

RELIGANDO SABERES: A ELABORAÇÃO DE ONTOLOGIAS NA FORMAÇÃO DE ALUNOS DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Gabriela Ribeiro Peixoto Rezende Pinto¹, Lidiany Cerqueira Santos², Teresinha Fróes Burnham³, Hernane Borges de Barros Pereira⁴

^{1,2,4}Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Exatas
Av. Universitária, s/n - Km 03 da BR 116, Campus Universitário
44031-460 - Feira de Santana - BA – Brasil

^{1,3}Faculdade de Educação/ Universidade Federal da Bahia
Avenida Reitor Miguel Calmon s/n - Campus Canela
40.110 100 - Salvador - Bahia – Brasil

⁴SENAI CIMATEC
Avenida Orlando Gomes 1845, Piatã
41.650 010, Salvador/BA, Brasil

¹gabrielarprp@gmail.com, ²lidianyacs@gmail.com, ³tfroesb@ufba.br, ⁴hernanebbpereira@gmail.com

Resumo: *Este artigo apresenta resultados preliminares do processo de elaboração de ontologias na formação de alunos do curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana, durante o curso do componente curricular de formação humanística EXA 890 - Ética em Computação. O principal objetivo de adotar a elaboração de ontologias no processo educacional é promover a religação de saberes dos componentes de formação técnica e humanística. Com isso, pretende-se que o aluno de engenharia frequente e se interesse pelos temas humanísticos e, ao mesmo tempo, possa ter contato com tecnologias necessárias à sua profissão.*

Palavras-chave: *Educação, Engenharia, Ontologia, PBL, PBL-KB*

1. INTRODUÇÃO

O curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) foi implantado no ano de 2003, apresentando uma proposta curricular diferente. Além das disciplinas obrigatórias, dos componentes optativos, tanto os de formação humanística como os de formação complementar, encontramos os Módulos Isolados (MI) e os Estudos Integrados (EI).

De acordo com a Resolução do CONSEPE da UEFS nº 40, de 2004, o MI “é um recorte em determinados campos do conhecimento, organizado de forma articulada, auto-contida e coesa para acontecer o processo de ensino/aprendizagem”. EXA 801 – Algoritmos e Programação I e EXA 829 – Tópicos de Formação Humanística (EXA829 – TFH) são exemplos de MI. Mas o diferencial do currículo está na articulação de disciplinas, que normalmente aparecem dissociadas em outros cursos, em EI. Um EI, pela referida Resolução, “é um componente curricular de objetivo integrador que gira ao redor de um certo tema, sendo organizado em módulos”. São ao todo 9 EI, totalizando uma carga horária de 1.170h. Como exemplo de EI, temos o TEC418 - EI1 – Introdução a Hardware, composto pelos módulos: TEC 401- Circuitos Digitais e TEC 419 – Introdução aos Sistemas de Computação.

A proposta didático-pedagógica do curso também se destaca ao eleger o método de Aprendizagem Baseado em Problemas (*Problem Based Learning* - PBL) para promover o ensino e a aprendizagem, também de forma integrada, dos temas contidos nos módulos que compõem um EI. O método PBL é uma estratégia educacional que objetiva a formação de um aluno mais atuante na aquisição de sua aprendizagem. O processo educacional ocorre a partir de aulas expositivas presenciais e em sessões tutoriais, com a participação de um grupo tutorial (composto por no máximo 10 alunos e um tutor) que segue um ciclo de sete passos: (1) Ponto de Partida, (2) Tempestade de Idéias, (3) Sistematização, (4) Formulação de Questões de Aprendizagem, (5) Definição de Metas, (6) Avaliação do Processo e (7) Avaliação da Aprendizagem. Outro elemento central do método PBL, responsável pela motivação das discussões do grupo tutorial e seguimento dos passos é o problema que é elaborado e distribuído pelo tutor no início do ciclo (DESLILE, 1997; BOUD & FELETTI, 1998; DUCH *et al.*, 2001; RIBEIRO, 2008).

O problema tem um importante papel no currículo do curso e para a conquista dos objetivos de formação do aluno, ele interliga os módulos temáticos que compõem o EI, permitindo que o grupo tenha, além de uma visão específica dos temas relacionados, uma compreensão sistêmica, a partir de suas relações.

Segundo BITTENCOURT e FIGUEIREDO (2004), professores proponentes do curso, a decisão em se adotar o método PBL para amparar a aprendizagem dos alunos considera os inúmeros debates que foram iniciados, no final do século XX, sobre que competências, habilidades e atitudes um engenheiro do século XXI deveria possuir para exercer adequadamente sua prática profissional. Comentam, ainda, que esses debates culminaram com a elaboração da Resolução nº11, de 2002, que institui Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia, e que foi aprovado pelo Conselho Nacional de Educação (CNE).

