

<!Element artikel, nummer 2, mei 2003

## **Educational Modelling Language: metamodel voor onderwijs**

door Jocelyn Manderveld & Hans Hummel  
{jocelyn.manderveld | hans.hummel}@ou.nl

In het vorige nummer van <!Element heeft u het verslag kunnen lezen van het 17<sup>e</sup> jaarcongres van de SGML/XML Users Group Holland op 13 en 14 november 2002. Daarin werd kort melding gemaakt van de uitreiking van de XML Award 2002 aan het team van de Open Universiteit Nederland, dat Educational Modelling Language ontwikkelde. Deze taal is in februari door IMS geaccepteerd als internationale specificatie voor het beschrijven van onderwijs(-componenten).

Maar wat is nu precies het kenmerkende van deze taal? Wat was de aanleiding voor ontwikkeling ervan, en welke uitgangspunten zijn daarbij gehanteerd? Welke resultaten zijn tot nu in de onderwijspraktijk geboekt en wat moet er nog gebeuren? Op verzoek van de redactie van <!Element proberen de auteurs in dit beschrijvend artikel een antwoord op dergelijke vragen te geven.

### **Aanleiding**

Over de doelmatigheid van het huidige (hogere) onderwijs bestaat de nodige onvrede. Er is behoefte aan nieuwe vormen van leren, zoals competentiegericht leren om de aansluiting met de arbeidsmarkt te verbeteren, maar investeringen in deze nieuwe vormen vinden veelal versnipperd en ongedocumenteerd plaats. Het gebrek aan transparantie van de eigen onderwijspraktijk staat meer structurele innovatie en samenwerking in de weg.

Verbetering zou bereikt kunnen worden door te zoeken naar (pedagogische) overeenkomsten tussen leermaterialen en leerprocessen, en naar gezamenlijke ontwikkeling en hergebruik daarvan. Kan de onderlinge uitwisselbaarheid van deze nieuwe vormen van leren door standaardisatie worden verbeterd zonder dat tegelijkertijd de mogelijkheden van individueel maatwerk voor individuele docenten en onderwijsinstellingen worden beperkt? Wij denken dat het onderling vastleggen van afspraken in zogenaamde leertechnologie specificaties innovatie meer structuur en diepgang zou kunnen geven en zullen dat nader uitwerken (Hummel & Manderveld, 2002).


We moeten allereerst constateren dat er meestal onvoldoende wordt nagedacht over het functioneel gebruik van nieuwe media in het onderwijs, met name als we spreken over e-learning. Waar is de learning in e-learning?

E-learning houdt vele beloften in en zou leerervaringen in een groot scala aan leersituaties mogelijk moeten maken. Leren zou voor velen toegankelijker, effectiever en aantrekkelijker kunnen worden. De beschikking over het internet wordt daarbij door velen als de meest kritische succesfactor gezien. Echter, onderzoek (Clark, 1983, 1986, 1999; Kozma, 1991) toont aan dat niet het medium zélf maar het pedagogisch ontwerp van het gebruik van het medium het succes bepaalt. De huidige, nog prille leertechnologieinitiatieven worden gekenmerkt door een aanpak die vooral is gericht op de technische uitwisselbaarheid of interoperabiliteit van learning objects. Deze learning *object* gecentreerde kijk op e-learning zou naar onze mening moeten evolueren in een meer learning *activity* gecentreerde kijk. De nadruk zou daarbij moeten liggen op het functioneel ontwerpen van leeractiviteiten voor individuen en groepen om bepaalde leerdoelen te bereiken, waarbij wordt gebruik gemaakt van learning objects.

Dergelijke observaties hebben er in 1998 toe geleid dat de Open Universiteit is begonnen aan de ontwikkeling van een notatiewijze of taal voor volledige units of study (leereenheden) in e-learning: Educational Modelling Language (van nu af aan EML). Het begrip 'unit of study' staat voor de kleinste betekenisvolle eenheid waarin leeractiviteiten voor lerenden kunnen worden aangeboden, waarmee één of meerdere leerdoelen kunnen worden bereikt. Zo'n 'gestalt' kan niet verder worden opgebroken in kleinere delen zonder aan betekenis te verliezen. Praktijkvoorbeelden zijn er in allerlei soorten en maten: workshops, practica, cursussen, studieprogrammas, en anderen. Aan elke eenheid ligt een pedagogisch metamodel ten grondslag dat kan worden toegepast op allerlei mogelijk didactische modellen en gebruikssituaties. In het vervolg van dit artikel zal dit model verder worden beschreven en van enkele gebruiksvoorbeelden voorzien. We bespreken nu eerst de uitgangspunten en keuzes die bij de ontwikkeling van EML een rol hebben gespeeld.

## Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten of functionele eisen hebben wij aan de ontwikkeling van onze onderwijsmodelleringstaal EML gesteld (Koper, 2001):

1. *Formalisatie*: EML moet in staat zijn pedagogische modellen formeel te beschrijven op een wijze die door machines leesbaar en automatisch verwerkbaar is. (De eis dat de taal automatisch verwerkbaar moet zijn betekent overigens nog geenzins dat computers de taal begrijpen zonder verdere interpretatie.) Deze eis houdt in dat EML een formele taal is met zijn eigen alfabet, woorden en grammatica. Voor de uitdrukking is gekozen voor de XML (eXtensible Markup Language) specificatie (<http://www.w3.org/XML>) en wel in de vorm van een Document Type Definition (DTD), aangezien schematechnologie destijds nog onvoldoende ontwikkeld was.
2. *Pedagogische flexibiliteit*: EML moet in staat zijn units of study te beschrijven die zijn gebaseerd op verschillende leertheorieën en didactische modellen. Nieuwe vormen van leren en training tekenen het onderwijslandschap van nu, zoals competentiegericht leren (Schlusmans, et al, 1999), collaboratief leren (Dillenbourg & Schneider, 1995), performance improvement aanpakken (Robinson & nson, 1995). De meeste van deze vormen zijn gebaseerd op constructivistische principes (Brown, Collins, & Duguid, 1989). Om deze vormen te ondersteunen moeten e-learning omgevingen rijk, flexibel, en altijd en overal beschikbaar zijn (Scott Grabinger, 1996; Manderveld & Koper, 1999). Echter, de meeste e-learning omgevingen ondersteunen deze variëteit aan didactische modellen niet, en beschikken over geen of eigen (vaak impliciete) didactische veronderstellingen.
3. *Expliciete typering van learning objects*: EML moet in staat zijn de betekenis van verschillende learning objects uit te drukken binnen de context van een unit of study. De semantiek van de taal moet enerzijds voldoende rijk zijn om het verschil tussen bijvoorbeeld een leerdoel en een leeractiviteit aan te geven, en anderzijds niet te veel uitwerking geven aan bijvoorbeeld verschillende typen leeractiviteiten die slechts in bepaalde contexten geldig zijn.
4. *Compleetheid*: EML moet in staat zijn een unit of study compleet te beschrijven, inclusief alle getypeerde learning objects, de relatie tussen de objecten en de activiteiten en workflow van studenten en docenten met deze learning objects.
5. *Reproduceerbaarheid*: EML moet in staat zijn units of study zo te beschrijven dat herhaling van de uitvoering mogelijk is.
6. *Personalisatie*: EML moet in staat zijn aspecten van personalisatie zo te beschrijven, dat leermateriaal en leeractiviteiten kunnen worden aangepast naar voorkeur, voorkennis en behoefte.

7. *Mediumneutraliteit*: De notatie van units of study moet zo mogelijk mediumneutraal zijn, zodat het kan worden gebruikt voor verschillende publicatieformaten, zoals het web, papier, e-books, mobiles, en andere.

8. *Interoperabiliteit en duurzaamheid*: Door het scheiden van een standaard beschrijvingswijze en de interpretatietechniek, kunnen investeringen in het onderwijs onafhankelijk worden van technische veranderingen en conversieproblemen. De meeste e-learning omgevingen ontwikkelen cursussen en slaan deze op in eigen formaten, waarbij uitwisseling met andere omgevingen meest onmogelijk blijkt. Conversie is dan meestal dan enige, tijdrovende en dure mogelijkheid. De meeste upgrades zijn vaak niet backwards compatible en vereisen handmatige omzettingen.

Deze problemen roepen om interoperabiliteit, 'the ability of a system or a product to work with other systems or products without special effort on the part of the customer' (<http://whatis.com>). Onderwijs moet zodanig worden ontwikkeld en beheerd dat het mogelijk is informatie uit te wisselen en te hergebruiken over langere tijd (Miller, 2000).

9. *Compatibility*: EML moet een plaats kunnen krijgen binnen de beschikbare standaarden en specificaties.

10. *Reusability*: EML moet het mogelijk maken bruikbare learning objects te identificeren, isoleren, decontextualiseren en uit te wisselen, en deze in andere contexten te hergebruiken.

11. *Levenscyclus*: EML moet het mogelijk maken units of study te produceren, muteren, bewaren, distribueren en archiveren, evenals de learning objects die ze bevatten.

