onmisbaar voor de reflectie die nodig is voor de begripsvorming (Boon en Drijvers). Tegelijkertijd waarschuwen Boon en Drijvers de docent dat de klassikale momenten moeilijker te plannen zijn, omdat iedere leerling in zijn eigen tempo werkt. Hierdoor kan het lastig zijn om plenair te reflecteren over de lesstof.

Daarnaast concluderen Kieran en Drijvers dat leerlingen niet alleen moeite hadden met reflectievragen maar ook met het onder woorden brengen van hun eigen gedachten. Door gebrek aan interactie met de docent blijft de ontwikkeling van het bijpassende wiskundige vocabulaire achter. Boon en Drijvers benadrukken dat het daarom belangrijk is dat leerlingen samenwerken aan ICT opdrachten. In contextrijke betekenisvolle vraagstukken kunnen leerlingen wel woorden vinden om te beschrijven en begrijpen wat er in de applet gebeurt (v Gisbergen, Boon, Doorman en Drijvers) en levert de context dus een goede grond voor discussie.

Aan de praktische kant blijkt dat de docent vaak drukker is tijdens de les, mede doordat leerlingen actiever en enthousiaster zijn. Het begeleiden van de leerlingen is wel makkelijker en/of korter, doordat de docent ook bij de uitleg gebruik kan maken van de applet (Boon en Drijvers). Daarnaast heeft de docent door de directe feedback meer tijd om te besteden aan de moeilijkheden in de lesstof of een zwakkere leerling. De planning van een appletles kost iets meer tijd omdat computerlokalen en andere praktische zaken geregeld moeten worden. De voorbereiding voor een appletles kost uiteraard aanvankelijk meer tijd, doordat de docent moet zoeken naar applets die in het bestaande lesmateriaal passen en de applet moet leren kennen. Anderzijds kan de samenwerking binnen de sectie de voorbereidingstijd verkorten, en bij ervaring met de applet is de benodigde tijd ook korter (Boon en Drijvers).

Applets met oefenmateriaal zijn betrekkelijk makkelijk in te voeren in de les, omdat ze standaard reproductiesommen vervangen. In modelapplets wordt theorie uitgelegd, deze dienen als vervanging van een deel van het boek. Vanzelfsprekend zijn deze modelapplets omvangrijker en vergen dus ook een grotere verandering in het lesschema (Boon en Drijvers).

Veel studies hebben aangegeven dat het werken met applets leerlingen zowel motiveert als activeert. Leerlingen zijn gemotiveerder door de afwisseling in lesvorm. Een combinatie van applets en contextrijke opdrachten levert de vragen, de verwondering en het houvast die leerlingen uitnodigen tot experimenteren, reflecteren, heroverwegen en herformuleren (v Gisbergen, Boon, Doorman en Drijvers).

Bij individuele opdrachten kan de leerling geheel in zijn eigen tempo werken en bovendien heel zelfstandig door de directe feedback. Bij samenwerking ontstaat veel discussie en interactie en worden de leerlingen uitgedaagd om hun ideeën te verwoorden.

Methode

Om een antwoord te vinden op onze onderzoeksvragen, gaan we op zoek naar ervaringen van docenten en leerlingen. De docentenervaringen zullen verschillende klassen en niveaus beslaan.

De docentenervaringen zijn verzameld door middel van een enquête. Hierin hebben wij vragen opgesteld over didactische onderwerpen zoals het overbrengen van de lesstof en de leerdoelen. Ook vroegen wij naar de lesplanning en het klassenmanagement tijdens een appletles, de randvoorwaarden en het gebruik van de applet zelf. Tot slot vroegen we de docenten naar hun eigen ervaringen en de indruk die zij hadden van de ervaringen van de leerlingen. Bij het opstellen van de enquête hebben we gebruik gemaakt van de bestaande literatuur en vragen opgesteld naar aanleiding van onze eigen nieuwsgierigheid en bekende aanbevelingen uit de literatuur.

Docenten zijn in de wekelijkse WiskundE-brief opgeroepen om mee te werken aan het onderzoek door de enquête in te vullen. Ook collega's en medestudenten hebben hun ervaringen via de enquête met ons gedeeld. Bovendien zijn ook onze eigen ervaringen via de enquête verwerkt in ons onderzoek. De resultaten zijn geanalyseerd met behulp van de analytische tools van SurveyMonkey en Excel.

Op één van de scholen waar wij werkzaam zijn, zijn lessen rekenvaardigheid gegeven aan alle brugklassen met behulp van de DWO. Deze serie van negen lessen hebben we zelf ontwikkeld. Het doel van de lessen was om te checken of alle leerlingen de stof van de basisschool voldoende beheersen en waar nodig de ontbrekende kennis bij te spijkeren. Het ging hierbij om optellen, aftrekken, delen en vermenigvuldigen met hele getallen, kommagetallen, breuken, procenten, tijd, maten en gewichten. Er is voor applets gekozen omdat leerlingen daarmee individueel aan de slag kunnen op de voor hen lastigste onderdelen, direct feedback krijgen en, doordat de opgaven (random) geparameteriseerd zijn, kunnen blijven oefenen. Om de week hadden de leerlingen een extra les rekenvaardigheid naast de normale wiskundelessen. Omdat het om extra lessen ging, was het vanuit docentenoogpunt ook belangrijk dat de lessen niet te veel extra werk met zich mee zouden brengen.

Aan de circa 300 leerlingen die deze lessen hebben gevolgd, hebben we een enquête voorgelegd. Dit was aan het einde van de tweede les in de serie van negen lessen. De resultaten zijn geanalyseerd met behulp van Excel.

Resultaten

Zowel docenten als leerlingen zijn ondervraagd middels een enquête naar hun mening en ervaringen met een appletles. Hieronder volgen allereerst de resultaten van de docentenenquête, gevolgd door de resultaten van de leerlingenenquête. De enquêtes zelf zijn terug te vinden in bijlage 1 en 2.

Docentenenquête

In ons onderzoek hebben wij docenten via een enquête gevraagd naar hun ervaringen met applets tijdens de wiskundeles. De vragen zijn verdeeld in de tien categorieën: algemeen, het gebruik van de applet, de applet, het overbrengen van de lesstof, leerdoelen van de les, lesplanning, klassenmanagement, ervaringen van leerling en docent, randvoorwaarden en tips. De enquête kunt u vinden in bijlage 1. De resultaten van de enquêtes vindt u hieronder.