Outro item expressado no PROJETO (2008) do curso refere-se à formação humanística do aluno. Encontramos a seção “Formação Humanística e Complementar” específica para apresentar a pretensão de uma formação ampla do engenheiro de computação, ao abordar temas que possibilitem ao aluno uma reflexão crítica da realidade por meio de uma compreensão de aspectos morais, éticos, filosóficos, psicológicos etc., estendendo assim a formação técnica. Percebemos que o currículo dialoga bem com a Resolução nº 11, de 2002, que contém como diretriz que um dos conteúdos básicos do currículo deverá ser “XV - Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania”.

Entretanto, na mesma seção está explícito um antigo desafio, que motivou este estudo: “não se pode ignorar o fato de que os componentes de formação humanística são comumente deixados de lado pelos cursos de engenharia e pelos próprios estudantes, o que tem uma repercussão negativa em sua futura carreira” (PROJETO, 2008).

Este trabalho começou a ser esboçado quando uma das autoras iniciou o seu contato direto com os alunos e professores do curso, ao assumir dois MI de formação humanística: EXA 829- TFH e EXA 890- Ética em Computação (EXA890 – EC). Desde a primeira turma, acompanhou as discussões e inquietações dos alunos, expressadas tanto ao longo dos encontros semanais quanto por meio da lista de discussão. As primeiras indagações observadas referiam-se à adoção e funcionamento do método PBL no curso, conforme foi publicado em SANTOS *et al.* (2007).

Observou também que alguns alunos se encontravam desanimados, aparentemente cansados, preocupados com a resolução de problemas dos EI e com as provas dos componentes curriculares de formação técnica. E, se historicamente os alunos dos cursos de engenharia já apresentam uma resistência às disciplinas humanísticas, em um cenário em que novos desafios são inseridos, como a carga de aprendizagem do próprio método e o autodidatismo que acaba estimulando para a resolução dos problemas, as dúvidas com relação

ao tempo de dedicação aos componentes humanísticos, bem como a sua relevância para a formação do engenheiro logo foram manifestadas.

Um aluno questionou o porquê da “obrigação” de ter que freqüentar uma disciplina “teórica”, já que a maioria das disciplinas relacionava-se a cálculos e programação, que são fundamentais para a sua formação, e exigem muito tempo de dedicação. Um outro aluno, quando se referiu à formação humanística, afirmou que: “formação humanística temos em casa, não na universidade” (PINTO *et al.*, 2007). Questionaram também a real necessidade de uma carga horária de 480h para disciplinas dessa natureza, conforme previsto no currículo do curso. E demonstraram uma preocupação quanto à utilidade de Filosofia, Antropologia, Sociologia, Psicologia etc. na formação do engenheiro.

Ficamos intrigados com essa discussão. O aparente distanciamento que os alunos atribuem aos componentes de formação técnica e de formação humanística, como se eles não tivessem nenhuma relação, despertou a nossa atenção.

A partir de pesquisas bibliográficas, percebemos que realmente não se trata de um problema recente, que está relacionado com a forma como foi estruturado o pensamento ocidental. A divisão do trabalho de modo hierarquizado, com o advento da Revolução Industrial, motivando a preparação de profissionais superespecializados, repercutiu na estruturação do conhecimento, e no modo como os currículos dos cursos foram sendo elaborados.

Alguns autores tratam dessa fragmentação do saber. SNOW (1995), em 1959, já comentava sobre a possível existência de duas culturas, a dos cientistas e a dos humanistas, e apontou algumas diversidades entre elas. Segundo ele, os humanistas não conhecem conceitos básicos da ciência e os cientistas não tomam conhecimento das dimensões psicológicas, sociais e éticas dos problemas científicos.

SANTOS (2005) aborda a relação histórica entre a crise do paradigma dominante das ciências naturais e a emergência do paradigma social, e trilha um percurso analítico balizado por algumas hipóteses. Para ele, deixa de fazer sentido a distinção entre ciências naturais e ciências sociais, e a síntese que há que operar entre elas tem como pólo catalisador as ciências sociais. Afirma ainda que, para isso, haverá de existir uma revalorização do que se convencionou chamar humanidades ou estudos humanísticos.

A dicotomia entre a cultura humanística e a científica também é tratada por MORIN (2006), que aborda a relação entre os saberes locais e globais.

a cultura humanística é uma cultura genérica, que, pela via da filosofia, do ensaio, do romance, alimenta a inteligência geral, enfrenta as grandes interrogações humanas, estimula a reflexão sobre o saber e favorece a integração pessoal dos conhecimentos. A cultura científica, bem diferente por natureza, separa as áreas do conhecimento, acarreta admiráveis descobertas, teorias geniais, mas não uma reflexão sobre o destino humano e sobre o futuro da própria ciência. A cultura das humanidades tende a se tornar um moinho despossuído do grão das conquistas científicas sobre o mundo e sobre a vida, que deveria alimentar suas grandes interrogações; a segunda, privada da reflexão sobre os problemas gerais e globais, torna-se incapaz de pensar sobre si mesma e de pensar os problemas sociais e humanos que coloca MORIN (2006).

