



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Perspectives on an integrated computer learning environment

Heck, A.J.P.

Publication date
2012

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Heck, A. J. P. (2012). *Perspectives on an integrated computer learning environment*. Can Uitgeverij.

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Perspectieven op een geïntegreerde computer-leeromgeving

Dit proefschrift betreft mijn werkzaamheden op het terrein van onderzoek en ontwikkeling in de afgelopen tien jaar dat zich richtte op het verbeteren van de bijdrage van ICT aan het leren van wiskunde en natuurwetenschappen in een onderzoeksgerichte aanpak op middelbare-schoolniveau. Aan de ene kant trachtte ik bij te dragen aan inzicht in de rol van ICT in kwantitatief wiskundig modelleren, pragmatisch gedefinieerd als een studie van wiskundige modellen met behulp van ICT-gereedschappen teneinde greep te krijgen op natuurlijke fenomenen en echte gegevens te interpreteren. Aan de andere kant trachtte ik bij te dragen aan de ontwikkeling van een open, op activiteiten gerichte computeromgeving die de gebruikers een veelzijdige verzameling van geïntegreerde gereedschappen biedt voor een studie van natuurlijke fenomenen, wiskunde, natuurwetenschappen en techniek. In het bijzonder trachtte ik bij te dragen aan de ontwikkeling van een geïntegreerde computer-leeromgeving door aanbevelingen te doen met betrekking tot het functionele ontwerp op basis van experimenten in de klas en voorbeeldactiviteiten, en door verkenning en analyse van educatieve behoeften en mogelijkheden, in het bijzonder betreffende onderzoeksactiviteiten. Het tweede doel van de experimenten in de klas was het onderzoeken hoe ICT kan bijdragen aan de realisatie van praktische opdrachten die gelijkenis vertonen met toegepaste wiskunde en de natuurwetenschappelijke praktijk. Dit is hoe ik het authentieke karakter van praktische opdrachten hoofdzakelijk interpreteerde: activiteiten waarin leerlingen onderzoek doen op eenzelfde manier als wetenschappers en vaklieden te werk gaan en waarin ze gereedschappen van hoge kwaliteit inzetten die lijken op professionele gereedschappen, maar wel ontworpen zijn voor onderwijsdoelinden.

De reikwijdte van mijn studie beperkte zich tot didactische en software-ontwerpperspectieven op het gebruik van ICT in onderzoeksactiviteiten waarin leerlingen wiskundige en natuurwetenschappelijke geletterdheid ontwikkelen. De aandacht richtte zich hoofdzakelijk op ICT-ondersteunde praktische opdrachten en onderzoeksprojecten op vwo-niveau, waarin scholieren leerden om hun wiskundige en natuurwetenschappelijke kennis toe te passen en te verdiepen en waarin zij werkten op manieren die lijken op de wijzen waarop wetenschappers en vaklieden verschijnselen bestuderen. Richtinggevende vragen waren:

- Hoe kan het gebruik van ICT en in het bijzonder van een geïntegreerde computerleeromgeving bijdragen aan de realisatie van uitdagende, vakoverstijgende praktische opdrachten van goede kwaliteit waarin vwo-studenten kunnen omgaan met echte gegevens, wiskundige methoden en technieken kunnen toepassen, hun wiskundige en natuurwetenschappelijke kennis en vaardigheden kunnen verbeteren, en hun wiskundige en natuurwetenschappelijke geletterdheid kunnen vergroten?
- Welke geïntegreerde gereedschappen zou de computerleeromgeving moeten bieden voor onderwijs in wiskunde en natuurwetenschappen in een onderzoeksgerichte aanpak? Wat zijn de benodigdheden vanuit wiskundig standpunt en sluiten zij aan bij de eisen vanuit natuurwetenschappen?