Algemeen

Onze bevindingen zijn gebaseerd op 24 ingevulde vragenlijsten. Onder de docenten die meewerkten, bevonden zich ook mensen die nog niet met applets gewerkt hebben in de les. De enquête is ingevuld voor lessen die gegeven zijn bij het vmbo, havo en vwo in zowel onder- als bovenbouw. Twintig docenten werken met de methode Getal en Ruimte, drie met Moderne Wiskunde en één met Netwerk.

Zo'n veertien docenten hebben de applet ingezet bij een les over algebravaardigheden. Daarnaast werden onderwerpen als differentiëren, de stelling van Pythagoras en de normale verdeling als lesonderwerp waar een applet werd ingezet genoemd.

Twaalf docenten werken (voornamelijk) met de Digitale Wiskunde Oefenomgeving van het Freudenthal Instituut. De overige docenten gebruiken eigen applets (4), applets behorend bij de methode (3), applets elders van internet (2) of hebben (nog) geen applet gebruikt (2). Niet alle respondenten hebben deze vraag ingevuld.

In het vervolg zullen we niet apart noemen hoeveel mensen de vraag niet beantwoorden. Uit het optellen van de antwoorden die wél genoemd zijn, kan geconcludeerd worden hoeveel personen de vraag hebben overgeslagen. Als er meerdere antwoorden per vraag gemarkeerd konden worden, wordt dit wel apart vermeld. Soms heeft een docent de enquête vaker ingevuld voor verschillende lessen waarbij een (andere) applet ingezet is.

Het gebruik van de applet

Docenten werd gevraagd hoeveel minuten de applet op een bepaalde manier ingezet werd tijdens de les. In tabel 1 staan de mogelijkheden, de afgeronde gemiddelde tijdsduur en hoeveel respondenten die optie ingevuld hebben.

Tabel 1 Tijdsbesteding tijdens een appletles

	Gemiddelde tijd (min.)	Aantal ingevuld
Klassikaal door docent	15	9
Leerlingen individueel achter pc	55*	18
Leerlingen in groepjes achter pc	20**	6
Huiswerk opdracht	30	6
Aanvullende lesstof voor enkele leerlingen	25	5
Anders namelijk	0	3

* Het antwoord 'veel' is als 100 minuten gerekend (twee lessen). Een aantal antwoorden is geschaald naar enkele lessen van 50 minuten. Daarbij geeft het gemiddelde 55 aan dat er vrijwel altijd een complete les van 50 minuten door leerlingen individueel achter de pc gewerkt wordt.

** Het antwoord 'gedeeltelijk' is als 25 minuten gerekend.

Vijftien docenten geven aan de applets (voornamelijk) te gebruiken voor vaardigheidstraining (rekenregels, haakjes wegwerken, vergelijkingen oplossen, etc.) en acht docenten voor het vergroten van het inzicht. Vier docenten zetten applets in voor extra oefening en drie voor toetsing. Dan zijn er nog twee docenten die applets gebruiken voor introductie van de lesstof en één voor het inhalen van gemiste stof.

Bij deze vraag konden meerdere antwoorden aangevinkt worden.

De applet

Vijftien docenten hebben bestaande applets gebruikt (o.a. vergelijkingen oplossen, aanzichten, algebra pijlen)¹, waarvan drie zelf aanpassingen gedaan hebben. Vijf docenten hebben zelf een applet ontwikkeld.

Twaalf docenten hebben de applet alleen in eigen lessen gebruikt, acht gaven aan dat ook collega's de applet toegepast hebben.

Tien docenten geven aan tevreden te zijn over de gebruikte applet; datzelfde aantal zegt 'redelijk tevreden' te zijn, maar wil een volgende keer wel wat dingen aanpassen. Niemand geeft aan de applet een volgende keer niet meer te zullen gebruiken.

Het vinden en lesklaar maken van een applet kost tijd. We hebben docenten gevraagd hoeveel tijd verschillende onderdelen kostten. In tabel 2 staan de mogelijkheden, de afgeronde gemiddelde tijdsduur en hoeveel docenten deze optie ingevuld hebben.

Tabel 2 Tijdsbesteding bij de voorbereiding van een appletles

	Gemiddelde tijd (min.)	Aantal ingevuld
Het vinden van een geschikte applet	45	19
Het leren omgaan met de DWO (tijd die ervaren gebruiker niet nodig heeft)	140	14
Het maken of aanpassen van een applet	175*	13
Het documenteren c.q. instrueren van andere collega's	15	11
Oplossen van fouten in de applet	30	10
Andere activiteiten	15	9

* Bij deze optie zijn de antwoorden '0' gewist van die mensen die eerder hebben aangegeven een bestaand applet gebruikt te hebben.

Zeven mensen geven aan dat het de tijdsinvestering waard is geweest om zelf een applet te maken of aan te passen. Van deze zeven personen waren er zes die bij een eerdere vraag hadden aangegeven zelf een applet aangepast of nieuw gemaakt te hebben. Eén persoon die wel zegt dat het de tijdsinvestering waard is, heeft zelf een bestaand applet gebruikt. Daarnaast zijn er dan nog twee personen die wél zelf een applet aangepast of nieuw gemaakt hebben, maar deze vraag overgeslagen hebben.

Eén persoon geeft aan dat de aangepaste applet nog steeds bruikbaar is, maar door een nieuwe wiskundemethode volgend jaar niet meer ingezet kan worden. Geen van de docenten vond het de tijdsinvestering niet waard. De rest van de docenten heeft deze vraag overgeslagen. Dat waren voornamelijk docenten die bestaande applets hebben gebruikt.

Het overbrengen van de stof

Veertien docenten hebben mondeling vooraf de werking van de applet toegelicht, vier gaven mondeling toelichting als er vragen waren en één gaf achteraf mondeling toelichting. In totaal zijn er vijf docenten die schriftelijke toelichting gegeven hebben. Vier docenten hebben geen toelichting gegeven. Bij deze vraag was het mogelijk meerdere antwoorden aan te vinken.

De theorie werd door veertien docenten mondeling vooraf toegelicht, acht deden dat bij vragen en twee mondeling achteraf. In totaal hebben drie docenten schriftelijke toelichting bij wiskundige theorie gegeven. Eén persoon heeft geen theorie uitgelegd. Bij deze vraag was het mogelijk meerdere antwoorden aan te vinken.

¹ In de enquête wordt niet expliciet gevraagd welke applet men gebruikt heeft. De hier genoemde zijn voorbeelden van applets van de DWO die passen bij de lesonderwerpen die wel genoemd zijn.