Desejando contribuir para a proposta curricular do curso, que integra saberes, e motivados pelos questionamentos levantados pelos alunos ao longo dos encontros dos componentes humanísticos, resolvemos pensar numa nova estratégia de trabalho. Conjeturamos, então, a possibilidade de interligar os componentes de formação humanística aos demais componentes técnicos a partir de uma estratégia que considerasse o método PBL adotado pelo curso, ampliando a sua compreensão para a comunidade e inserindo ferramentas que nos auxiliassem a promover momentos de reflexão, estimulando a compreensão dos temas trabalhados.

Neste sentido, além de adotar o método sugerido pelo currículo do curso, recorreremos ao apoio da espiral de conhecimento, elaborada por NONAKA e TAKEUCHI (1997), para ampliar a compreensão quanto às transformações do conhecimento que ocorrem ao longo do processo educacional, e encontramos na elaboração de ontologias uma possibilidade para a interligação dos componentes humanísticos e técnicos. A estratégia metodológica resultante dessa integração de recursos denomina-se *Problem Based Learning – Knowledge Buiding* (PBL-KB).

Ressaltamos que, além das pesquisas bibliográficas para o desenvolvimento deste estudo, contamos com o auxílio dos alunos, num processo constante de construção coletiva. Adotamos, para amparar a pesquisa, a abordagem denominada pesquisa-ação (BARBIER, 1994) e o uso das técnicas observação participante, escuta sensível, análise de conteúdo, questionários e entrevistas, que são previstas em pesquisas de cunho qualitativo. Segundo BARBIER (1994, p. 94), “a escuta sensível apóia-se na empatia, o pesquisador deve saber sentir o universo afetivo, imaginário e cognitivo do outro para ‘compreender do interior’ as atitudes e comportamentos, o sistema de idéias, de valores, de símbolos e de mito”.

Assim, este artigo objetiva apresentar resultados preliminares do uso de ontologias como ferramenta de apoio ao processo de aprendizagem de alunos do curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana, durante o curso do componente optativo de formação humanística EXA890 – EC, e quanto ao propósito de sua adoção para interligação de componentes humanísticos e técnicos. Ele está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta uma introdução ao estudo de ontologias bem como uma breve apresentação da estratégia PBL-KB; a Seção 3 apresenta os resultados preliminares da elaboração de ontologias na formação do aluno de Engenharia de Computação e de como promove a religação de componentes de formação técnica e humanístico; e, finalmente, a Seção 4 apresenta as considerações finais e os futuros trabalhos.

2. ONTOLOGIA: UMA FERRAMENTA PARA A RELIGAÇÃO DE SABERES

2.1. Introdução ao estudo de ontologias

Ontologia tem origem na Filosofia e é uma composição de duas palavras gregas *ontos* (ser) + *logos* (palavra). Aristóteles, no séc. I a.C. fundou a sua Filosofia Primeira, que denominou Metafísica, que, ao longo da história, apresentou-se sob três formas diferentes: como teologia; como ontologia e como gnosiologia. “A ontologia é a doutrina que estuda os caracteres fundamentais do ser: o que todo ser tem e não pode deixar de ter, ou seja, a sua estrutura e atributos e o seu modo de se relacionar com os outros seres” (ABBAGNANO, 2003).

O conceito ontologia também foi adotado pela Ciência da Informação e da Computação. Segundo GRUBER (1993, p. 199), “Uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização”. BREITMAN (2005) interpreta essa definição, explicando que a “conceitualização” representa um modelo abstrato de algum fenômeno que identifica os conceitos relevantes para o mesmo; “especificação explícita” significa que os elementos e suas restrições estão claramente definidos; “especificação formal” significa que a ontologia deve ser passível de processamento automático; e o adjetivo “compartilhada” reflete a noção de que uma ontologia captura conhecimento consensual, aceito por um grupo de pessoas.

As ontologias na área da Computação vêm sendo fortemente sugerida como ferramenta de apoio à Web Semântica, uma extensão da *Web* atual que tem como propósito possibilitar a atribuição de significados aos conteúdos ou recursos publicados na Internet de modo que esses recursos tenham uma significação compreensível tanto para os humanos quanto para os computadores (BERNERS-LEE *et al.*, 2001).

Ao longo dos últimos anos foram propostas algumas linguagens para o desenvolvimento de ontologias, como por exemplo a SHOE, Oil, DAML, DAML+Oil e *Ontology Web Language* (OWL), assim como alguns editores começaram a ser disponibilizados para os usuários, como o OilEd e o Protégé. Durante esta pesquisa, adotamos a linguagem OWL e o editor Protégé, que é um software livre e foi desenvolvido pelo *Knowledge Modeling Group* (KMG), da Faculdade de Medicina da Universidade de Stanford.