Met andere woorden, de twee hoofdresultaten waarop ik me in mijn studie richtte waren: (1) een beter begrip van hoe, waarom en in welke mate ICT-gereedschappen leerlingen kunnen ondersteunen bij het leren en uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek; en (2) meer inzicht in wat komt kijken bij het ontwikkelen van een geïntegreerde computeromgeving voor het leren van wiskunde en natuurwetenschappen in een onderzoeksgerichte aanpak; een leeromgeving waarvan de bruikbaarheid in onderwijspraktijk beproefd wordt. In beide verkenningen gebruikte ik een specifieke computeromgeving, namelijk COACH, om lessen te trekken uit het ontwikkelen van ICT-gereedschappen die geïntegreerd zijn in een open, op activiteiten gerichte, multimediale auteursomgeving voor onderwijs in wiskunde en natuurwetenschappen, en om lessen te trekken uit het verkennen van hun bruikbaarheid in specifieke praktische opdrachten voor vwo-leerlingen, in voorbeeldactiviteiten en in bruikbaarheidsstudies.

In mijn werk waren onderzoek en ontwikkeling met elkaar verweven. De aandacht richtte zich op het werken met echte gegevens door leerlingen en op het ontwerp van ondersteunende gereedschappen. De intentie was om de kloof tussen onderwijs in wiskunde en natuurwetenschappen op school aan de ene kant en modern onderzoek aan de andere kant te overbruggen door het aanreiken van een bruikbare computeromgeving voor onderwijs in wiskunde en natuurwetenschappen in een onderzoeksgerichte aanpak. Het kader voor mijn werkzaamheden op het terrein van onderzoek en ontwikkeling werd gevormd door elementen uit ontwikkelingsonderzoek, case-based ontwerp van educatieve software, kaders voor het gebruik van meervoudige representaties, kaders voor het evalueren van onderzoeksactiviteiten van leerlingen en schematische beschrijvingen van het modelleringsproces.

Hoofdstuk 1, waarin ik mijn studie introduceer, is als volgt opgebouwd. Ten aanzien van de motivering en reikwijdte van mijn werkzaamheden op het terrein van onderzoek en ontwikkeling beschrijf ik de belangrijkste onderdelen van de pluriforme context van mijn studie. Te dien einde presenteer ik in de eerste paragraaf de onderwijscontext, in het bijzonder de veranderingen in de Nederlandse curricula in voorbereidend wetenschappelijk onderwijs in wiskunde en natuurwetenschappen gedurende het laatste decennium. In de tweede paragraaf ga ik kort in op eerdere werkzaamheden op het terrein van onderzoek en ontwikkeling bij AMSTEL (Amsterdam Mathematics Science and Technology Education Laboratory) dat de basis legde voor mijn studie. In de derde paragraaf verwijst ik naar de pluriformiteit van ICT-gereedschappen voor vwo-onderwijs in wiskunde en natuurwetenschappen en op de verschillen tussen ICT-gebruik in deze disciplines, die een onderzoek naar de mogelijkheden van een geïntegreerde computeromgeving voor het leren en doen van wiskunde en natuurwe-

tenschappen rechtvaardigen. In de vierde paragraaf beschrijf ik de doelstellingen en opzet van mijn werkzaamheden op het terrein van onderzoek en ontwikkeling. Ten slotte schets ik de opbouw van dit proefschrift.