Leerdoelen van de les

Elf docenten geven aan dat zij de indruk hebben dat de leerlingen de stof beter begrijpen door het gebruik van de applet. Nog eens acht docenten geven aan dat dit begrip ongeveer gelijk zal zijn aan een les zonder applets. Eén docent ervoer dat de applet niet bijdroeg aan een beter begrip bij de leerlingen.

Tien docenten hebben de leerlingen achteraf niet getoetst, negen deden dat wel. Van die negen zeggen er zes dat de leerlingen beter scoorden dan gemiddeld na het werken met de applet; de andere drie gaven aan dat de leerlingen ongeveer even goed scoorden.

Lesplanning

Twaalf docenten konden goed inschatten hoeveel tijd de leerlingen nodig hadden voor de applet. Bij twee docenten kostte het meer tijd en bij vijf waren de leerlingen minder lang bezig met de applet dan verwacht.

Negen docenten hadden meer voorbereidingstijd nodig dan normaal (exclusief het ontwerpen van de applet). Van deze negen waren er twee die een bestaande applet aangepast hebben. Voor de docenten die zelf een applet ontwikkeld hebben is de voorbereidingstijd (voor de les) niet meer dan normaal. Bij vier was de voorbereidingstijd minder en bij zes maakte het niet zoveel uit.

Klassenmanagement

Negen docenten vonden klassenmanagement vergelijkbaar met een gewone les. Voor nog eens negen docenten was orde houden makkelijker. Geen van de docenten vult in dat het moeilijker was om de klas rustig te houden.

Bij acht docenten stelden leerlingen meer vragen dan normaal, bij negen was dit gelijk en bij één docent werden minder vragen gesteld.

Bij veertien docenten stelden de leerlingen voornamelijk wiskundig inhoudelijke vragen. Drie docenten geven aan vooral praktische vragen over de werking van de applet te krijgen. Bij één docent was de balans tussen die twee ongeveer in evenwicht.

Dertien docenten denken dat het verschil merkbaar blijft als vaker met applets gewerkt wordt. Met name de directe feedback wordt als argument gegeven ('is goud waard') en ook dat er veel meer opgaven tijdens een les gemaakt (kunnen) worden. Twee docenten denken dat het verschil niet merkbaar blijft. Het nut van de applet als instructiemiddel wordt dan in twijfel getrokken. Vier docenten antwoorden op deze vraag met 'weet niet'.

Ervaringen van leerling en docent

Dertien docenten geven aan dat leerlingen enthousiaster aan het werk gaan. Bij vijf is dat even goed als bij een normale les en geen van de docenten ervaart een minder goed werkende klas.

Twaalf docenten vinden de leerlingen zelfstandiger, vijf geven aan dat leerlingen toch nog steeds uitleg nodig hadden.

Vijftien docenten geven aan meer lessen te willen geven aan de hand van een applet, vijf vonden het leuk als afwisseling en geen van de docenten geeft liever les zonder applet.

Randvoorwaarden

Bij twaalf docenten deden zich weinig tot geen computerproblemen voor. Bij acht docenten traden er wel storingen op, maar niet dusdanig dat het de les ernstig verstoort. Geen van de docenten heeft problemen als storend ervaren.

Problemen die optraden waren technische mankementen met de DWO (vastlopen programma, moeilijk om wachtwoorden te resetten, traagheid van programma, wennen aan manier van breuken invoeren) of lokale problemen zoals het uitvallen van het schoolnetwerk.

Tips

Docenten geven voornamelijk positieve opmerkingen over applets in het algemeen en de DWO in het bijzonder. Het wordt als prettig ervaren dat het achteraf mogelijk is om van alle leerlingen het werk op te kunnen vragen. Ook is gemiste stof door leerlingen zelf makkelijk te oefenen. Wel is het belangrijk om de DWO goed te leren kennen. Ook voor de leerlingen kost het wennen aan de DWO tijd.

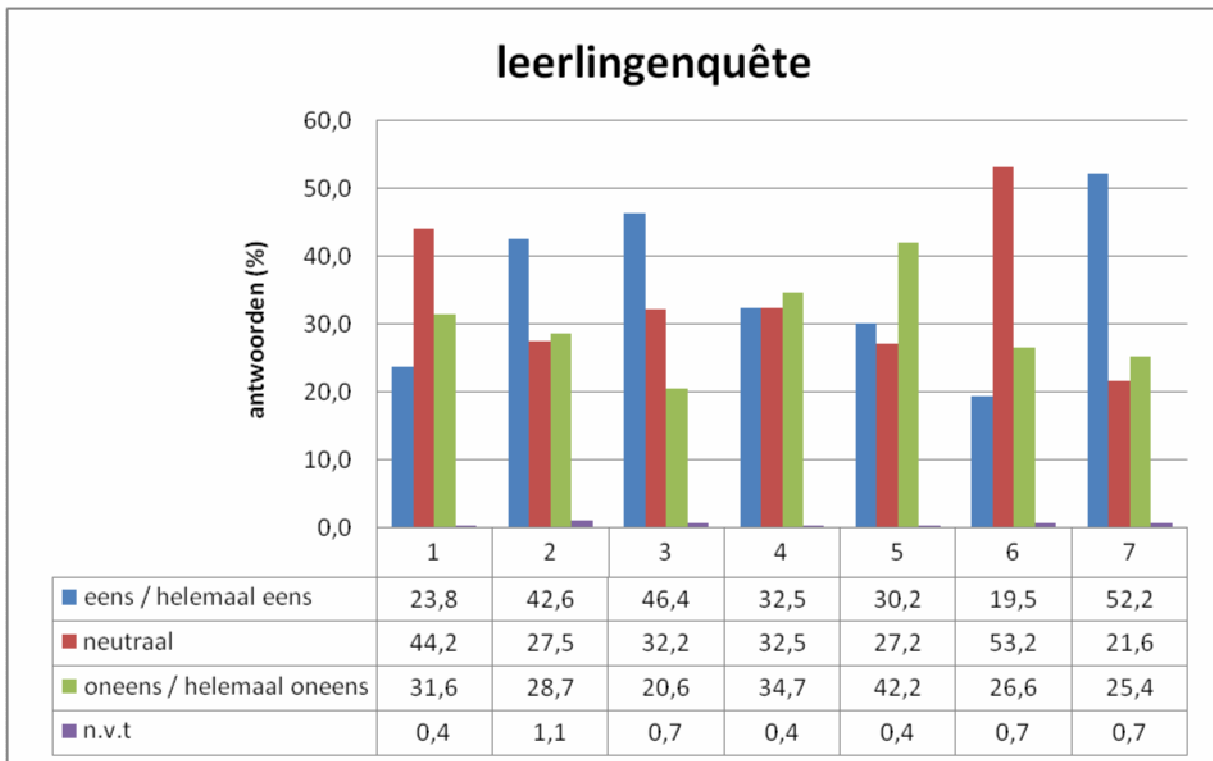
Leerlingenquête

Voor leerlingen hebben we een effectieve les gedefinieerd als een les waardoor leerlingen de stof begrijpen, een goed resultaat behalen en/of de les enthousiast gewerkt hebben.

