

USO DE PADRÕES W3C NO DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICOS: POSSIBILIDADES, DIFICULDADES E PERSPECTIVAS

THE USAGE OF W3C STANDARDS IN THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING OBJECTS: POSSIBILITIES, DIFFICULTIES AND PERSPECTIVES

LEILA LAÍS GONÇALVES*
EVÂNIO RAMOS NICOLEIT**
ELISA NETTO ZANETTE***

RESUMO

Neste artigo, descreve-se a reestruturação do *site* da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I produzida pelo Grupo de Pesquisa em Educação à Distância na Universidade do Extremo Sul-Catarinense (Unesc), a partir dos padrões e recomendações W3C: XHTML, CSS, WCAG e MathML. A reestruturação do *site* com o uso de padrões W3C visa a: a) separar a estrutura da página Web (codificação e dados) da apresentação visual de conteúdo; b) proporcionar acesso às informações, considerando as diferentes tecnologias de suporte à navegação dos conteúdos e usuários com necessidades especiais; e c) prover suporte à inserção de notação matemática em documentos que garantem os quesitos anteriores.

Palavras-chave: Padrões W3C; Matemática; Objetos de Aprendizagem.

ABSTRACT

This paper describes the re-structuring of the site of Differential and Integral Calculus´ discipline, produced by the Distance Education Research Group of the Unesc (Universidade do Extremo Sul Catarinense), starting from the W3C standards and recommendations: XHTML, CSS, WCAG and MATHML. The reverse structuring of the site with the use of W3C standards seeks: i) to separate the structure of the Webpage (code and data) of the visual presentation of content, ii) to provide access to the information considering different support technologies to the navigation of the contents and users with special needs and; iii) to provide support to the mathematical notation inserting in documents guaranteeing the previous requirements.

Keywords: W3C Standards; Mathematics; Learning objects.

* Professora-pesquisadora do Curso de Ciência da Computação da UNESC.

** Professor-pesquisador do Curso de Ciência da Computação da UNESC.

*** Professora-pesquisadora do Curso de Matemática da UNESC.

INTRODUÇÃO

A Internet vem se tornando um dos principais meios de publicação de objetos de aprendizagem das diferentes áreas do conhecimento, incluindo a área Matemática. Observa-se um grande e crescente volume de *sites* e objetos de aprendizagem com conteúdo matemático que possuem uma característica diferenciada - a linguagem própria que é a notação matemática. Para Pierce (1961), essa linguagem compõe-se de conceitos, presentes nas páginas no formato de texto, e de notações que representam graficamente a expressão matemática e permitem a efetiva interpretação do seu significado, sendo apresentadas, em sua maioria, no formato de imagens. O método de apresentação na Web de notação matemática, baseado em imagens, é inadequado, pois ocasiona problemas de acesso à informação em navegadores de modo texto ou leitores de tela; dificulta a organização e distribuição de conteúdo no *layout* da página, além de aumentar o custo de produção envolvido na elaboração das imagens.

Além dessa característica diferenciada, outros pontos relevantes devem ser considerados, como a utilização das tecnologias de elaboração de conteúdos Web que vêm sendo aprimoradas constantemente, buscando, entre outros objetivos, melhorar a apresentação e facilitar o acesso às informações. As pesquisas têm indicado o uso das especificações de padrões e tecnologias criadas e mantidas pelo W3C¹. Com o desenvolvimento de protocolos comuns, o W3C promove a evolução da Web e assegura a sua interoperabilidade. Sendo assim, o uso de padrões W3C na elaboração de páginas Web visa a possibilitar o acesso e a visualização das informações disponibilizadas por qualquer pes-

soa ou tecnologia, independente de *hardware* ou *software* utilizados, de forma eficiente e compatível com padrões e tecnologias e, inclusive, novas versões que possam surgir com a evolução da Internet (W3C, 2007).