A linguagem OWL apresenta como principais elementos para a construção de uma ontologia: (1) **Namespaces**: são declarações que permitem que os identificadores que estão presentes na ontologia sejam interpretados sem ambigüidades; (2) **Classes**: representa um conjunto ou coleção de indivíduos que sevem para descrever conceitos de um domínio; (3) **Indivíduos**: são membros das classes e que podem se relacionar a outros indivíduos através de propriedades; (4) **Propriedades**: que são relacionamentos binários e sevem para descrever fatos em geral, a todos os membros de uma classe, ou a um indivíduo dessa classe; e (5) **Restrições**: são utilizadas para definir alguns limites para indivíduos que pertencem a uma classe (BREITMAN, 2005).

Podemos ainda, conforme explica GUARINO (1998), classificar as ontologias quanto à generalidade em **ontologias de nível superior**, que descrevem conceitos muito genéricos (e.g. espaço, tempo e eventos); **ontologias de domínio**, que descrevem o vocabulário relativo a um domínio específico através da especialização de conceitos presentes na ontologia de alto nível; **ontologias de tarefas**, que descrevem o vocabulário relativo a uma tarefa genérica ou atividade através da especialização de conceitos presentes na ontologia de alto nível; e **ontologias de aplicação**, que são ontologias mais específicas. Conceitos em ontologias de aplicação correspondem, de maneira geral, a papéis desempenhados por entidades do domínio no desenrolar de alguma tarefa.

As ontologias têm sido adotadas por diversas comunidades formadas por profissionais da área de Engenharia de Computação, como Inteligência Artificial, Representação do Conhecimento, Processamento de Linguagem Natural, Web Semântica, Engenharia de Software, entre outras (BREITMAN, 2005). Ainda são muito utilizadas como ferramenta para a especificação conceitual de domínios de conhecimento, como mostra o trabalho realizado por SANTOS *et al.* (2003), que criaram uma ontologia para o domínio da educação mediada pela Web. Contudo, encontram-se trabalhos publicados quanto ao seu uso para mediar o processo educacional. ROCHA *et al.* (2005), por exemplo, apresentam como as ontologias podem auxiliar a avaliação da aprendizagem significativa mediada por mapas conceituais.

NOY e MCGUINNESS (2008) afirmam que a criação de uma ontologia serve para a explicitação da compreensão de um domínio; a habilitação do reuso do conhecimento de um domínio; a análise do conhecimento de um domínio e o compartilhamento de um entendimento comum sobre uma estrutura de informação. Todos esses propósitos são importantes no campo educacional.

A estratégia PBL-KB se torna original quando relaciona o processo de construção de ontologias ao método PBL e à espiral de conhecimento de NONAKA e TAKEUCHI (1997), ampliando as possibilidades para o processo de construção, gestão, representação e difusão do conhecimento. Vale ressaltar que o método PBL vem ganhando expressividade no ensino da computação. O Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), na edição de 2007, promoveu uma mesa redonda sobre o tema e alguns artigos, como por exemplo, PINTO *et al.* (2007) e SANTOS *et al.* (2007), foram publicados sobre os resultados obtidos a partir de sua adoção.

2.2. O processo de elaboração de ontologias no PBL-KB

Nesta seção, vamos fazer uma breve apresentação da estratégia PBL-KB, para situar o leitor quanto ao momento em que as ontologias começam a ser elaboradas ao longo do processo educacional. Para uma melhor compreensão de como ocorre a transformação de conhecimento ao longo dos quatro processos da espiral de conhecimento de NONAKA e TAKEUCHI (1997) e dos passos do ciclo PBL, sugerimos a leitura do artigo de PINTO *et al.* (2007).

Os processos bem definidos da espiral de conhecimento de NONAKA e TAKEUCHI (1997) (i.e. Socialização, Externalização, Combinação e Internalização) ampliam a nossa compreensão em relação à construção, gestão, representação e difusão do conhecimento que ocorre a partir da transformação de conhecimento tácito → explícito, explícito → tácito, tácito → tácito e explícito → explícito, ver (Figura 1), e de como isso se dá durante o seguimento dos passos previstos pelo método PBL: (1) Ponto de partida, (2) Tempestade de idéias, (3) Sistematização, (4) Questões de aprendizagem, (5) Definição de metas, (6) Avaliação do processo, (7) Avaliação do produto (ver Figura 2). Quando sobrepomos a espiral de conhecimento com o ciclo PBL, começamos a visualizar melhor o que está ocorrendo em cada passo, a realizar as atividades previstas com uma maior clareza e, inclusive, identificar prováveis insuficiências, falhas ou lacunas durante a realização da dinâmica.

