

# Ensinando história da música com auxílio de ontologias

Rogério Boff<sup>1</sup>, Renata Vieira<sup>2</sup> e Rodrigo Goulart<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GPTI - FEEVALE - Novo Hamburgo, RS

<sup>2</sup>LEL - UNISINOS - São Leopoldo, RS

{rogeriob,rodrigo}@feevale.br e renata@exatas.unisinos.br

***Abstract.** This article describes a music ontology, intituled *Ontomúsica*, and its uses on an intelligent system for e-learning, called *SEMA*.*

***Resumo.** Este artigo descreve uma ontologia sobre musica, intitulada *Ontomúsica* e seu uso em um sistema inteligente de ensino à distância, chamado *SEMA*.*

## 1. Introdução

As últimas três décadas representam de forma significativa a pesquisa no desenvolvimento de sistemas inteligentes aplicadas ao ensino. A tutoria artificial [Guelpeli et al. 2003], o ensino à distância com o auxílio de agentes [Lachi and da Rocha 2002] e os ambientes inteligentes de aprendizagem [Giraffa 1999], são alguns exemplos do emprego de técnicas de Inteligência Artificial (IA) na educação.

No entanto, uma questão sempre presente é a de que a representação e manipulação do conhecimento não é uma tarefa trivial. Descrever computacionalmente um determinado domínio de conhecimento, incluindo as relações semânticas entre conceitos e indivíduos (reais ou virtuais, humanos ou artificiais) limita a capacidade de representação de um sistema. Além disso, a manutenção dos relacionamentos entre conceitos cresce a medida que a base de desenvolve.

Uma emergente solução para este tipo de problema, que não é exclusividade dos sistemas aplicados a educação, é a utilização de tecnologias oriundas da Websemântica [Berners-Lee et al. 2001] para o desenvolvimento de sistemas inteligentes disponíveis na Web. Este artigo apresenta uma metodologia para o desenvolvimento de um sistema de perguntas e respostas (*Quiz*), baseado em Ontologias OWL. O conteúdo manipulado pelo sistema é o da história da música. Nele, um estudante pode interagir com um sistema inteligente que infere perguntas e dicas com o auxílio de uma ontologia de música - *Ontomúsica*.

Este artigo esta organizado da seguinte maneira. Na seção 2. o contexto atual da educação à distância e do ensino de música são apresentados. A seção 3. descreve os conceitos relacionados à Ontologias e a linguagem OWL. A ontologia proposta é descrita na seção 4.. A seção 5. apresenta a ontologia metodologia proposta e suas particularidades. Uma descrição do programa SEMA, desenvolvido para o ensino à distância, é apresentada na seção 6.. Por fim, na seção 7. são apresentadas as considerações finais e propostas de trabalho futuro.

## 2. Educação à distância e o ensino de música

A educação à distância, seja em suas origens mais remotas como as cartas sobre ética e teoria política do filósofo grego Platão (428-348 a.C.) ou as Epístolas escritas pelo Apóstolo Paulo destinadas às primeiras comunidades cristãs na difusão do cristianismo e até mesmo em nossos dias atuais, tem como um dos fatores básicos para o seu surgimento o posicionamento geográfico, onde a distância entre alunos e professores é uma necessidade a ser superada. A educação à distância surge como uma aliada no que se refere na relação de aprendizagem entre aluno e professor.

Hoje um dos principais aliados na expansão da educação à distância é a Internet, pois ela possibilitou a integração entre as mais remotas partes do mundo e conseqüente intercâmbio de culturas e conhecimentos. Junto com a Internet surgiram muitos cursos à distância, baseados na tecnologia por ela utilizada, o que permitiu se ter a possibilidade de distribuir numa mesma ferramenta mídias diversas como texto, imagem, som, animação, vídeo e a criação de ferramentas para educação à distância chamadas de Ambientes de Ensino a Distância (Ambientes de EAD), permite que pessoas impossibilitadas de se locomoverem até uma determinada escola ou com limitações de tempo possam estudar nos horários e lugares que lhes convém.

Dentre as várias áreas de conhecimento que estão sendo pesquisadas pela EAD, a educação musical também usufrui os benefícios da educação à distância. Cabe lembrar aqui que a música atravessa os séculos expressando épocas e períodos da história, adaptando-se a culturas de povos e nações. E apesar de cada povo ter desenvolvido uma cultura musical própria, a transferência desse conhecimento através das gerações seguiu por um mesmo caminho: a transferência oral.

Hoje, porém, a escrita musical tornou possível à conservação do conhecimento musical além dos limites da tradição oral, o que possibilitou estudar a música que era tocada desde a Renascença. E com o advento da gravação sonora no final do século XIX, um passo ainda maior foi dado: a possibilidade da preservação e do estudo da interpretação de uma música congelada pelo gramofone, pelo vinil e nos dias atuais pelo Compact Disc, pelo DVD e pelo computador com os recursos de arquivos MIDI.