## Beschrijving model

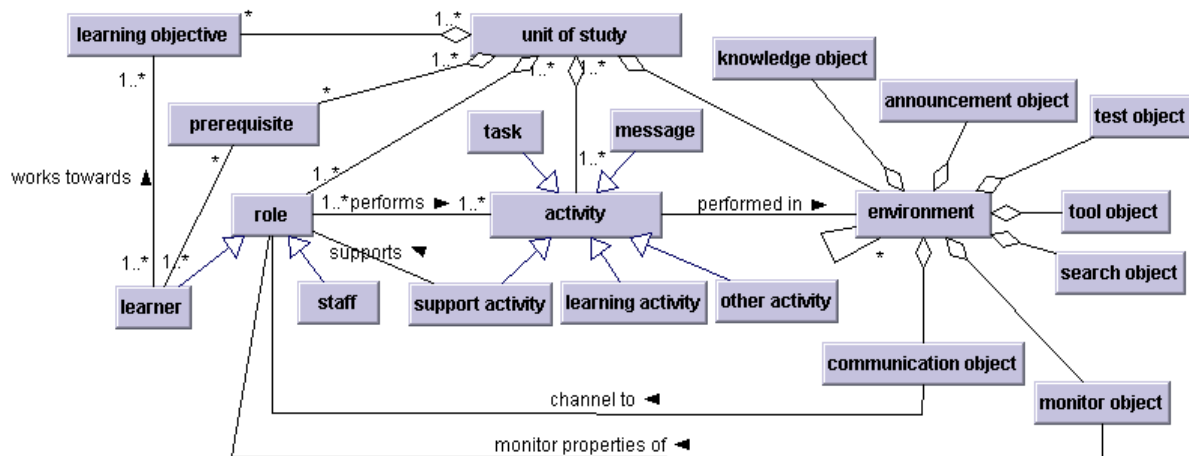
In een vergelijkend onderzoek naar beschikbare onderwijsmodelleringstalen in Europa in opdracht van CEN/ISSS (Rawlings, van Rosmalen, Koper, Rodrigues-Artacho & Lefrere, 2002) is een onderwijsmodelleringstaal gedefinieerd als '*... a semantic information model and binding, describing the content and process within a 'unit of study' from a pedagogical perspective in order to support reuse and interoperability*'.

Op het belang van pedagogische flexibiliteit, de betekenis van units of study, en op de optimale fijnmazigheid van de semantiek is bij voorgaande uitgangspunten reeds gewezen. Deze sectie beschrijft het conceptueel model achter EML waarin deze uitgangspunten zijn gerealiseerd.

Teneinde verschillende leertheorieën en didactische modellen te kunnen ondersteunen, is een *pedagogisch metamodel* ontworpen dat ten grondslag ligt aan de verder uitwerking van EML. De essentie van een metamodel is dat het andere modellen kan modelleren. Specifieke didactische modellen kunnen worden beschreven in termen van het metamodel. Dit betekent dat een metamodel als abstractie functioneert. Het metamodel is gebaseerd op onderzoek en literatuur over leren en instructie (zie bijvoorbeeld Reigeluth, 1987, 1999; Stolovitch & Keeps, 1999). In deze literatuur treffen we honderden meer theoretische of praktische modellen voor leren en instructie aan, zoals project based learning, mastery learning, problem based learning, case based learning, experiential learning, en action learning. Wij hebben vele van deze modellen bestudeerd en geanalyseerd, de grootste gemene deler bepaald en verschillen geïnventariseerd, teneinde tot een algemeen en optimaal metamodel te komen.

Het kleinste autonome onderwijsdeel, de unit of study, is in elk model aanwezig maar kan verschillende vormen aannemen, afhankelijk van de concrete pedagogische functie en leertheoretische benadering. Ook zijn er binnen zo'n eenheid verschillende 'roles' die kunnen worden gedefinieerd, te beginnen met de rol van de student ('learner'). Studenten doen dingen ('activities'), zoals het bestuderen van een boek of het bijwonen van een college. Dit doen ze

altijd in een specifieke context ('environment'), waarin objecten als boeken, docenten, medestudenten, readers aanwezig zijn die leren mogelijk maken. Het leerpad dat een student volgt door een unit of study kan worden aangepast (gepersonaliseerd) aan de voorkennis en wensen van de student, passend bij het studentprofiel. Zo'n profiel bestaat uit een aantal variabele properties, die studenten zelf of andere actoren kunnen veranderen. Afhankelijk van de waarde van een property (bijvoorbeeld: student is nogal praktijkgericht) worden bepaalde teksten dan wel of niet getoond (bijvoorbeeld: een praktijkopdracht).