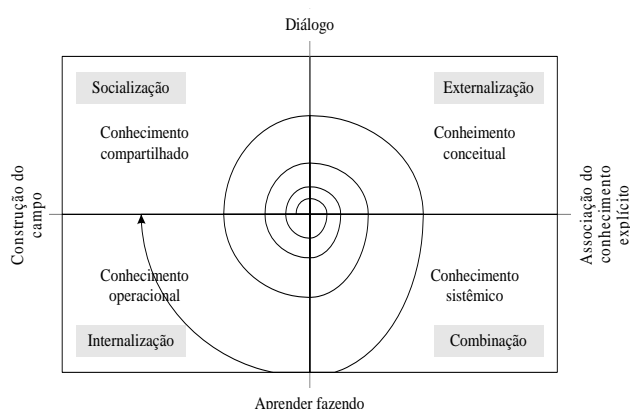


Figura 1 – Espiral do conhecimento.

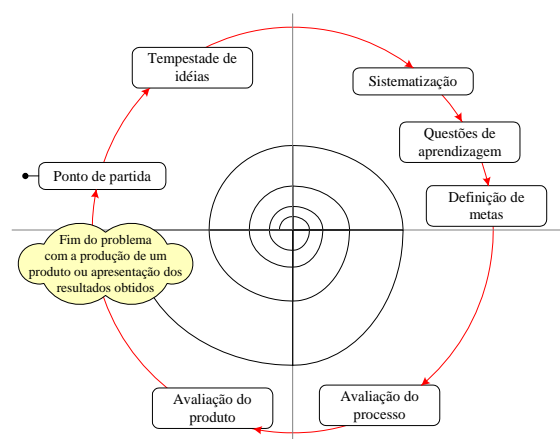


Figura 2 – Ciclo PBL: processo de análise de problemas na sessão tutorial.

Logo que o professor elabora um problema, que envolve tópicos relacionados ao componente curricular, e contempla os objetivos de aprendizagem previstos e o entrega ao grupo tutorial, o ponto de partida é desencadeado, conforme é mostrado no primeiro quadrante da Figura 3. Os alunos deverão lê-lo e iniciar a discussão objetivando a sua resolução. Este é um momento em que é preciso intensificar a interação entre os alunos, estimulá-los a contribuir para a discussão com o que apreendeu ao longo de sua formação e dos encontros, é um momento de socialização de conhecimento, ou seja, de transformação de conhecimentos tácitos em novos conhecimentos tácitos.

Todavia, quando nos orientamos pela estratégia PBL-KB, reconhecemos que apenas a descrição do problema às vezes torna-se insuficiente para uma devida motivação do aluno. Isso pode ser notado a partir do grau de entusiasmo com o qual os alunos participam da tempestade de idéias e da relevância das idéias levantadas. Acreditamos que é importante

considerar outros recursos para a potencialização do processo de socialização, como filmes, músicas, parábolas, poesias etc.

Após a sistematização, os alunos elaboram as questões de aprendizagem e definem as metas para a resolução do problema, que pode ser o estudo de um capítulo do livro texto dentro de um espaço de tempo pré-determinado pelo grupo. Percebemos que é um momento em que deveremos estar atentos quanto à explicitação do conhecimento que foi compartilhado e dos novos produzidos pelo grupo. De modo articulado, novos documentos deverão ser produzidos, como o próprio relatório da sessão, que auxilia os alunos e tutores nas sessões subsequentes.

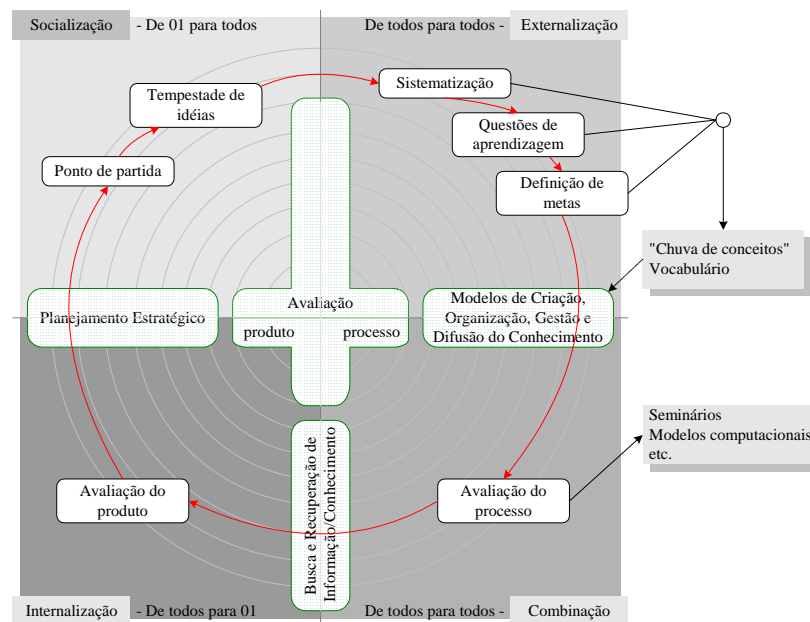


Figura 3 - Estratégia metodológica PBL-KB. Fonte: Pinto *et al.* (2007).