Neste artigo, descreve-se re-estruturação do *site* da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I produzida pelo Grupo de Pesquisa (GP) em Educação à Distância, na Graduação da Universidade do Extremo Sul-Catariense (Unesc), a partir dos padrões e recomendações W3C: XHTML, CSS, WCAG e MathML. A necessidade do uso de padrões W3C surgiu com a detecção de problemas de acessibilidade de conteúdo e a incompatibilidade de tecnologias no uso das páginas. O texto apresenta e discute, inicialmente, os padrões e recomendações W3C utilizados, enfatizando as características e aplicações no contexto matemático, a fim de justificar sua utilização. As etapas, dificuldades e perspectivas da aplicação dos padrões no processo de reestruturação são descritas no estudo de caso.

APLICAÇÃO DE PADRÕES W3C EM CONTEÚDOS MATEMÁTICOS

A representação de fórmulas e outras notações de caráter matemático é expressa por meio de dois conceitos distintos: a apresentação ou notação da expressão matemática e o conceito ou idéia que representa. A apresentação ou notação visual de uma representação matemática exerce papel importante na compreensão do seu significado, uma vez que sua formalização contribui na elaboração do raciocínio para seu entendimento (PIERCE, 1961). As tecnologias de estruturação e apresentação de documentos Web comumente utilizadas (HTML, XHTML, XML e CSS) não permitem o uso da

notação matemática diretamente no documento. Esse problema é contornado com o uso de imagens que contêm expressões matemáticas; de formatos de arquivos alternativos (PDF, TeX, *Postscript*, DOC ou RTF); de *applets* para gerar representações gráficas de equações; de fontes de símbolos, entre outras alternativas. Como principais inconvenientes dessas alternativas, cita-se: a baixa resolução das imagens; os problemas de acessibilidade na publicação e leitura de conteúdos matemáticos (uma vez que não há garantia de co-relacionamento entre o significado da expressão matemática com sua representação e aparência); a necessidade de *plugin* adicional; o acesso lento ao documento devido a um tempo de carga excessivo; a limitação na representação da equações; o comprometimento no aspecto estético do documento; a falta de padronização na representação da notação; e, além disso, a informação matemática contida nas imagens não fica disponibilizada para busca e alimentação de outras aplicações (FERREIRA, 2005; TORRES, 2001; BORBA et. al, 2005; MITO et. al, 2003).

Compreende-se que, para prover recursos de apresentação, interpretação, navegação, acesso e leitura de expressões matemáticas, é necessário o uso de padrões e recomendações que propiciem a separação entre a estrutura da página Web (codificação e dados) e a apresentação visual, objetivando acessibilidade e maior flexibilidade na utilização dos conteúdos; também são necessárias formas que garantam acesso às informações, considerando as diferentes tecnologias de suporte à navegação dos conteúdos e usuários com necessidades especiais, bem como a inserção de notação matemática em documentos, garantindo os quesitos anteriores. Dessa forma, foram

analisados os padrões e recomendações W3C: XHTML (*Extensible HyperText Markup Language*) e CSS (*Cascading Style Sheets*) para estruturar e apresentar visualmente os conteúdos, respectivamente, as diretrizes contidas no WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*), buscando maior acessibilidade às páginas e MathML (*Mathematical Markup Language*) para inserir a notação matemática nos conteúdos Web.

De acordo com Berners-Lee, os Padrões W3C ou *Web Standards* são um conjunto de normas, especificações, diretrizes, recomendações, notas, artigos, tutoriais e afins de caráter técnico sobre o uso de tecnologias, produzidos pelo W3C, que visam a assegurar acesso ao maior número possível de usuários da Web, independente da tecnologia utilizada, e garantir a viabilidade, a longo prazo, dos documentos publicados na rede (W3C, 2007). Os Padrões W3C são destinados a orientar fabricantes, desenvolvedores e projetistas para o uso de práticas que possibilitem a criação de uma Web acessível a todos. Integrados a outros recursos, buscam tornar o ambiente Web mais agradável de usar. Para alcançar seus objetivos, a W3C possui diversos comitês que estudam as tecnologias existentes para a apresentação de conteúdo na Internet e produzem padrões Web e outros pareceres técnicos. As tecnologias padronizadas pelo W3C podem ser agrupadas em Linguagens Estruturais, Linguagem de Apresentação, Modelo de Objeto, Linguagem de *Scripting* e Outras Linguagens de Apresentação.