We hebben de leerlingen in de enquête 7 vragen voorgelegd. De enquête kunt u nalezen in bijlage 2. Omdat de enquête in de klas is afgenomen, is de response 100%.

1. Ik heb wat geleerd van deze applet
2. Ik ben meer met wiskunde bezig geweest dan in een gewone les
3. Ik begrijp de lesstof beter na het werken met deze applet
4. Ik vind het werken met applets leuk
5. Ik zou in de wiskundeles vaker willen werken met applets.
6. Ik vind de sommen van de applet moeilijk.
7. Ik had deze sommen liever uit het boek gemaakt.

Ze konden op elke vraag antwoorden met 'helemaal eens', 'eens', 'neutraal', 'oneens', 'helemaal oneens' of 'niet van toepassing'. De resultaten zijn verwerkt in figuur 1, waarbij 'eens' en 'helemaal eens' bij elkaar zijn genomen en ook 'oneens' en 'helemaal oneens'.



Figuur 1 Resultaten van de leerlingenquête

Leerlingen hebben zowel schriftelijk als mondeling hun enquête toegelicht. Opmerkingen die vaker werden gemaakt zijn:

- dat ze de stof al beheersten, deze leerlingen hadden allen aangegeven niets geleerd te hebben;
- dat vooral de breuken en de sommen met kommagetallen moeilijk waren;
- dat ze een soort spel wilden of het saai vonden;
- dat ze meer uitleg wilden;
- dat het te moeilijk was;
- dat het te makkelijk was;
- dat de toets te lang was;
- dat ze niets op te merken hadden.

Conclusies en aanbevelingen

De resultaten van de docentenenquête geven aan dat het gebruik van applets wel degelijk een toegevoegde waarde tijdens de wiskundeles kan hebben. We willen bij de volgende resultaten opmerken dat docenten die gehoor hebben gegeven aan onze enquêteoproep juist docenten zouden kunnen zijn met overwegend positieve ervaringen met applets, waardoor onze resultaten misschien positiever uitvallen dan ze in werkelijkheid zijn. Daarnaast is niet alle geraadpleegde literatuur specifiek toegespitst op het gebruik van applets. Zoals eerder vermeld gaan we er vanuit dat de conclusies voor computergebruik in het algemeen tijdens de wiskundeles (waaronder bijvoorbeeld ook het gebruik van CAS en Cabri) grotendeels ook toepasbaar zullen zijn op applets.

Overbrengen van de stof en leerdoelen

Over het algemeen wordt door de docenten vooraf mondeling de werking van de applet uitgelegd, een enkele docent geeft schriftelijke uitleg. We vonden het opvallend dat zo weinig docenten schriftelijke uitleg bij een applet geven, dit terwijl in de literatuur een werkblad wel wordt aangeraden. Kennelijk achten de meeste docenten mondelinge uitleg voldoende en gaan er vanuit dat de leerlingen toch wel om hulp vragen als het nodig is (of er nu wel of geen stencil is gemaakt en uitgedeeld).

Ook de wiskundige theorie wordt vooral mondeling besproken, wat niet anders is dan tijdens een les waarbij alleen gebruik gemaakt wordt van het boek. Veel docenten geven aan de theorie vooraf en tijdens de appletles te bespreken. Volgens Boon en Drijvers is het juist ook belangrijk om na afloop de theorie (nogmaals) te bespreken, omdat leerlingen vaak moeite hebben met het verband tussen de applet en de bijbehorende wiskundestof. Een belangrijke rol voor de docent is juist het begeleiden van het reflectieproces. Overigens geven Boon en Drijvers hierbij ook aan dat de klassikale reflectiemomenten moeilijker te plannen zijn, omdat iedere leerling in een appletles in zijn eigen tempo werkt. Wij willen hierbij opmerken dat dit probleem in een les waarbij de leerlingen zelfstandig werken zonder applet net zo speelt.

Het begrip van de stof van de leerlingen wordt door 95% van de docenten geschat als minstens even goed vergeleken met lessen waarbij geen applet gebruikt is, waarvan 55% aangaf dat ze vonden dat de leerlingen beter presteerden. Wanneer de leerlingen achteraf getoetst werden, bleken de resultaten 'zoals verwacht' (33%) of 'beter' (67%). Hieruit kunnen we concluderen dat docenten de appletlessen op het gebied van behaalde leerdoelen zeker als effectief ervaren.

De applet – gebruik en toepassing

Het is voor een succesvolle appletles belangrijk dat de docent zich goed inwerkt van te voren. De docenten die de tijd hebben genomen om een applet zelf te maken of een bestaande applet aan te passen vinden deze tijdsinvestering zeker de moeite waard. Wellicht bepaalt het niveau van computervaardigheid van de gebruiker hoeveel tijd het ontwikkelen van de applet en ontdekken van de DWO in beslag nemen. Wij zouden hier kunnen concluderen dat slechts zo weinig gebruik

wordt gemaakt van applets tijdens wiskundelessen juist omdat de voorbereidingstijd voor een appletles zo groot is. Tezamen met de onbekendheid van de toepassingsmogelijkheden van applets zal dit in ieder geval veel docenten afschrikken. Meer aandacht voor beide punten tijdens bijscholingstrajecten of cursussen zou meer docenten over de streep kunnen trekken.

Wanneer docenten een applet gebruiken zijn ze over het algemeen redelijk tot zeer tevreden over de applet zoals die gebruikt is tijdens de les. De meerderheid van de docenten zou meer appletlessen willen geven.

De zogenaamde oefenapplets, gebruikt om reproductiesommen te vervangen, worden door de meerderheid van de docenten gebruikt voor het trainen van rekenvaardigheden. Dit type applet is het makkelijkste in te voeren, omdat slechts hooguit een beperkt deel van de stof (en vaak alleen maar het oefenen zelf) wordt vervangen door een applet. De applet is dus makkelijk te combineren met de bestaande lesplanning. Verder prijzen docenten de directe feedback van de applets over rekenvaardigheden.