Na internet são inúmeros os recursos disponíveis sobre música, como por exemplo o *D'accord Music Software*<sup>1</sup> ou sites sobre música como o Cifra Clube<sup>2</sup>. No entanto, o ensino da história da música não possui recursos inteligentes para um ensino personalizado que estimule uma reflexão concreta sobre conceitos, fatos e particularidades da área. Uma das áreas da computação que pode contribuir para educação à distância são os sistemas inteligentes, e especial as ontologias para Web.

## 3. Ontologias para Web

O termo "Ontologia" vem sendo utilizado desde o início da década de 90 na área de Inteligência Artificial para representação computacional de conhecimento em áreas como Engenharia de Conhecimento e Processamento de Linguagem Natural. Para sistemas de Inteligência Artificial, o que "existe" é o que pode ser representado (GRUBER, apud [Bonifacio 2002]).

---

<sup>1</sup><http://www.daccord.com.br>

<sup>2</sup><http://www.cifraclub.com.br>

Dentre as varias linguagens de marcação existentes e recomendadas pelo consórcio W3C<sup>3</sup>, é destacada neste artigo a OWL - *Ontology Web Language*. A OWL é uma linguagem para especificação de ontologias e o desenvolvimento de aplicações que processam informações semânticas. Ela é baseada em XML o que simplifica a sua disponibilização (Web) e manipulação.

Na internet uma série de ferramentas para a edição de ontologias estão disponíveis para *download*. Cada uma delas a seu estilo de trabalho possibilita a modelagem do domínio do conhecimento. Abaixo segue uma pequena descrição das ferramentas estudadas: Protégé e OntoEdit<sup>3</sup>.

Protégé<sup>4</sup> é um ambiente de plataforma independente e extensível para criação e edição de ontologias e bases de conhecimento. Permite a construção de ontologias de domínio, formulários de entrada de dados customizados e a entrada de dados. Possui uma biblioteca onde outros aplicativos podem acessar sua base de conhecimento.

OntoEdit [Sure et al. 2002] é um ambiente de engenharia de ontologias em que as fases de desenvolvimento são divididas da seguinte maneira: uma fase de especificação de requisitos, uma fase de refinamento e uma fase de avaliação. Na fase de especificação de requisitos, estes são coletados e devem descrever o que a ontologia dará suporte. Essa fase também deverá gerar os subsídios que guiarão o engenheiro de ontologia na decisão sobre os conceitos relevantes e sua estrutura hierárquica na ontologia. Na fase de refinamento, uma ontologia madura é produzida e orientada à aplicação de acordo com a especificação dada na fase anterior.

Utilizando o Protégé, que fora avaliado e possui *plug-ins* para OWL, desenvolvemos uma ontologia de domínio para história da música intitulada Ontomúsica.

#### 4. Ontomúsica

O objetivo principal da Ontomúsica é viabilizar conhecimentos sobre História da Música na Web. As informações sobre o domínio proposto podem ser então utilizadas por um sistema inteligente para, por exemplo, apresentar questionamentos e dicas sobre o conteúdo.

A ontologia Ontomúsica é composta por um relacionamento de classes, atributos e instâncias que descrevem períodos, compositores, obras, gêneros musicais entre outros assuntos sobre História da Música . A Figura 1 apresenta as classes e seus relacionamentos da Ontomúsica.

Estas classes descrevem, por exemplo, determinados períodos da História da Música e a estes períodos relacionam-se compositores, que pertenceram a determinados períodos, e a estes ficam atreladas suas obras musicais por eles compostas bem como seus respectivos gêneros musicais, os quais determinadas obras possuem suas características conforme o período em que foi criada. Este relacionamento permite que as buscas realizadas na base de conhecimento do Ontomúsica tornem as inferências muito mais produtivas.

A inferência de conhecimento, baseados nas informações semânticas da ontologia, pode ser implementada por diversas linguagens, como PHP e Java, e processadores de

---

<sup>3</sup><http://www.w3c.org>

<sup>4</sup><http://protege.stanford.edu/>

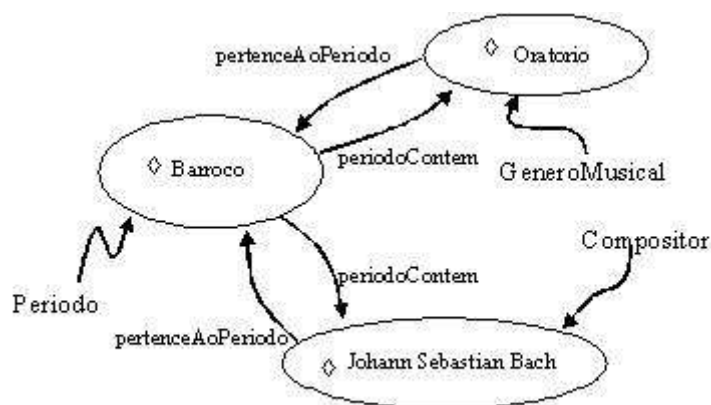


Figura 1. Relacionamento entre Classes

folhas de estilo XSL, como XML Spy<sup>5</sup>.