Assim, ainda no processo de Externalização do PBL-KB, para incentivar os alunos quanto à explicitação de conceitos que foram apreendidos durante o encontro iniciamos a atividade que denominamos de chuva de conceitos e solicitamos a elaboração de um vocabulário de controle, para que o aluno estenda o conceito apresentado, a partir da explicitação do seu significado. VIGOTSKI (2001, p. 398) afirma que generalização e significado da palavra são sinônimos, e que “toda generalização, toda formação de conceitos é o ato mais específico, mais autêntico e mais indiscutível de pensamento”. Isso irá nos orientar quanto ao entendimento do aluno em relação aos temas trabalhados.

A chuva de conceitos e o vocabulário de controle, iniciados no processo de Externalização, poderão ganhar, no processo de Combinação, vários tipos de formatos, a partir do relacionamento de conceitos levantados, como um mapa mental, conceitual, de tópicos, uma taxonomia ou uma ontologia. Neste trabalho, experimentamos com os alunos a elaboração de ontologias.

A passagem do processo de Combinação para o processo denominado Internalização é inicializada quando as reflexões e discussões necessárias para a confecção dos produtos são entendidas como satisfatórias e os alunos partem para a concretização dos trabalhos combinados. Então, a avaliação do processo é realizada, entre o tutor e os alunos, para que haja uma certificação de que o processo como um todo fluiu conforme planejado e se os objetivos de aprendizagem foram realmente alcançados.

O passo em que o método PBL sugere o estudo individual, a partir das discussões realizadas no grupo, do material elaborado e/ou coletado, combinado e transformado em novos conhecimentos explícitos, em que cada aluno deverá realizar a sua reflexão individual, compreendendo o sentido de todo o processo realizado, observamos a importância das recomendações do processo de Internalização do conhecimento e desejamos intensificá-lo. Uma possibilidade para tanto é a construção individual de taxonomias sobre os temas trabalhados. Estas servem como um instrumento para auxiliar o processo avaliativo, e como uma primeira etapa para a construção de ontologias.

Ainda ao longo do processo de Internalização, o tutor e os alunos deverão avaliar os resultados obtidos e realizar o planejamento estratégico, verificando a necessidade ou não de retomar as discussões sobre o problema, ou passar para o problema seguinte. Neste momento, ao reunirmos as ontologias elaboradas pelos alunos, poderemos dar início a uma nova atividade, que é a produção de uma ontologia do domínio estudado. Mesmo que durante o processo seja importante incentivar os alunos quanto à elaboração individual de ontologias, para que haja aprendizagem da técnica de construção e o contato com os recursos tecnológicos disponíveis (e.g. linguagem OWL e Protégé), pela própria definição de ontologia compreendemos que a ontologia do “domínio estudado” deverá ser feita de modo consensual.

3. RESULTADOS PRELIMINARES DO USO DE ONTOLOGIAS NA FORMAÇÃO DO ALUNO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Salientamos que a estratégia PBL-KB foi elaborada durante a observação participante de uma das autoras desse trabalho em 5 turmas de formação humanística, 03 de EXA 829 – TFH e 02 de EXA 829 - EC. Após a interação com os alunos, percebeu-se que a elaboração de ontologias aproximou-se do objetivo visado nas turmas de EXA 829 - EC. Acreditamos que isso se relaciona ao fato de se tratar de um componente optativo que normalmente conta com a participação de alunos de semestres mais avançados, e que, normalmente, já cursaram ou cursam EI que abordam temas que dialogam com a técnica de elaboração das ontologias. Nas turmas de EXA 829 - TFH, por outro lado, por se tratar de um MI obrigatório oferecido para alunos do segundo semestre e, recentemente, do primeiro semestre, observamos um melhor resultado com o uso de mapas conceituais. Por isso, vamos apresentar nesta seção os resultados obtidos a partir da adoção das ontologias nas turmas de EXA 890 – EC.

Na primeira turma de EXA 890 - EC, a estratégia PBL-KB ainda não havia sido esquematizada, ainda nos encontrávamos em fase de observação de como o método PBL, a espiral de conhecimento de NONAKA e TAKEUCHI (1997) e modelos conceituais (e.g. mapas conceituais, taxonomias, ontologias etc.) se articulavam ao longo do processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, a chuva de conceitos ao final dos encontros e a preparação do vocabulário de controle foram nos auxiliando quanto ao momento em que as ontologias deveriam ser solicitadas.