Uit de literatuur en ons onderzoek blijkt dat de voorbereidingstijd voor een appletles groter is, omdat docenten een geschikte applet moeten vinden en de mogelijkheden van deze applet moeten leren kennen. Onze eigen ervaring is dat geschikte applets soms moeilijk te vinden zijn en dat er over sommige onderwerpen (met name voor de bovenbouw) nog geen applets ontwikkeld zijn.

Tijdens de appletles besteden de leerlingen het merendeel van hun tijd aan het werken achter de pc en over het algemeen werden aan het werken met de applet gehele lessen besteed. Wij denken dat dit meestal een praktische keuze is: computerlokalen zijn vaak niet geschikt voor klassikale lessen en het wisselen van lokaal is tijdrovend. Lokalen die voor beide doeleinden geschikt zijn, bijvoorbeeld door het gebruik van laptops, zouden het gebruik van applets kunnen bevorderen. Vanuit de literatuur worden ook beamers en smartboards aangeraden, zodat ook de docent tijdens de uitleg gebruik kan maken van applets.

Randvoorwaarden

De ervaringen rondom de randvoorwaarden stemmen positief. Er zullen vast en zeker docenten zijn die onwennig staan tegenover een grote computerinbreng tijdens de les. De resultaten van ons onderzoek geven aan dat technische storingen maar weinig voorkomen en bovendien niet van grote invloed zijn op het verloop van de les.

Klassenmanagement

Orde houden tijdens een appletles wordt door de docenten ervaren als vergelijkbaar met een gewone les of makkelijker. Lastig is het dat er afwijkende activiteiten achter een pc gedaan kunnen worden. Het blijft dan wel rustig in het lokaal, maar de lestijd wordt dan niet altijd effectief gebruikt. Merk overigens op dat dit soort situaties zich ook kan voordoen tijdens een gewone les.

Tijdens de les worden niet minder vragen gesteld dan gewoonlijk. Dit is in overeenstemming met de literatuur waar aangegeven wordt dat leerlingen drukker zijn. De leerlingen zijn actiever aan het werk en stellen daardoor meer vragen. Echter, het begeleiden van de leerlingen gaat makkelijker doordat de docent tijdens de uitleg gebruik kan maken van de applet.

Docenten over hun leerlingen

Duidelijk uit de literatuur en uit onze ondervraagde docenten blijkt dat leerlingen enthousiaster werken bij een appletles. In 30% van de gevallen gingen de leerlingen net zo aan het werk als bij een gewone les, terwijl in de overige 70% van de gevallen de docent aangeeft dat de leerlingen enthousiaster aan het werk gaan als er applets in de les gebruikt worden. Op basis van deze ervaringen blijkt dat applets de motivatie bij leerlingen alleen maar zal verhogen.

Meningen van de leerlingen

De leerling-enquête leverde minder duidelijke resultaten op dan de docentenenquête. Over de effectiviteit van de appletles voor de leerlingen zijn we voorzichtiger met onze conclusies. De leerlingen geven over het algemeen aan de appletlessen wel leuk te vinden, maar geven aan dat ze niet perse vaker met applets willen werken. Blijkbaar appreciëren zij de appletles vooral als afwisseling in lesvorm, zoals ook in de literatuur beschreven wordt. Het merendeel van de leerlingen geeft desondanks aan liever de opgaven uit het boek te maken, maar wij vermoeden dat dit te maken heeft met de aanvankelijke moeilijkheden bij het invullen van de applet.

De leerlingen geven verder aan dat zij niet perse veel geleerd hebben van de applet over rekenvaardigheden. Dit kan omdat het rekenen met breuken waarop deze applet betrekking had, geen nieuwe stof voor hen was. Wel geeft de meerderheid aan de stof minstens zo goed of beter te begrijpen dan vóór de appletles.

Of het werken met applets daadwerkelijk leidt tot betere resultaten, kunnen we uit de enquête van de leerlingen niet afleiden. Wel worden de opdrachten in de DWO over het algemeen erg goed gemaakt, met scores rond de 90%.

We hebben in ons onderzoek er voor gekozen om alleen een enquête af te nemen bij de leerlingen die deelnamen aan het rekenonderzoek. We hebben echter ook in andere klassen applets ingezet. In deze lessen hebben we ervaren dat leerlingen enthousiast aan het werk waren met de applet. Het feit dat een groot aantal leerlingen hierna regelmatig vroeg of ze nog een les in het computerlokaal konden krijgen, geeft aan dat de leerlingen deze lessen op prijs stelden. Het effect van de lessen werd ons duidelijk doordat leerlingen tijdens het uitwerken van opgaven nogmaals refereerden aan hoe ze het op de computer geleerd hadden.

Al met al kunnen we uit de resultaten van de enquêtes concluderen dat docenten redelijk tevreden zijn over hun appletlessen. Bovendien scoren de leerlingen in de meeste gevallen beter dan bij een normale les. De appletles lijkt dus wel degelijk effectief voor de docent op bijna alle punten. De voorbereidingstijd is in onze mening het grootste minpunt. Appletlessen kosten meer tijd in voorbereiding dan een normale les, hoewel de docenten die applets gebruiken aangeven dat ze dit wel de moeite waard vinden. Voor veel docenten zal deze extra tijd echter niet op te brengen zijn bovenop de huidige werkdruk.

De leerlingen lijken appletlessen vooral te appreciëren als afwisseling van de normale werkvorm. Wel geeft het merendeel van de leerlingen aan dat ze meer met wiskunde bezig zijn met de applet, dan tijdens een normale les. Dit is in overeenstemming met het beeld dat de docenten schetsen van hun leerlingen. Op basis van de enthousiaste werkwijze en de resultaten van de leerlingen zouden we kunnen concluderen dat de appletlessen effectief waren. Over het begrijpen van de lesstof zijn de uitspraken van de leerlingen in de enquête niet eenduidig. Wij vermoeden dat dit komt doordat de leerlingen een applet maakten waarvan ze (in principe) al bekend waren met de achterliggende lesstof.

Praktische tips

- De meeste docenten besteden voor de appletles aandacht aan de theorie en aan de werking van de applet. Om een duidelijke link te leggen met de appletles is het handig om ook na de appletles aandacht aan de theorie te besteden, waarbij gerefereerd wordt aan het geleerde in de appletles.
- De meeste docenten kiezen ervoor om leerlingen individueel of in groepjes aan het werk te zetten achter de computer.
- Meestal wordt een gehele les aan het werken met een applet besteed. Zorg ervoor dat je een alternatieve applet/opdracht achter de hand hebt voor het geval leerlingen eerder klaar zijn.
- Een applet wordt veelvuldig ingezet voor de training van vaardigheden. Denk ook aan het inzetten van een applet op individuele basis voor extra oefening of het wegwerken van achterstanden.