PADRÕES DE ESTRUTURAÇÃO E APRESENTAÇÃO VISUAL

As especificações W3C para estruturação e apresentação visual dos documentos com

separação de conteúdo e apresentação são XML 1.1 (2006), XHTML 1.1 (2001) e CSS 2.0 (1998). A linguagem XML é composta de marcações (elementos) usadas para definir o significado dos dados. O XHTML é uma família de módulos e documentos que reproduzem, englobam e ampliam o HTML 4. Os documentos XHTML são baseados em XML e têm sido projetados para operar em conjunto com aplicações XML de usuários. Dessa forma, os documentos XHTML estão em conformidade com XML e podem ser lidos, visualizados, editados e validados com as ferramentas-padrão XML. Uma das características de XHTML é a sua projeção para acomodar extensões (novos elementos e novos atributos) dentro dos módulos XHTML e técnicas para desenvolver novos módulos em conformidade com XHTML, herdada de XML.

Outra característica de projeto é a interoperabilidade com as aplicações de usuários gerais. Pelo mecanismo de definição das aplicações de usuários e de documentos, os servidores, *proxies*, permitem uma melhor transformação de conteúdos. Entre os critérios de conformidade de XHTML a serem observados em documentos Web, cita-se (XHTML 1.1, 2001): apresentação correta da formatação verificada pela análise gramatical do documento; processamento do conteúdo ao encontrar um elemento na página não reconhecido; atribuição do valor *default* aos atributos sem valor ou com valor não reconhecido e extração nos documentos CSS das informações para processamento de caracteres de espaços em branco.

O CSS (1998) é um mecanismo simples de folha de estilo que permite aos autores e leitores de documentos Web aplicarem e reconhecerem estilos de apresentação do conteúdo (fontes, cores, espaçamentos e *layout*). Uma das características fundamentais

do CSS é a herança de estilos. Com a utilização de CSS, é possível controlar o aspecto visual de apresentação do documento, separando a estrutura de sua apresentação. O documento fica restrito ao seu conteúdo, sem especificar forma de apresentação, que pode ser modificada de acordo com as necessidades. Assim, o documento permanece o mesmo, embora possa ser usado em diferentes ambientes, como navegadores, sintetizadores de fala e geradores de documentos Braille. A correta separação da estrutura da apresentação permite maior flexibilidade na utilização do documento. Entre as recomendações de uso do CSS 2.0 cita-se: formato de arquivo externo; utilização em documentos estruturados para especificação de um estilo e separação de conteúdo e *layout*. Sua aplicabilidade está diretamente relacionada à semântica e à estrutura do XHTML, necessárias para que o CSS seja capaz de controlar o *layout* de maneira eficiente.

DIRETRIZES DE ACESSIBILIDADE WEB

Garantir acessibilidade em conteúdos Web significa proporcionar aos usuários acesso às informações e a eliminação de barreiras arquitetônicas, de disponibilidade de comunicação, de acesso físico, de equipamentos e programas adequados, de conteúdo e apresentação da informação em formatos alternativos. Em termos de padrões W3C, o grupo WAI é responsável pelas Iniciativas de Acessibilidade Web – WAI². O WAI (2007) desenvolve estratégias, *guidelines* e recursos para prover conteúdo Web acessível a todos os usuários, independente dos recursos tecnológicos e de suas condições físicas. Um dos guias de recomendação WAI-W3C é o WCAG, que contém diretrizes de acessibilidade ao conteúdo da Web para produzir conteúdos

acessíveis ao maior número de tecnologias e às pessoas com necessidades especiais.