Figuur 1. Het unit of study model, in een UML klasse diagram

Het algemene unit of study model, zoals weergegeven in figuur 1, gaat er aldus van uit dat personen leren door activiteiten uit te voeren in en in interactie met een (leer)omgeving. De andere veronderstellingen (Koper, 2001) zijn:

1. Als een persoon heeft geleerd is hij in staat (a) nieuwe activiteiten beter uit te voeren in dezelfde of vergelijkbare omgevingen of (b) dezelfde activiteiten uit te voeren in andere omgevingen.
2. Een omgeving bestaat uit een aantal objecten of personen die een zekere samenhang vertonen. Een persoon kan worden aangemoedigd bepaalde activiteiten uit te voeren wanneer (a) dit gelet op zijn voorkennis, persoonlijke omstandigheden en de context mogelijk is, (b) de vereiste omgeving beschikbaar is, en (c) de persoon gemotiveerd is.
3. Hetgeen hier wordt verondersteld voor een persoon, geldt ook voor een groep van personen.

Een specifiek model voor een bepaalde unit of study is het productresultaat van een ontwerpproces, waarin onder meer rekening gehouden moet worden met zaken als (a) de rollen van stafleden en lerenden, (b) leerdoelen en doelgroepen, (c) voorkennis en andere kenmerken van lerenden, (d) het domein en de context van van leren, en (e) de bijbehorende vorm van toetsing. Zie als concrete uitwerking van een unit of study voorbeeld 1.

Uit deze veronderstellingen kan worden geconcludeerd dat de essentie van instructie is studenten te voorzien van een coherente serie activiteiten, inclusief specifieke leeromgevingen, waarmee leren effectief kan plaatsvinden.

(voorbeeld 1: Minicursus EML)

We geven hieronder een voorbeeld van een minicursus over EML gemodelleerd in EML. Deze cursus bestaat uit twee leeractiviteiten om het cursusdoel te bereiken. We benadrukken hier de structuur en onderlinge samenhang van de componenten, en hebben daarom de meeste inhoud voor u weggelaten, alsook de verwijzingen naar bronnen.

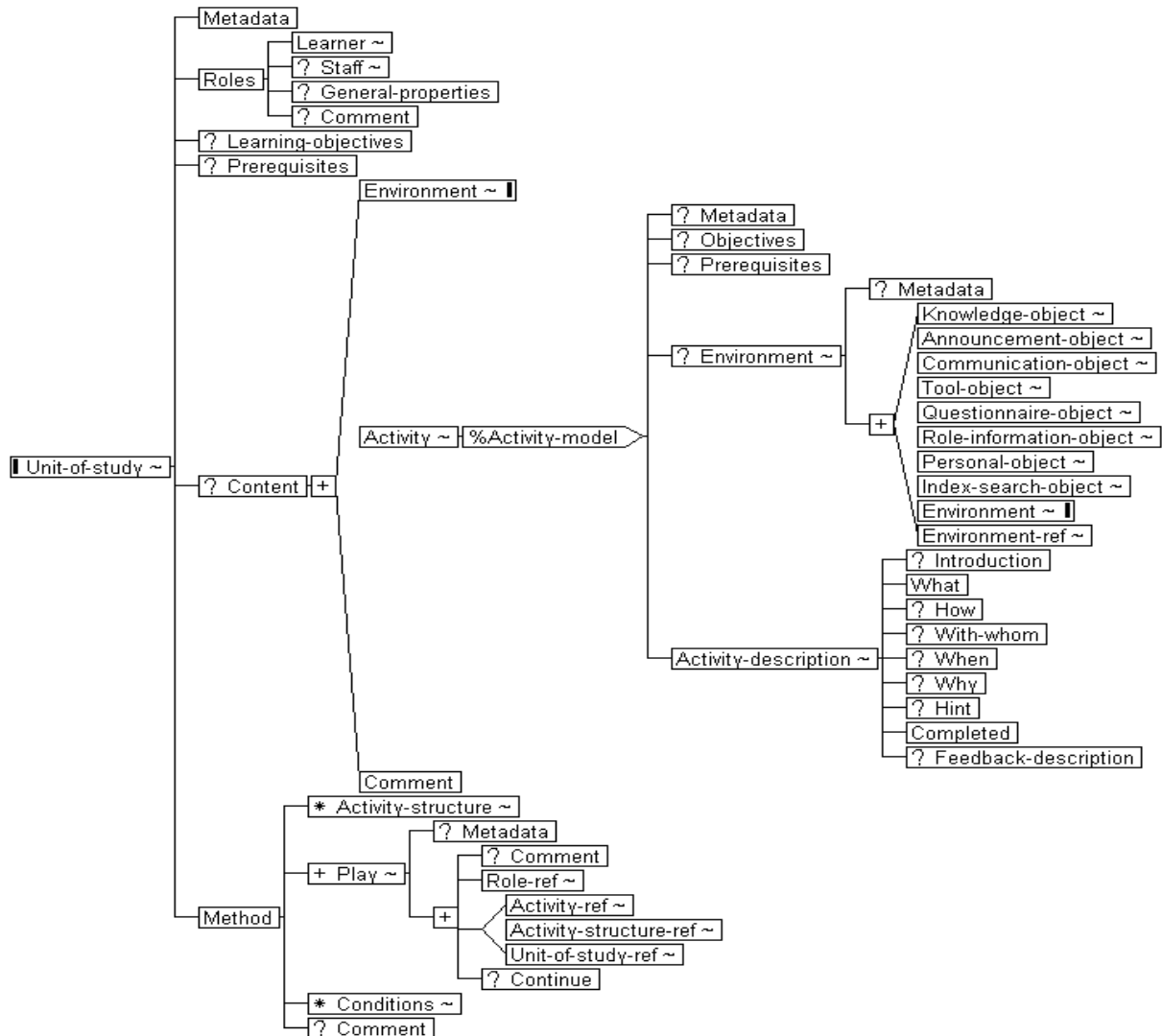
De componenten in de leeromgeving (in het voorbeeld "environment") die nodig zijn voor de uitvoering van de tweede activiteit zijn ook weergegeven. Het bestuderen van dit artikel is de enige leerinhoud (in het voorbeeld "knowledge-object"), die u ter beschikking heeft.