- Een schriftelijke uitleg op een werkblad met extra opdrachten, voorkomt veelvuldig dezelfde vragen bij de opstart van de les. Daarnaast kunnen de extra opdrachten bijdragen aan de reflectie op de theorie.
- Het voorbereiden van een appletles kost in eerste instantie extra tijd. Probeer daarom samen te werken met collega's, zodat de pijn gedeeld wordt.
- Begin op tijd, en maak een overzicht van goede applets en kijk dan waar je ze kunt gebruiken.

Reflectie op ons onderzoek

Onderzoeksaanpak

Aanvankelijk was het de bedoeling om naast het verzamelen van ervaringen van docenten en leerlingen ook zelf ervaring op te doen met het werken met applets. Het plan was om in onze drie klassen 4havo aan de slag te gaan met applets. Alledrie behandelden we een hoofdstuk over toenamedigrammen en differentiequotienten. Uiteindelijk is het er niet van gekomen om bij dit onderwerp een appletles in te zetten. Wij hebben aan den lijve ondervonden dat er niet een toepasbare applet beschikbaar was. En ook wij hebben te maken met het curriculum dat vol zit: een les experimenteren kost te veel tijd. Als docent, zeker in de beginfase van je schoolcarrière, wil je je lessen zo goed mogelijk geven. Daar pasten bij dit onderwerp applets op dit moment niet in.

Enquête niet de beste manier

Doordat we relatief weinig reacties hebben gekregen op onze enquête hadden we waarschijnlijk meer informatie over het docentengedeelte kunnen behalen door het doen van diepte-interviews. Mogelijk hadden we op die manier meer praktische do's en don'ts kunnen vinden. Alle gebruikers van applets die we kennen, zijn nauw betrokken bij het Freudenthal Instituut. Zij zijn dus niet geheel onafhankelijk. We hadden daarom in eerste instantie niet voor interviews gekozen.

Docentenenquête

Wij zijn blij met de reacties die we op de enquête hebben gekregen. In de WiskundeE-brief van 19 april 2009 heeft een oproep gestaan om onze docentenenquête over applets in de wiskundeles in te vullen. Ondanks dat deze digitale nieuwsbrief naar circa 2350 adressen gestuurd wordt, kregen wij maar enkele reacties. Dit viel ons tegen en noodzaakte ons ook zelf de enquête in te vullen en collega's aan te sporen hetzelfde te doen.

Bij het verwerken van de enquête bleek dat er in de laatste fase van het opstellen van de vragenlijst geschoven was met vragen, waardoor één vraag geen logische inhoud meer had. De antwoorden die waren gegeven, hebben we nog wel kunnen gebruiken, maar de eigenlijke bedoeling van de vraag was weg. Het ging over de vraag of 'het verschil merkbaar blijft', waarbij het in de (definitieve) enquête niet duidelijk was om welk verschil het eigenlijk ging.

Bij het verwerken van de enquête was het lastig dat docenten soms woordelijke aanduidingen hadden opgegeven ('veel', 'soms'), daar waar wij een getallen-waarde in minuten wilde hebben. We hadden dat dus explicieter moeten aangeven of kunnen bij een volgende versie van de enquête (digitaal) een getallen-waarde afdwingen.

Tijdens het schrijven van het artikel vroegen we ons af waarom sommige (veel) docenten nu juist géén applets gebruiken. We kwamen er achter dat het handig was geweest in de enquête twee 'wegen' in te bouwen: één voor mensen die wél met applets hebben gewerkt en één voor mensen die dat níet hebben gedaan omdat ze of naar een geschikte applet gezocht hebben of om een andere

reden niet met applets hebben gewerkt. De informatie over het tweede was nu niet goed uit de enquête te halen.

Leerlingen

Voor de enquêtes bij de leerlingen was er een grote, maar wel eenzijdige groep beschikbaar. Er is voor appletlessen gekozen vooral om docenten een goed overzicht te geven van wat de leerlingen kunnen zonder dat het veel nakijkwerk kost. Voor de leerlingen hebben we absoluut niet maximaal gebruik gemaakt van de mogelijkheden die applets kunnen bieden om de lessen voor hen aantrekkelijk te maken. De leerlingenquête geeft nu geen duidelijk beeld en uit eigen ervaring weten we dat leerlingen over het algemeen veel positiever zijn over appletlessen. Daarnaast had de enquête misschien ook beter later voorgelegd kunnen worden aan de leerlingen, wanneer de ze de kans hadden gekregen om te wennen aan de applet. We hadden de indruk dat sommige leerlingen negatiever antwoordden dan nodig, omdat ze moeite hadden met het invullen van antwoorden in de applet.

De leerlingen hebben ook vooraf een instaptoets gemaakt en zullen achteraf nogmaals getoetst worden. De laatste toets werd te laat afgenomen om nog meegenomen te kunnen worden in ons artikel. De verschillen tussen start- en eindniveau van de leerlingen zouden wel een waardevolle aanvulling zijn geweest op het onderzoek.

Discussie en vervolgonderzoek

Verder onderzoek is nodig om meer inzicht te geven in een 'best practice' voor de appletles. Wij hebben ervaringen van docenten verzameld om te onderzoeken hoe applets effectief ingezet kunnen worden in de wiskundeles. Hoewel docenten voornamelijk positief zijn over de applets, is het moeilijk om een algemene aanpak te extraheren uit hun ervaringen. De meerderheid van de appletlessen wordt voorafgegaan door uitleg van theorie en werking van de applet. Verder lijkt elke docent, wellicht net als in een normale les, zijn eigen manier van aanpak te hebben. Werkbladen of schriftelijke uitleg worden nauwelijks gebruikt, terwijl dit wel wordt aangeraden vanuit de literatuur. Deze aanbeveling willen wij onderschrijven door onze eigen ervaringen. In de praktijk bleek een werkblad de opbrengst van de les te kunnen vergroten doordat het doel van de les in het werkblad kan worden uitgelegd en de reflectie op de les kan vergroten door het stellen van reflectievragen. Daarnaast kan een werkblad ervoor zorgen dat leerlingen met name in het begin minder opstartproblemen ervaren. Het lijkt ons dan ook interessant om te onderzoeken welke redenen docenten hebben om juist wel of juist niet een werkblad te gebruiken en aan welke eisen een werkblad moet voldoen om de in de literatuur beloofde toegevoegde waarde te bieden.