## 5. Metodologia

Para desenvolver um software SEMA, descrito na seção 6., descrevemos a seguir a metodologia utilizada. Ela emprega a utilização de tecnologias como OWL, folhas XSL, HTML e Javascript. O processo é o seguinte:

- 1) **Pesquisa sobre o domínio:** realizar uma pesquisa profunda e ampla na busca por informações que incorporem o domínio do problema; coletar dados com informações relevantes ao processo de criação da ontologia; estes dados irão compor a base de conhecimento da ontologia;
- 2) **Metodologia para construção da ontologia:** definir uma metodologia que descreva os processos a serem seguidos na construção de uma ontologia; pode-se utilizar ou adaptar uma já existente, como por exemplo a de [Noy and McGuinness 2001], ou até mesmo elaborar uma nova, pois esta etapa é dependente da visão do desenvolvedor e que até o momento não possui regras rígidas para processo de concepção de uma ontologia;
- 3) **Construção da ontologia:** formalizar computacionalmente a pesquisa sobre o domínio e a metodologia escolhida, com um editor de ontologias; nele serão incluídas todas as classes, subclasses e atributos do domínio, bem como os relacionamentos entre atributos e classes; nessa etapa também são populadas as instâncias de classes e atributos com as informações adquiridas com a pesquisa, compondo assim a base de conhecimento da ontologia;
- 4) **Conversão:** os editores de ontologias utilizam formatos próprios para o armazenamento das ontologias editadas; neste artigo o editor utilizado é o Protégé e este possui um *plug-in* para conversão ontologias em OWL; a conversão da ontologia para OWL para que possa ser manipulada por uma ampla variedade de aplicações em XML.
- 5) **Inferência de conhecimento:** implementar regras para inferência de conhecimento contido no OWL com a utilização de Folhas de Estilo XSL;

<sup>5</sup><http://www.altova.com/>



**Figura 2. Fluxo da metodologia**

- 6) **Interface com o usuário:** desenvolver uma interface dinâmica que manipule o conhecimento extraído para que o usuário possa interagir com ele; neste trabalho o conhecimento é disponibilizado em HTML+JavaScript.

A figura 5.1 apresenta o fluxo dessas etapas, onde os retângulos representam dados e os triângulos processos.

## 6. SEMA

Para avaliar a proposta metodológica, um sistema inteligente foi desenvolvido utilizando as tecnologias apresentadas nas seções anteriores. O SEMA, Software de Ensino Musical à Distância, implementa um Quiz de perguntas e respostas por meio de inferências sobre a Ontomúsica.

Utilizando o *plug-ia* OWL do Protégé, a ontologia foi convertida (um exemplo da declaração de classes se encontra na Figura 3), servindo como entrada para regras de extração de conhecimento implementadas com folhas de estilo XSL. A Figura 4 apresenta parte da folha de estilos que extrai instâncias da ontologia na forma (*obra, relação, autor, gênero musical da obra*). O resultado é uma página HTML+Javascript (Figura 5) que contém uma estrutura de dados, baseada nos atributos, relacionamentos e classes, que implementa o funcionamento dinâmico do *Quiz*.

As perguntas utilizam o formato "A obra X foi composta por Y?", onde são expostas três alternativas para obra composta para Y. Caso o usuário responda incorreta-

```

<owl:Class rdf:ID="Compositor"/>
<owl:Class rdf:ID="Obra"/>
<owl:Class rdf:ID="Profana">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="Vocal"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>

```

Figura 3. Ontomúsica OWL

```

<xsl:template name="PerguntasTipoA">
  <xsl:param name="index"/>
  <xsl:variable name="id-obra" select="@ID"/>
  <xsl:variable name="compositor">
    <xsl:call-template name="compositor"/>
  </xsl:variable>
  <xsl:variable name="dicaA">
    <xsl:call-template name="dicaA"/>
  </xsl:variable>

  perguntas[<xsl:value-of select="$index - 1"/>] = new
  pergunta("<xsl:value-of select="nome"/>", "foi composta por",
  "<xsl:value-of select="$compositor"/>", "<xsl:value-of
  select="$dicaA"/>")

</xsl:template>