A WCAG 1.0 (1999) engloba 14 diretrizes com princípios gerais para projetos acessíveis. Cada diretriz é composta por um ou mais *checkpoints* que explicam como aquela diretriz se aplica em uma determinada área e com que prioridade. A cada diretriz estão associadas técnicas a serem adotadas para alcançá-la. As diretrizes que compõem o documento compreendem: técnicas básicas para as WCAG 1.0; técnicas HTML para as WCAG 1.0 e técnicas CSS para as WCAG 1, o que orienta a implementação de conteúdos Web, incluindo explicações, estratégias e exemplos detalhados de marcação do código. As recomendações de acessibilidade, presentes na WCAG 1.0, são diretrizes que orientam para que os conteúdos sejam suportados pelas tecnologias de utilização, incluindo, assim, os navegadores de voz, que lêem páginas Web para pessoas com dificuldades ou impossibilidade de visão; navegadores Braille, que traduzem as páginas nesse alfabeto, e outras tecnologias cuja visualização apresente algum tipo de limitação. Isso evita a duplicação de conteúdo e facilita a utilização geral dos documentos. Outra questão pretendida pelas recomendações de acessibilidade é a melhoria na manipulação das páginas por teclas de atalho e outros métodos.

PADRÕES PARA NOTAÇÃO MATEMÁTICA WEB

O suporte à inserção de notação matemática em páginas Web é estudado pelo grupo de trabalho matemático do W3C responsável pela especificação do MathML – Linguagem de Marcação Matemática. MathML (2007) é uma aplicação do XML para representar símbolos e

fórmulas matemáticas, integrando-as em documentos Web. O MathML trata da apresentação e pode, opcionalmente, incluir informação sobre o significado de componentes da fórmula. Páginas Web com MathML embutidos podem ser lidas por leitores da tela, pois preservam o significado da equação, separando-o da apresentação (SANDHU, 2003). A especificação MathML 2.0 (2003) dá suporte aos dois tipos distintos de marcação: o de apresentação e o de conteúdo, permitindo a representação e a aparência de uma expressão matemática, unindo o conceito e o significado que lhes são inerentes.

Para isso, em MathML, tem-se dois subconjuntos de marcação: *Presentation Markup* e *Content Markup*. O *Presentation Markup* é utilizado para apresentar a notação matemática em documentos Web, preocupando-se com sua aparência visual e representação. Não é adequado para a conversão em áudio da expressão matemática, pois esse tipo de marcação prende-se aos aspectos de visualização e não ao conceito e estrutura da expressão. O subconjunto de marcação *Content Markup* permite definir e transpor o conceito ou significado de uma expressão para aplicações matemáticas ou exportar uma expressão para outro documento ou aplicação. Com esse tipo de marcação, é possível saber a operação antes dos seus argumentos, facilitando, assim, a compreensão da estrutura da expressão matemática, bem como a construção da sua forma escrita por extenso e respectiva leitura. Desse modo, o *Content Markup* se apresenta mais flexível e apropriado para que tecnologias de leitura de tela expressem, de forma eficiente, para pessoas com necessidades especiais de visão o significado da expressão. As duas formas de marcação complementam-se. A combinação das duas (*Combined Markup*) for-

nece tanto o significado da expressão matemática quanto a sua notação. A utilização da forma combinada dos tipos de marcação se mostra ideal para a inserção de notação matemática em documentos Web, uma vez que combina as propriedades de aparência e de significado.

Outra forma de inserção de notação matemática em documentos Web estudada pelo W3C refere-se a um protótipo de extensão de XHTML 1.1 que incorpora MathML 2.0, denominado de XHTML *plus* Math 1.1 DTD.