Hoofdstuk 2, waarin ik rapporteer over de resultaten van experimenten in de klas met computerondersteunde praktische opdrachten, is als volgt opgebouwd. In de eerste inleidende paragraaf leg ik uit hoe de rapportages in verdere paragrafen samengesteld zijn uit artikelen die gepubliceerd zijn in conferentieverlagen en tijdschriften. De artikelen staan samen met bijpassende instructiematerialen op de CD-ROM, die onderdeel is van de gepresenteerde werkzaamheden op het terrein van onderzoek en ontwikkeling. Omdat het onderzoekskader en de onderzoeksmethodologie in de gevalstudies veel met elkaar gemeen hadden bespreek ik deze aspecten van de gevalstudies beknopt in de inleiding. De studies in de klas zijn gegroepeerd op basis van het onderwerp van het leerlingenonderzoek en op basis van de kenmerken van het ICT-gebruik. Dit leidde tot de volgende indeling: (1) het werken van leerlingen met echte data, tabellen en grafieken in de context van de menselijke groei; (2) onderzoek naar vormen van echte voorwerpen door middel van digitale beeldanalyse en wiskundige modellering; (3) video-analyse van de menselijke voortbeweging. (4) video-gebaseerde praktische opdrachten op vmbo tl-niveau; (5) spreadsheet-gebaseerde leerlingenonderzoek in de context van overlevingsanalyse van klinische gegevens en in de context van werken met weergegevens; (6) computer-gebaseerd modelleren in het kader van kwantitatieve farmacologie, en in het bijzonder in de context van alcoholmetabolisme; en (7) de combinatie van video-analyse en computer-gebaseerd modelleren in een studie van stuiterballen. Ik rapporteer hoofdzakelijk over het leerlingenwerk en het gebruik van ICT in de hierboven vermelde praktische opdrachten.

In hoofdstuk 3 presenteer ik verkennende gevalstudies over het werken met echte gegevens in praktische opdrachten waarin gebruik gemaakt wordt van de breed inzetbare computeromgeving COACH 6. De gepresenteerde gevalstudies zijn veldexperimenten en bruikbaarheidsstudies die onderdeel waren van mijn werkzaamheden op het gebied van ontwerp en implementatie van een geïntegreerde computeromgeving voor het leren van wiskunde en natuurwetenschappen in een onderzoeksgerichte aanpak. Deze studies dienden in feite verschillende doelen: (1) Ze waren bedoeld om inzicht te krijgen in de behoeften voor authentiek onderzoek door middelbare scholieren. (2) Ze hielpen me het opstellen van de eisen aan een geïntegreerde computer-leeromgeving vanuit wiskundig oogpunt. (3) Ze dienden om de bruikbaarheid en de reikwijdte van (prototypische) implementaties van specifieke gereedschappen voor het verzamelen, verwerken en analyseren van gegevens te testen. (4) Ze gaven een indruk van de mogelijkheden van ICT ten aanzien van de realisatie van uitdagende, vakoverstijgende praktische opdrachten waarin middelbare scholieren zich bezig hielden met activiteiten zoals experimenteren, verzamelen van gegevens, en analyseren van gegevens op vrijwel dezelfde manier als wetenschappers en vaklieden te werk gaan. In hoofdstuk 3 heb ik een selectie gemaakt uit mijn reeks van artikelen en een korte beschrijving van hun inhoud gegeven. Hoewel de meeste artikelen voorbeelden bevatten van geïntegreerd gebruik van meerdere hulpmiddelen, zijn ze wel ingedeeld op basis van de meest in het oog springende gebruik van gereedschap. Dit leidde tot de volgende indeling van het hoofdstuk: (1) een overzicht van typen van activiteiten, (2) digitale beeld- en video-analyse; (3) modelleren; (4) een combinatie van meten met sensoren, aansturing van de experimenten en video, en (5) een combinatie van video-analyse en modelleren.

In hoofdstuk 4 recapituleer en bespreek ik de resultaten en conclusies van de gerapporteerde werkzaamheden op het terrein van onderzoek en ontwikkeling. Ik ga in op de belangrijkste aspecten van wetenschappelijk onderzoek en authenticiteit die in de gevalstudies aan de orde kwamen en ik ga in op het ontwerp van gereedschappen in een geïntegreerde computeromgeving voor onderwijs in wiskunde en natuurwetenschappen in een onderzoeksgerichte aanpak. Mijn reflectie op de uitkomsten van de verkennende gevalstudies is dus merendeels gericht op het beantwoorden van de twee vragen die richting gaven aan mijn werkzaamheden op het terrein van onderzoek en ontwikkeling. Ten slotte reflecteer ik op mijn werk als geheel en ga ik in op mogelijke implicaties voor vervolgonderzoek en verder ontwikkelwerk.