```

Figura 4. Folha de regras XSL

```

function imprimirPerguntas() {
  var posicao = new Array(3);
  var sorteio = Math.floor( Math.random()*3 + 0 );
  var resposta = new Array(3);
  var tamresp = resposta.length;
  var randomnumber = Math.floor( Math.random()*perguntas.length+1 );

  resposta[0] = perguntas[randomnumber].instanciaA
  resposta[1] = perguntas[randomnumber + 1].instanciaA
  resposta[2] = perguntas[randomnumber + 2].instanciaA

  document.write('<form>');
  document.write('<select name="obra" width="100" onchange="verifica
  (' + randomnumber + ') " hint=">' + perguntas[randomnumber].dicaA
  + '<"');

  document.write('<option>.</option>');
  document.write('<option?</option>');
  if ( sorteio == 0 ){
    document.write('<option>' + resposta[sorteio] + '</option>');
    document.write('<option>' + resposta[sorteio + 1] + '</option>');
    document.write('<option>' + resposta[sorteio + 2] + '</option>');
  }
  if ( sorteio == 1 ){
    document.write('<option>' + resposta[sorteio] + '</option>');
    document.write('<option>' + resposta[sorteio - 1] + '</option>');
    document.write('<option>' + resposta[sorteio + 1] + '</option>');
  }
  if ( sorteio == 2 ){
    document.write('<option>' + resposta[sorteio] + '</option>');
    document.write('<option>' + resposta[sorteio - 1] + '</option>');
    document.write('<option>' + resposta[sorteio - 2] + '</option>');
  }

  document.write('</select>');
  document.write(' ' + perguntas[randomnumber].relacao + ' '
  + perguntas[randomnumber].instanciaB + '<br/>');

  document.write('</form>');
}

```

Figura 5. Página HTML+Javascript

mente, uma dica sobre o gênero da obra é fornecida. Além disso, o formato das perguntas pode ser ampliado com o a utilização outros relacionamentos entre classes, como por exemplo o período ao qual uma obra pertence.

## 7. Conclusão

Este trabalho apresenta um estudo sobre o desenvolvimento de sistemas inteligentes com o uso de ontologias. A finalidade é desenvolver um *software* educacional para o ensino da história da música, além de suprimir algumas lacunas existentes em websites de ensino musical. A metodologia empregada no desenvolvimento da ontologia musical, assim como na implementação do software SEMA são discutidos e detalhados. Com trabalho futuro destacam-se o aperfeiçoamento e a ampliação da ontologia e dos mecanismos de interação com o usuário, a implementação de regras que consid-erem novas propriedades da ontologia, como por exemplo, cardinalidade entre classes, e a utilização de outros mecanismos de inferência, como por exemplo Jena <sup>6</sup>.

Este trabalho apresenta um estudo sobre o desenvolvimento de sistemas inteligentes com o uso ontologias. A finalidade é desenvolver um *software* educacional para o ensino da história da música, além de suprimir algumas lacunas existentes em websites de ensino musical. A metodologia empregada no desenvolvimento da ontologia musica, assim como na implementação do software SEMA são discutidos detalhados.

Com trabalho futuro destacam-se o aperfeiçoamento e a ampliação da ontologia e dos mecanismos de interação com o usuário, a implementação de regras que consid-erem novas propriedades da ontologia, como por exemplo cardinalidade entre classes, e a utilização de outros mecanismos de inferência, como por exemplo Jena<sup>7</sup>.

## Referências

- Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lassila, O. (2001). The semantic web. *Scientific American.*, 1:18.
- Bonifacio, A. S. (2002). Ontologias e consulta semântica: uma aplicação ao caso lattes. Master's thesis, UFRGS, Porto Alegre.
- Giraffa, L. M. M. (1999). *Uma Arquitetura de tutor utilizando estados mentais*. Tese de doutorado., CPGCC/UFRGS, Porto Alegre.
- Guelpele, M., Ribeiro, C., and Omar, N. (2003). Utilização de aprendizagem por reforço para modelagem autônoma do aprendiz em um tutor inteligente. In *XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.*, Rio de Janeiro. SBC.
- Lachi, R. L. and da Rocha, H. V. (2002). Uso de agentes de interface para auxiliar a avaliação formativa no ambiente teleduc. In Pinto, S. C. C. S., editor, *XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 621–624, São Leopoldo. PIPCA, UNISINOS.
- Noy, N. F. and McGuinness, D. (2001). Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. Technical Report SMI-2001-0880, Stanford Medical Informatics, Stanford.
- Sure, Y., Angele, J., and Staab, S. (2002). Ontoedit: Guiding ontology development by methodology and inferencing. In *On the Move to Meaningful Internet Systems, 2002*

---

<sup>6</sup><http://jena.sourceforge.net/>

<sup>7</sup><http://jena.sourceforge.net/>

- *DOA/CoopIS/ODBASE 2002 Confederated International Conferences DOA, CoopIS and ODBASE 2002*, pages 1205–1222, London, UK. Springer-Verlag.