ESTUDO DE CASO: SITE DE CÁLCULO I

O GP em Educação à Distância na Graduação, formado por um grupo interdisciplinar de professores/pesquisadores da Unesc, implementa projetos de pesquisa cujo objeto de estudo é o processo ensino-aprendizagem na modalidade de EaD em disciplinas da Graduação. Um dos objetivos do GP é ampliar e aperfeiçoar o material didático *on-line* da disciplina de Cálculo I, reprojetoando-o no formato de objeto de aprendizagem. O processo de ampliação e aperfeiçoamento desse material está sendo realizado por quatro linhas de pesquisa inter-relacionadas: (I) Aprendizagem Matemática na modalidade de EaD: Estratégias Pedagógicas, os Meios e a Linguagem na Produção do Material Didático para a Internet; (II) Construção do Conhecimento: Concepções Epistemológicas e Estratégias Pedagógicas em EaD; (III) Tecnologias de Desenvolvimento: Construção de Objetos de Aprendizagem; e (IV) Avaliação Institucional e Avaliação da Aprendizagem na EaD. Na linha III, responsável pelo desenvolvimento Web do objeto de aprendizagem, dividiu-se esse procedimento em três etapas: a primeira, consistiu em transpor o conteúdo matemático, inicialmente

no formato de arquivos-textos, em formato Web com o objetivo de tornar o material navegável em formato hipertextual; a segunda etapa, em execução, tem a finalidade de reestruturar o *site* elaborado, aplicando padrões W3C para melhorar a sua acessibilidade, desempenho, produtividade e portabilidade; e, na terceira etapa, pretende-se avaliar as tecnologias utilizadas na produção do objeto, aplicar testes com usuários e utilizar ferramentas de validação automáticas.

O processo de reestruturação do *site* foi iniciado com o estudo das especificações W3C. A partir da seleção das tecnologias estudadas, passou-se a realizar a separação entre o conteúdo e a apresentação visual. Para atingir esse objetivo, a estrutura das páginas foi modificada, utilizando-se, para formatação dos documentos, o XHTML 1.1. Foram definidos: a DTD³, o DOCTYPE⁴, as divisões do documento com o uso do elemento *div*, os níveis de conteúdo e a marcação que lhes é apropriada. Os dois primeiros itens visam à validação do documento a partir da definição dos elementos e de regras de uso. As divisões e níveis de conteúdo têm como objetivo o uso de marcação que seja significativo, ou seja, que descreva o conteúdo do documento de maneira apropriada. A utilização dessa marcação possibilita a identificação da função de cada parte do documento e permite a integração harmoniosa com a folha de estilo. Dessa forma, o CSS 2.0 é utilizado para todos os elementos que compõem a apresentação visual do conteúdo, buscando acessibilidade e legibilidade. Quanto à acessibilidade, além do CSS, foram aplicadas as recomendações WCAG 1.0 de apresentação de alternativa textual a todo conteúdo visual, provendo possibilidade de aumento de fonte e aplicação do MathML para a notação matemática. Foi usada a marcação

Combined Markup do MathML 2.0 para a inserção de conteúdo matemático nas páginas, o que possibilitou a apresentação tanto de propriedades de aparência quanto de significado das expressões matemáticas.

A seguir é apresentada e discutida uma tela que exemplifica a aplicação de MathML adotada nos conteúdos referentes a notações matemáticas. A Figura 1 apresenta uma tela que explica sobre o “Domínio de funções reais” e se compõe de uma notação que representa a função reestruturada com o uso de MathML.



Figura 1. Tela Domínio de Funções Reais

A Figura 2 mostra o recurso de *zoom* a partir do clique do *mouse* no conteúdo em MathML, disponível com o uso do *plugin* Mathplayer para o navegador Internet Explorer.

$$f : A \rightarrow \mathbb{R}, \text{ para } A \subset \mathbb{R}$$

Figura 2. Recurso de zoom para MathML

Já a Figura 3 traz a representação da notação antes da reestruturação da página com o uso em MathML feita com caracteres normais e especiais (figuras e aplicação em itálico na formatação).

$$f : A -> \mathbb{R}, \text{ para } A \subset \mathbb{R}$$

Figura 3. Imagem da notação sem MathML

Entre as dificuldades encontradas na reestruturação do *site* de Cálculo com os padrões W3C, cita-se: a conformidade com a regra de boa formação das páginas (uma tradução livre de *well-formedness*) e a definição das regras que compõem a estrutura dos documentos. O uso do padrão XHTML exige o uso correto de regras de sintaxe. Se qualquer dessas regras for violada, o processamento de um documento é interrompido imediatamente. Outra dificuldade é a compatibilidade entre os padrões e os navegadores. Quanto ao MathML, o Internet Explorer não possui suporte a MathML, sendo necessária a instalação de *plugins* (Mathplayer ou Techexplorer) para sua renderização. Já o Firefox e navegadores baseados no Mozilla renderizam nativamente o MathML.