Het voert ook te ver om alle onderdelen van dit voorbeeld van uitleg te voorzien, maar het geeft wel een eerste indruk van EML als een leertechnologiespecificatie op het niveau van complete leereenheden.

```
<Unit-of-study Type="Cursus">
  <Metadata>
    <Title>Introductie in EML</Title>
  </Metadata>
  <Roles>
    <Learner Id="Student"/>
  </Roles>
  <Learning-objectives>
    <Learning-objective>
      <Objective-description> Enig inzicht verkrijgen in het belang van EML
    </Objective-description>
    <Objective-type><Insight/></Objective-type>
  </Learning-objective>
</Learning-objectives>
  <Content>
    <Activity Id="Opdracht 1" >
      <What> <P>Bestudeer eens de website learningnetworks.org van de Open Universiteit en lees een
      paar nieuwsberichten en artikelen daaruit</P>
    </What>
    <Completed><User-choice/></Completed>
  </Activity>
    <Activity Id="Opdracht 2">
      <Environment>
        <Knowledge-object Id="Artikel Element">
          <Metadata><Title> EML : een metamodel voor onderwijs</Title>
          </Metadata>
          <Source><P>Artikel over EML uit &lt;!Element nr 2.....</P>
          </Source>
        </Knowledge-object>
      </Environment>
      <What><P> Bestudeer het artikel over EML uit &lt;!Element nr 2....</P>
      </What>
      <Completed><User-choice/></Completed>
    </Activity>
  </Content>
  <Method>
    <Play>
      <Role-ref Id-ref="Student"/>
      <Activity-ref Id-ref="Opdracht 1"/>
      <Role-ref Id-ref="Student"/>
      <Activity-ref Id-ref="Opdracht 2"/>
    </Play>
  </Method>
</Unit-of-study>
```

De uitgangspunten formalisatie (1), mediumneutraliteit (7), en interoperabiliteit (8) hebben geleid tot de beslissing EML te implementeren als een XML-applicatie (Bray, Paoli, & Sperberg-McQueen, 1998), hetgeen in dit blad geen verdere uitleg behoeft. Als uitdrukkingvorm is gekozen voor een vertaling naar een XML document type definition (DTD). Deze DTD bepaalt het formaat waaraan alle EML-bestanden moeten voldoen.

Alle elementen (totaal bijna 400) en attributen van EML staan beschreven in de reference manual (Hermans, Koper, Loeffen, Manderveld & Rusman, 2000) ; de belangrijkste en hun relaties staan weergegeven in het DTD in figuur 2.



Figuur 2. Een deel van de DTD met de belangrijkste elementen van EML

## Gebruik

Natuurlijk eerst zien, en dan pas geloven. De uitgangspunten en het pedagogisch metamodel hebben geresulteerd in een versie van EML die eind 2000 als open source beschikbaar is gesteld. Daarnaast is Edubox™ ontwikkeld als referentiesysteem waarmee in EML ontwikkelde units of study daadwerkelijk kunnen worden getest, afgespeeld en gevalideerd. De laatste jaren zijn inmiddels, zowel binnen als buiten de Open Universiteit (Consortium Digitale Universiteit, Hogere Hotelschool Maastricht, Universiteit Zuid-Afrika, Penn State University, en anderen), vele duizenden cursussen ontwikkeld in EML en geïmplementeerd in Edubox™, in een veelheid van instructievormen en modellen (zie voorbeeld 2).