Opvallend is het grote aantal docenten dat applets inzet voor vaardigheidstraining. Voor het vergroten van inzicht, extra oefening, en met name toetsing en de introductie van de lesstof worden applets veel minder ingezet. Verder onderzoek is nodig naar de aard van de beschikbare applets. Voldoen deze het meeste aan de eisen voor vaardigheidstraining of staan we onvoldoende stil bij het inzetten van applets voor andere doeleinden?

Om de voorbereidingstijd voor docenten te verkorten en het gebruik van applets te bevorderen, willen wij aanraden dat er meer overzicht komt in de beschikbare applets. Naast de applets van de DWO circuleren op internet veel applets gebouwd door docenten zelf. Wij pleiten voor een algemene database waar applets eenvoudig gevonden kunnen worden door docenten, bij voorkeur samen met werkbladen en docentenhandleiding.

Door het lage aantal reacties dat wij gekregen hebben op onze docentenenquête vermoeden wij dat slechts een klein percentage van de docenten in de wiskundeles gebruik maakt van applets. De mogelijkheden die applets bieden rechtvaardigt volgens ons een onderzoek naar de redenen hiervan en het zoeken van oplossingen hiervoor. Uit onze eerdere ervaringen met het implementeren van nieuwe ideeën en concepten weten we dat naast een aantal enthousiaste early adapters, voldoende tijd en aandacht noodzakelijk is om de implementatie te laten slagen. En juist voldoende tijd ontbreekt vaak. Wij raden de schoolleiding

dan ook aan om docenten tijd te geven om de ICT-mogelijkheden in de wiskundeles te onderzoeken. Deze tijdsinvestering wordt ons inziens later ruimschoots terugverdiend door betere resultaten en afwisselendere lessen. Zeker in een tijd waarin meer aandacht wordt gevraagd aan het opdoen van vaardigheden.

Literatuurlijst

- Boon, P.B.J. en Drijvers, P.H.M. (2005) *Algebra en applets, leren en onderwijzen*. Utrecht: Freudenthal Instituut en ICO-ISOR Onderwijsresearch.
- Cuoco A.A. en Goldenberg, E.P. (1996) *A role for technology in mathematics education*. Journal of Education, volume 178(2), 15-32.
- Doorman, L.M., Boon, P.B.J., Drijvers, P.H.M. & Gisbergen, S. van (2006). *Het ligt aan de belminuten hoeveel eruit komt*. Nieuwe Wiskrant. Tijdschrift voor Nederlands Wiskundeonderwijs, 26(3), pp. 42-146
- Drijvers, P.H.M. en Zwaneveld, B. (2008) *Van knoppen naar kennis*. Afkomstig van <http://www.fi.uu.nl/elwier/materiaal/handboek/documents/2008-10-13KnoppenKennis.pdf>
- Drijvers, P.H.M., Doorman, L.M., Boon, P.B.J., Gisbergen, S. van, Gravemeijer, K.P.E. (2007). *Tool use in a technology - rich learning arrangement for the concept of function*. In D. Pitta-Pantazi, G. Phillippou (Eds.), Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Cerme 5, 1389-1398. Nicosia, Cyprus: University of Cyprus.
- Drijvers, P.H.M. (2005). *Learning algebra in a computer environment*. International Journal of Technology in Mathematics Education, 11(3), pp. 77-89.
- Kieran, C. en Drijvers, P.H.M. (2006) *The co-emergence of machine techniques, paper-and-pencil techniques and theoretical reflection: a study of CAS use in secondary school algebra*. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 11(2), 205–263.
- Kramer, J. 'Eindelijk tijd voor iets extra's'
- Noss, R. (1988) *The computer as cultural influence in mathematical learning*. Educational Studies in Mathematics, 19(2), 251-268.
- *Use to learn, naar zinnige integratie van ICT in het wiskundeonderwijs*. (2008), eindrapport werkgroep ICT, vernieuwingscommissie cTWO. Afkomstig van <http://www.fi.uu.nl/ctwo/publicaties/docs/UseToLearn.pdf>

Bijlage 1: Docentenenquête

Applets zijn computerprogramma's die je vanuit een webpagina kunt starten en niet op een computer geïnstalleerd hoeven te worden. Voor het inzetten van een applet in de klas is alleen een computer met een internetverbinding nodig. Wij onderzoeken hoe applets effectief ingezet kunnen worden tijdens de wiskundeles. In deze enquête vragen we naar uw ervaringen met applets.

Allereerst stellen we u een aantal algemene vragen. U mag de enquête natuurlijk ook anoniem invullen.

Wij willen u vragen om bij het beantwoorden van alle vragen een specifieke les of lessenserie in gedachten te houden.

Docent:

School:

Klas:

Lesmethode/boek:

Onderwerp:

Applet:

Het gebruik van de applet

Hieronder staan een aantal mogelijkheden om een applet in te zetten in de klas. Kunt u voor elke optie aangeven hoeveel tijd u de applet op deze manier hebt ingezet.

..... Klassikaal door docent

..... Leerlingen individueel achter pc

..... Leerlingen in groepjes achter pc

..... Huiswerk opdracht

..... Aanvullende lesstof voor enkele leerlingen

..... Anders namelijk:

Met welk doel heeft u de applet gebruikt?

- a vaardigheidstraining
- b extra oefening
- c introductie lesstof
- d vergroten inzicht
- e toetsing
- f anders, namelijk.....

De applet

Heeft u een bestaande applet gebruikt of heeft u de applet zelf ontwikkeld?

- a Ik heb een bestaand applet gebruikt.
- b Ik heb een bestaand applet gebruikt, maar heb deze iets aangepast.
- c Ik heb het applet zelf ontwikkeld.

Heeft u de applet alleen in uw eigen lessen gebruikt of hebben uw collega's ook gebruik gemaakt van de applet?

- a Ik heb de applet alleen in mijn eigen lessen gebruikt.
- b De applet is ook door een of twee van mijn collega's gebruikt.
- c De applet is ook door drie of vier van mijn collega's gebruikt.
- d De applet is ook door vijf of meer van mijn collega's gebruikt.

Bent u tevreden over de applet dat u gebruikt heeft?

- a Ja, ik zou de applet de volgende keer weer zo gebruiken.
- b Redelijk, ik zou de volgende keer graag wat aanpassen aan de applet.
- c Nee, een volgende keer zou ik de applet niet meer gebruiken.

Hieronder staan een aantal activiteiten genoemd, zou u voor elke activiteit willen aangeven hoeveel tijd het u ongeveer gekost heeft.