CONCLUSÕES

O crescimento exponencial da Web tem criado desafios que podem ser superados com o uso de padrões. O acesso à informação é exemplo desses desafios bem definidos no quesito acessibilidade intencionada e especificada nos padrões e recomendações W3C.

Com o uso dos padrões W3C, foram atendidos, inicialmente, os propósitos do trabalho. Entende-se, porém, que há necessidade de se fazer refinamentos no código das páginas em função de incompatibilidades entre os padrões e alguns navegadores. Deve ser adicionalmente ampliada a aplicação de MathML para todas as notações matemáticas presentes no *site*.

A reestruturação do *site* atende ao objetivo proposto. Entretanto, a pesquisa está em fase de desenvolvimento e necessita de permanente avaliação e aperfeiçoamento. Assim, objetiva-se, ainda, avaliar as tecnologias utilizadas na produção do *site*, aplicar testes com usuários e utilizar ferramentas de validação automáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORBA, M. de C. et. al. Internet Avançada e Educação Matemática: novos desafios para o ensino e aprendizagem on-line. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS v. 3 nº 1, Maio, 2005.

CSS 2.0. **Cascading Style Sheets**, level 2. 1998. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/REC-CSS2/>>, Acesso em: julho 2007.

FERREIRA, H. **Leitura de expressões matemáticas – AudioMath**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática) - Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2005.

MathML. **Mathematical Markup Language**. Disponível em <<http://www.w3.org/Math/>>, Acesso em: julho 2007.

MathML 2.0. **Mathematical Markup Language Version 2.0**. 2003. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/2003/REC-MathML2-20031021/>>. Acesso em: julho 2007.

MITO, Ingrid de Vargas et. al. **ChatMath** – Uma Ferramenta para Troca de Formalismos Matemáticos na Web. XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação– UFRJ, 2003.

PIERCE, John. **An introduction to information theory**. Symbols, Signals and Noise. Revised edition of Symbols, Signals and Noise: the Nature and Process of Communication. Dover Publications Inc., New York, 1961.

SANDHU, Pavi. **The mathML handbook**. Charles River Media, 2003.

TORRES, Delfim Fernando Marado. **Matemática na Internet com o LaTeX**. 2001. Disponível em <<http://www2.mat.ua.pt/delfim/artigos/texweb.pdf>>. Acesso em: julho 2007.

W3C. **World Wide Web Consortium**. 2007. Disponível em <<http://www.w3.org/>>. Acesso em: julho 2007.

WAI. **Web Accessibility Initiative**. 2007. Disponível em <<http://www.w3.org/WAI/>>. Acesso em: julho 2007.

WCAG 1.0. **Web Content Accessibility Guidelines 1.0**. 1999. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/WCAG10/>>. Acesso em: julho 2007.

XHTML 1.1. **XHTML™ 1.1 - Module-based XHTML**. 2001. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/2001/REC-xhtml11-20010531/>>. Acesso em: julho 2007.

XML 1.1. **Extensible Markup Language (XML) 1.0** (Fourth Edition). 2006. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/2006/REC-xml-20060816/>>. Acesso em: julho 2007.

NOTAS

¹ O World Wide Web Consortium é um consórcio de empresas de tecnologia fundado por Tim Berners-Lee em 1994.

² WAI – acrônimo de “Web Accessibility Initiative”.

³ DTD – acrônimo de “*Document Type Declaration*” (declaração de tipo de documento) definida como uma compilação das regras que definem a estrutura de um documento.

⁴ DOCTYPE é uma referência a uma DTD utilizada para validação do documento.