Uma importante atividade para a consecução dos nossos objetivos foi realizada quando iniciamos o eixo temático específico do curso, a ética profissional, e sugerimos aos alunos a leitura do livro de MASIERO (2004), que foi adotado como livro texto. Ao invés de solicitarmos a escrita de resumos, resenhas ou outro trabalho sequencial, para motivar a leitura e o processo de reflexão que seria desencadeado nos encontros presenciais, solicitamos a elaboração da ontologia do domínio “capítulo do livro”. Para cada capítulo lido, os alunos deveriam utilizar o software *Protégé* para estruturar o conhecimento apresentado pelo autor. Pedimos que os alunos entregassem, ao final da atividade, o arquivo, a representação gráfica da hierarquia de classes e o documento estruturado em *eXtensible Markup Language* (XML) gerados pelo editor supracitado. As Figuras 4 e 5 apresentam, respectivamente, a

representação gráfica da hierarquia de conceitos e um excerto do documento XML produzidos por um dos alunos, a partir do desenvolvimento dessa atividade.

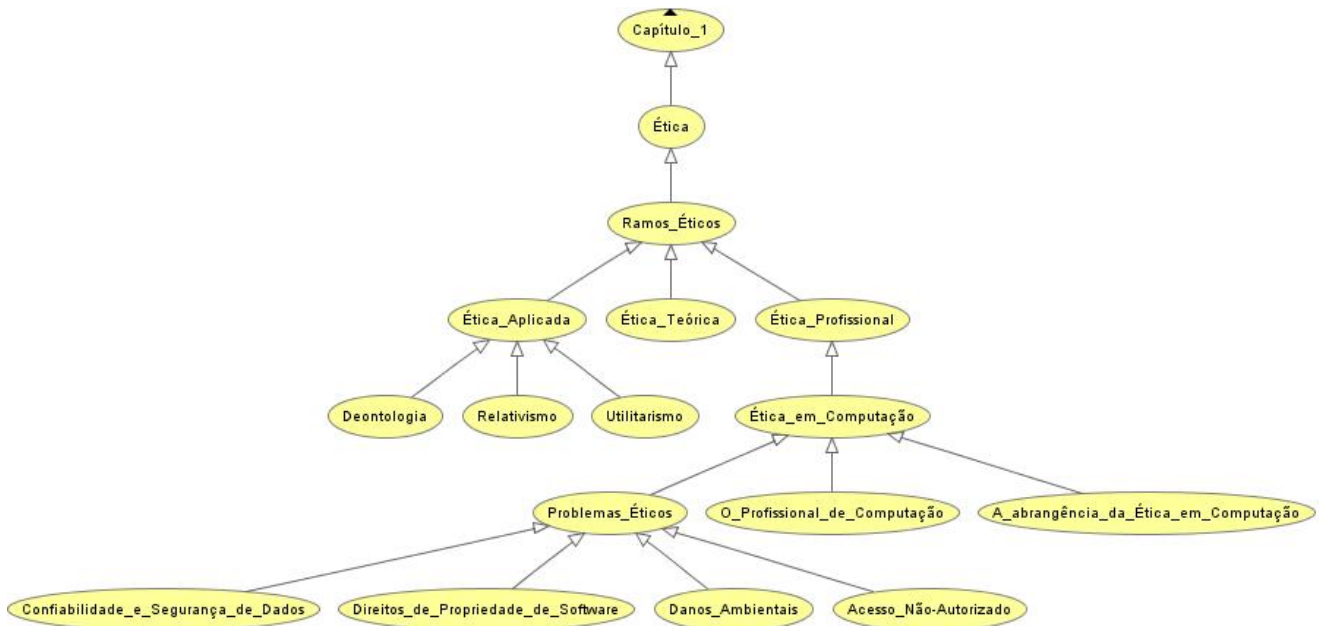


Figura 4 - Exemplo da hierarquia de conceitos editada no Protégé.

```

<?xml version="1.0" ?>
<!DOCTYPE rdf:RDF (View Source for full doctype...)
.
.
.
<owl:Class rdf:ID="Ética">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Capítulo_1" />
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Estudo dos juízos de
  apreciação referentes à conduta humana
  suscetíveis de qualificação do ponto de vista do
  bem e do mal, seja relativamente a determinada
  sociedade, seja de modo absoluto.</rdfs:comment>
</owl:Class>
...
<owl:Class rdf:ID="Ética_Profissional">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Ramos_Éticos" />
  <rdfs:comment>É a aplicação dos conceitos éticos no
  contexto profissional</rdfs:comment>
</owl:Class>
</rdf:RDF>
  
```

Figura 5 - Classes de um documento semi-estruturado gerado pelo Protégé.

A partir dessa prática relacionamos a leitura do capítulo, o exercício da estruturação do conhecimento e a experiência com algumas tecnologias utilizadas na *Web Semântica* (e.g. ontologias, linguagem OWL, linguagem XML e Protégé). Ao final de cada atividade, obtivemos uma quantidade de ontologias do domínio capítulo do livro, com relação hierárquica do tipo “parte-de”, e os documentos XML, recursos que poderão servir como insumos para novas atividades. A participação dos alunos nas discussões dos seminários, após

a realização do trabalho, demonstrou que leram o livro e refletiram sobre os temas apresentados.