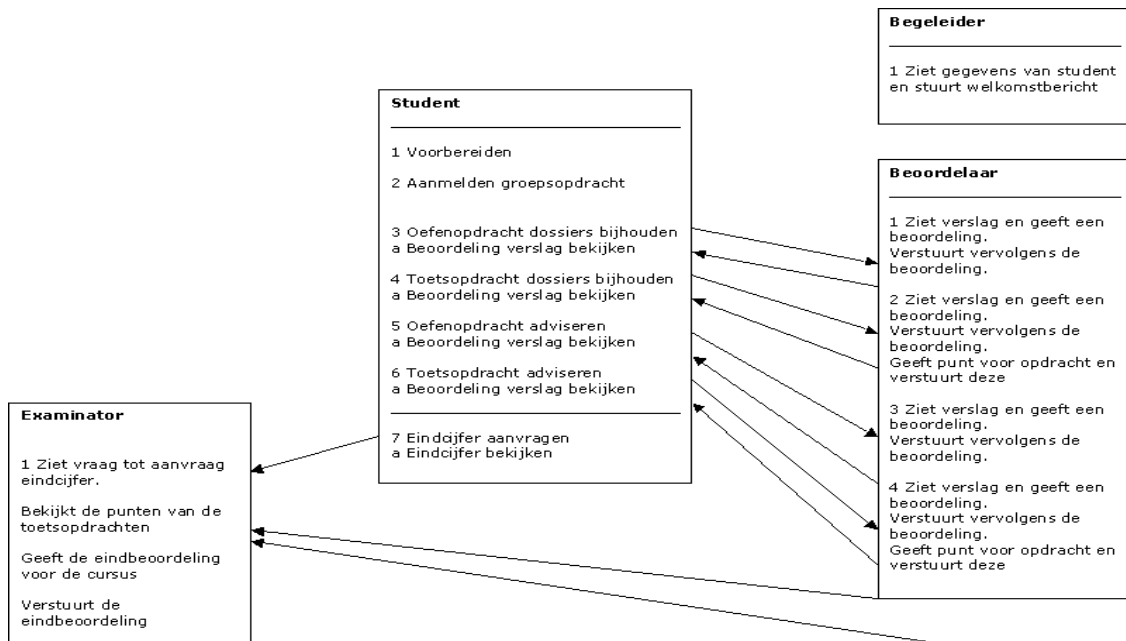
We kunnen dus nu achteraf goed bepalen in hoeverre de belangrijkste uitgangspunten praktisch zijn gerealiseerd met EML.

(voorbeeld 2: Cursus Public Administration)

In de competentiegerichte afstandscursus Public Administration moeten studenten twee competenties verwerven: adviseren en anticiperen. Maakten studenten vroeger een MC-examen nadat ze een boek hadden bestudeerd, nu moeten ze aantonen dat ze de competenties hebben verworven.

De cursus wordt via internet beschikbaar gesteld, maar studenten ontvangen tevens een CD met aanvullende informatie. De cursus is succesvol gemodelleerd in EML en door een groep bedrijfskundestudenten van de Open Universiteit bestudeerd via Edubox™.

In deze cursus zijn er drie belangrijke actoren met eigen rollen: student, begeleider en examinator. Het complete scenario staat beschreven in onderstaande figuur 2.



Figuur 2. Multi-rollenspel en activiteiten bij cursus Public Administration

De student start met een voorbereidende activiteit (1), waarbij hij informatie over de cursus krijgt en kiest hoe deze te bestuderen. Op dat moment zijn de andere activiteiten nog niet beschikbaar. Na zijn keuzes (bijvoorbeeld: wel of geen voorbeelden zien) krijgt student vier activiteiten (2-5) te zien: twee praktijkopdrachten en twee testopdrachten. De student bepaalt of hij met adviseren of anticiperen begint, en of hij met een praktijk- of testopdracht begint. Een praktijkopdracht kan een student zo vaak doen als hij wil, en krijgt daarbij elke keer feedback van de docent

Om de activiteiten te kunnen uitvoeren interacteert student met medestudenten. Bovendien ontvangt hij cases, hints en achtergrondinformatie, die bestudeerd kunnen maar niet hoeven te worden. Het enige wat wel moet worden gedaan is het schrijven van rapporten waaruit de twee competenties moeten blijken. In het studentportfolio wordt voor iedere student bijgehouden welke opdrachten zijn gedaan en met succes afgerond, en welke feedback is gegeven.

De begeleider geeft behalve feedback ook cijfers voor de rapporten, en stuurt deze door aan de examinator die het eindcijfer bepaalt. Deze cijfers blijven tot het eind van de cursus onzichtbaar voor de student; deze ziet dan alleen het eindcijfer.