- Tijd voor het vinden van het applet
- Tijd die u nodig heeft gehad voor het leren omgaan met de DWO, dus die een ervaren gebruiker niet meer nodig zal hebben
- Tijd voor het maken/aanpassen van een applet
- Tijd voor het documenteren c.q. instrueren van andere collega's
- Tijd voor het oplossen van fouten in de applet
- Andere activiteiten

Indien u zelf een applet heeft gemaakt of aangepast voor een les, vindt u de tijd die u hieraan heeft besteed de moeite waard?

- a Ja, de applet kan gebruikt worden voor meerdere lessen of in de komende jaren.
- b Nee, het maken van de applet kostte meer werk dan verwacht.
- c Anders, namelijk.....

Het overbrengen van de lesstof

Heeft u uitgelegd hoe de applet werkt?

- | | |
|-------------------------------------|--|
| a ja, mondeling vooraf | d ja, schriftelijk verwerkt in de applet |
| b ja, mondeling als er vragen waren | e ja, schriftelijk dmv een aparte instructie |
| c ja, mondeling achteraf | f nee |

Heeft u de wiskunde theorie behorend bij de applet uitgelegd?

- | | |
|-------------------------------------|--|
| a ja, mondeling vooraf | d ja, schriftelijk verwerkt in de applet |
| b ja, mondeling als er vragen waren | e ja, schriftelijk dmv een aparte instructie |
| c ja, mondeling achteraf | f nee |

Leerdoelen van de les

Heeft u het idee dat de leerlingen de stof beter begrijpen door het gebruik van de applet?

- a De leerlingen begrijpen de lesstof beter dan wanneer ik alleen met het boek werk.
- b De leerlingen begrijpen de lesstof ongeveer even goed.
- c De leerlingen begrijpen de lesstof minder goed dan wanneer ik alleen met het boek werk.

Heeft u de resultaten van de leerlingen achteraf getoetst?

- a De leerlingen scoorden beter dan gemiddeld na het werken met de applet.
- b De leerlingen scoorden ongeveer even goed na het werken met de applet.
- c De leerlingen scoorden minder goed dan gemiddeld na het werken met de applet.
- d De leerlingen zijn achteraf niet getoetst.

Lesplanning

Hoe heeft u de tijdsplanning ervaren tijdens de appletles?

- a De applet kostte meer tijd dan ik verwacht had.
- b Ik kon goed inschatten hoeveel tijd de leerlingen nodig hadden voor de applet.
- c De leerlingen waren minder lang bezig met de applet dan ik verwacht had.

Hoeveel tijd heeft u besteed aan de voorbereiding van uw les (het ontwerpen van de applet niet meegerekend)?

- a Ik had minder voorbereidingstijd nodig dan voor een normale les.
- b Ik had ongeveer evenveel voorbereidingstijd nodig dan voor een normale les.
- c Ik had meer voorbereidingstijd nodig dan voor een normale les.

Klassenmanagement

Heeft u problemen ervaren met betrekking tot orde houden tijdens de appletles?

- a De leerlingen waren moeilijker rustig te houden dan tijdens een normale les.
- b Het klassenmanagement was vergelijkbaar met een normale les.
- c Het was makkelijker om orde te houden dan tijdens een normale les.

Heeft u veel vragen van de leerlingen gekregen tijdens de appletles?

- a De leerlingen stelden meer vragen dan normaal.
- b De leerlingen stelden ongeveer evenveel vragen als normaal.
- c De leerlingen stelden minder vragen dan normaal.

Wat voor soort vragen stelden de leerlingen tijdens de appletles?

- a Voornamelijk praktische vragen met betrekking tot de werking van de applet.
- b Voornamelijk inhoudelijke vragen met betrekking tot de wiskunde achter de applet.
- c Het aantal praktische en inhoudelijke vragen was ongeveer in evenwicht.

Denkt u dat het verschil merkbaar blijft indien u vaker van applets gebruik gaat maken?

- a ja, want.....
- b nee, want.....
- c geen idee.

Ervaringen van leerlingen en docent

Wat is uw indruk van de motivatie van de leerlingen tijdens de appletles?

- a De leerlingen waren enthousiaster aan het werk tijdens dan in een normale les.
- b De leerlingen waren ongeveer even goed aan het werk als in een normale les.
- c De leerlingen werkten minder goed dan in een normale les.

Vind u dat u als docent een andere rol heeft tijdens een appletles?

- a Ja, de leerlingen werken zelfstandiger. Mijn rol was meer begeleidend.
- b Nee, de leerlingen hebben nog steeds uitleg nodig.

Wat vond u zelf van de appletles?

- a Ik geef liever les zonder een applet.
- b Ik vond het werken met de applet leuk ter afwisseling.
- c Ik zou meer lessen willen geven aan de hand van een applet.

Randvoorwaarden

Heeft u computerproblemen ervaren tijdens de appletles?

- a De leerlingen hebben weinig tot geen computerproblemen ervaren.
- b De leerlingen hebben wel last gehad van computerproblemen, maar niet dusdanig dat het de les ernstig verstoort.
- c De computerproblemen verstoorde mijn les.

Indien er problemen waren, kunt u ze benoemen en aangeven of u deze een volgende keer kunt voorkomen?

.....
.....
.....

Tips

Heeft u nog op- of aanmerkingen over het gebruik van applets die voor ons onderzoek van belang kunnen zijn? Wij stellen uw praktische tips zeer op prijs!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Bijlage 2: Leerlingenquête

Klas: (vooraf in te vullen door docent)

School:

Docent:

Onderwerp:

Applet:

Bewering	helemaal mee oneens	mee oneens	neutraal	mee eens	helemaal mee eens	Nvt
Ik heb wat geleerd van deze applet*.	0	0	0	0	0	0
Ik ben meer met wiskunde bezig geweest dan in een gewone les.	0	0	0	0	0	0
Ik begrijp de lesstof beter na het werken met deze applet.	0	0	0	0	0	0
Ik vind het werken met applets leuk.	0	0	0	0	0	0
Ik zou in de wiskundeles vaker willen werken met applets.	0	0	0	0	0	0
Ik vind de sommen van de applet moeilijk.	0	0	0	0	0	0
Ik had deze sommen liever uit het boek gemaakt.	0	0	0	0	0	0
De applet past bij de lesstof uit het boek.	0	0	0	0	0	0

* Een applet is een computerprogramma dat je vanuit een webpagina kunt starten

Op- of aanmerkingen om de les te verbeteren:

.....

.....

.....

.....