Vanuit de gegeven beschrijving en voorbeelden zal duidelijk zijn dat EML erin slaagt een geformaliseerde taal te bieden (1) waarbij de nadruk ligt op de betekenis van het onderwijsontwerp en niet op de technische aspecten (3). Een runtime systeem als Edubox™ kan EML-bestanden interpreteren en leerinhoud op een gepersonaliseerde manier (6) uitleveren in verschillende concrete onderwijsomgevingen. De keuze EML als XML-applicatie te ontwikkelen ondersteunt de eisen aan interoperabiliteit (8), compatibiliteit (9), en mediumneutraliteit (7). EML is de laatste twee jaar geschikt gebleken units of study in een

grote variëteit aan didactische modellen te kunnen modelleren (2, 3, 4), inclusief de meer ingewikkelde zoals competentiegerichte onderwijsvormen (zie voorbeeld 2).

EML heeft tenslotte bewezen reproduceerbaar en duurzaam (10, 11) te zijn. Bij volgende versies bleek het mogelijk geautomatiseerde conversieslagen te maken, waarmee het materiaal kan worden geupgrade, waardoor de investeringen in cursusontwikkeling konden worden veilig gesteld.

## Huidige status en vervolg

EML is in 2001 binnen het IMS Global Learning Consortium (Instructional Management Systems) genomen als uitgangspunt voor een specificatie voor het maken van een compleet leerontwerp. Recentelijk (februari 2003) is deze IMS Learning Design Specification (LD) goedgekeurd (zie [www.imsglobal.org/learningdesign/index.cfm](http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.cfm) voor de volledige documentatie). De keuze voor EML/LD als de facto standaard betekent een belangrijke revolutie binnen de wereld van de leertechnologiespecificaties. Het biedt tegenwicht aan de huidige trend vooral elektronische leeromgevingen te ontwerpen voor eenzame lerenden die vooral tekst vanaf scherm lezen, te kenmerken als 'static, fossilized, dead, low learner motivation and engagement, impersonal and isolating environments' (Stacey, 2003). LD ondersteunt onderwijsontwerpers en dwingt hen niet met inhoud en objecten te beginnen, maar met activiteiten en het bereiken van doelen. Leren is meer dan het consumeren van inhoud (objecten); leren ontstaat door actief te zijn (activiteiten) met stimulerende, uitdagende en opwindende leerervaringen.

Als gevolg van deze goedkeuring is de aandacht van de Open Universiteit nu gevestigd op LD. Hoewel EML en LD dezelfde doelen nastreven en aan beide hetzelfde conceptueel model ten grondslag ligt, zijn er twee belangrijke verschillen: (1) LD bevat geen content model, en (2) LD biedt een framework van een learning design, waarbij integratie met bestaande IMS specificaties (met name IMS Content Packaging, Metadata, IMS QTI) tot stand is gebracht. In de voorafgaande secties zijn uitgangspunten en het model achter EML beschreven. We hebben de afgelopen jaren de nodige gebruikerservaring opgedaan met ontwikkeling en implementatie van EML cursussen in verschillende onderwijsomgevingen. De eerlijkheid gebied daarbij te zeggen dat het voldoen aan pedagogische flexibiliteit (2) en interoperabiliteit (7) voorlopig vooral is bewezen vanuit het gezichtspunt van de Open Universiteit en enkele van onze samenwerkingspartners.

Als we meer kritisch kijken naar de definitie van interoperabiliteit (the ability of a system or a product to work with other systems or products without special effort on the part of the customer) kun je stellen dat échte interoperabiliteit pas bewezen is als volledig is voldaan aan de volgende eisen:

- de specificatie moet publiek worden ondersteund door de belangrijkste onderwijsinstellingen en aanbieders van e-learningomgevingen (met LD lijkt hiertoe belangrijke stap gezet);
- aanbieders van e-learningomgevingen moeten hun producten conform deze specificatie ontwikkelen, waarmee interoperabiliteit tussen verschillende omgevingen wordt gewaarborgd (dit staat wat betreft LD nog in de kinderschoenen);
- een specificatie moet aansluiten bij bestaande, geaccepteerde standaarden en specificaties (hieraan is bij de vertaling van EML naar LD gewerkt, maar verdere harmonisatie is nodig).

Aan de kant van de aanbieder is het nodig dat er een gebruiksvriendelijke auteursomgeving voorhanden komt waarmee onderwijsontwerpers cursussen conform specificatie kunnen

maken. Aan de kant van de gebruikers is een gebruikersvriendelijke afspelomgeving nodig waarmee de cursussen voor docenten en studenten kunnen worden uitgeleverd en bestudeerd. Aan beide is nog onvoldoende voldaan. Binnen de zogenaamde Valkenburggroep wordt met name gewerkt aan een architectuur die het eerste ondersteunt. Formele standaardisatie blijft daarbij een langere-termijndoel.

## Referenties

- Bray, T., Paoli, J., & Sperberg-McQueen, C., M. (1998). *Extensible Markup Language (XML) 1.0*. World Wide Web Consortium (W3c). (<http://www.w3.org/TR/REC-xml>).
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42.
- Dillenbourg, P., & Schneider, D. (1995). Mediating the mechanisms which make collaborative learning sometimes effective. *International Journal of Educational Telecommunications*, 1, 131-146.
- Clark, R.E. (1983). Reconsidering research on learning from media. *Review of Educational Research*, 53,445-459.
- Clark, R.E. (1986). Evidence for confounding in computer-based instruction studies: Analyzing the meta-analyses. *Educational Communications and Technology Journal*, 31.
- Clark, R.E. (1999). The Cognitive Science and Human Performance Technology. In H.D. Stolovitsch, & E.J. Keeps, *Handbook of human performance technology* (pp. 82-95). San Francisco: Jossey-Bass-Pfeiffer.
- Hermans, H. J.H., Koper, E. J. R., Loeffen, A., Manderveld, J. M., & Rusman, E. M. (2000). *Reference manual for Edubox-EML/XML binding 1.0/1.0 (Beta version)*. Heerlen: Open University of the Netherlands. [DTD can be downloaded online: <http://eml.ou.nl>]
- Hummel, H.G.K., & Manderveld, J.M. (2002). Leertechnologie, de lego van innovatief onderwijs? *Onderwijsinnovatie*, 2, 8-12
- Koper, E.J.R. (2001). *Modelling Units of Study from a Pedagogical Perspective: the pedagogical metamodel behind EML*. Heerlen: Open Universiteit Nederland. [available online: <http://eml.ou.nl/introduction/docs/ped-metamodel.pdf>]
- Koper, E.J.R. (2003). Combining re-usable learning resources and services to pedagogical purposeful units of learning. In A. Littlejohn (Ed.), *Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to eLearning* (pp. 46-59). London: Kogan Page.
- Kozma, R.B. (1991). Learning with media. *Review of educational research*, 61, 179-211. Schunk, D.H., & Zimmerman, B.J. (1994). *Self-regulation of learning and performance. Issues and educational applications*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Miller, P. (2000). *Interoperability. What is it and Why should I want it?* Ariadne, 24 (<http://www.ariadne.ac.uk/issue24/interoperability/intro.html> )
- Manderveld, J. M., & Koper, E. J. R. (1999). Building a competence based electronic learning environment. In B. Collis, R. Oliver (Eds.), *Ed-Media 1999: World conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* (pp. 1543-1544). Charlottesville: AACE.

- Rawlings, A., Rosmalen, P., van, Koper, E. J. R., Rodrigues-Artacho, M., & Lefrere, P. (2002). *Survey of Educational Modelling Languages*. Brussels: CEN/ISSS WS/LT Learning Technologies Workshop.
- Reigeluth, C.M. (1999). What is Instructional-Design Theory and How is it Changing? In C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-Design Theories and Models: a New Paradigm of Instructional Theory*, Volume II (pp. 5-29). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Robinson, D. G., & Robinson, J. C. (1995). *Performance consulting: Moving beyond training*. San Francisco, CA: Berrett-Koehler.
- Schlusmans, K., Slotman, R., Nagtegaal, C., & Kinkhorst, G. (Eds.) (1999). *Competentiegerichte leeromgevingen*. Utrecht, The Netherlands: Lemma
- Stacey, P. (2003). People to people, not just people to content. Presentation at the IMS Open Technical Forum, Vancouver, February 20<sup>th</sup>, 2003, available online: <http://www.bctechnology.com/statics/pbstacey-feb1403.html>
- Scott Grabinger, R. (1996). Rich environments for active learning. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 665-692.). New York, NJ: Macmillan.
- Stolovitch, H.D., & Keeps, E.J. (Eds.) (1999). *Handbook of Human Performance Technology*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

## Auteurs

Jocelyn Manderveld en Hans Hummel zijn als onderwijstechnologen verbonden aan het OnderwijsTechnologisch ExpertiseCentrum (OTEC) van de Open Universiteit Nederland, en lid van het team dat de afgelopen jaren, onder leiding van Rob Koper, heeft gewerkt aan het ontwerp en de ontwikkeling van EML. Ook waren beiden nauw betrokken bij verschillende standaardisatie initiatieven rond EML, waaronder de ontwikkeling en acceptatie van IMS Learning Design.