Essa atividade, realizada com frequência, nos conduzirá à confecção de uma ontologia do domínio “EXA 890 - Ética em Computação”, que será muito relevante quando desejarmos recuperar alguma informação para nos auxiliar no planejamento das atividades de semestres subsequentes. Também poderá servir para a confecção de páginas da Internet sobre os temas e para compartilharmos informações com outros cursos, já que os documentos produzidos (i.e. XML) são semi-estruturados e podem ser processados automaticamente pelo computador. Se essa estratégia for adotada por outros professores, com o passar do tempo, poderemos utilizar as ontologias do domínio “componente curricular” para verificação de conceitos interdisciplinares de forma automática. Isso nos auxiliará na elaboração dos problemas que são trabalhados nos EI, previstos na dinâmica do método PBL.

Para essa turma, apenas um seminário introdutório sobre o tema ontologia foi apresentado por um grupo de alunos, uma breve apresentação do Protégé foi feita pela professora e uma versão do software Protégé foi disponibilizada. Observamos que alguns alunos se interessaram pelo tema. Uma das alunas da turma, que ainda desconhecia a Web Semântica e suas tecnologias, comentou que quando participou do mini curso “Web Semântica: teoria e prática”, oferecido pela VII Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE), sentiu facilidade na compreensão dos assuntos apresentados, e atribui isso ao fato de já ter tido o contato com o *Protégé* e com os documentos XML nos encontros do componente. Essa aluna elaborou uma proposta de projeto de pesquisa e o submeteu ao programa de iniciação científica da universidade. Há um ano vem trabalhando com o tema ontologia, como bolsista, no desenvolvimento de um agente, denominado “Agente de Busca de Conceitos em Ontologias”, que objetiva percorrer as ontologias elaboradas pelos alunos e verificar classes em comum. Essa ferramenta nos auxilia durante o processo de criação das ontologias do domínio “componente curricular” e futuramente possibilitará encontrar classes interdisciplinares. Os primeiros resultados desse trabalho foram publicados em SANTOS *et al.* (2008).

Por outro lado, alguns alunos expressaram dificuldade em trabalhar com o software Protégé e com a elaboração de ontologias. Isso pode acarretar um efeito contrário ao esperado: desestimular os alunos no curso de EXA 890 – EC. “Estava gostando muito do curso, até o momento em que as ontologias começaram a ser muito solicitadas”, comentou um aluno. Percebemos, então, que a quantidade de ontologias solicitadas também influencia no processo, quando são solicitadas frequentemente podem tornar o processo de aprendizagem cansativo e monótono para o aluno. Elas devem representar um meio, nunca a finalidade principal de componentes curriculares de formação humanística, porque aqueles que procuram nesses espaços de reflexão um momento para a ludicidade, para a relação com o outro e a própria relação consigo mesmo, que buscam nos encontros um amparo, um alívio de tensões e temores que, segundo afirmam, são provocados pelos desafios enfrentados nas disciplinas de formação técnica, essa estratégia poderá afastá-los do curso e desmotivá-los.

Entendemos, ainda, que o professor deverá ter um especial cuidado com a confecção das primeiras ontologias, orientando os alunos tanto no processo de elaboração quanto no uso das ferramentas necessárias.

Essas primeiras observações foram importantes para a realização da pesquisa com a segunda turma de EXA890 – EC. Nesta turma, o PBL-KB já estava esquematizado e começamos a adotá-lo como metodologia do curso. Houve a solicitação inicial da elaboração de diagramas de classes a partir de conceitos relacionados aos primeiros tópicos estudados. Esse diagrama é apresentado no EI EXA 804 – EI4 – Programação, composto pelos módulos EXA805 – Algoritmos e Programação II, EXA806 – Estruturas de Dados e EXA807 – Estruturas Discretas, que a maior parte dos alunos estava cursando no semestre. Começamos,

assim, a preparar o aluno para a atividade com as ontologias. Além dessa atividade, promovemos, em dois encontros, um mini-curso sobre ontologias, ministrado pela aluna de iniciação científica que cursou ética na turma anterior.

Sorteamos, então, para cada aluno, um capítulo do livro de MASIERO (2004), e recomendamos que elaborassem a ontologia referente ao capítulo. Também pedimos que, ao final do trabalho, respondessem às seguintes questões: já havia ouvido falar em ontologia? O que achou do tema? Tem relação com algum outro assunto visto no curso? O que achou da atividade? Como foi o processo de elaboração? O que achou do Protégé? Já havia ouvido falar em Web Semântica?

O objetivo inicial de interligar componentes curriculares por meio do uso de ontologias foi melhor alcançado nesta turma. De 22 alunos matriculados, dois nunca frequentaram e houve a desistência de um deles. Dos 19 alunos que frequentaram o curso, 15 fizeram o trabalho e 13 responderam ao questionário. Quanto à experiência com as ontologias, comentaram que haviam ouvido falar sobre elas ao longo do MI EXA 829- TFH, mas nunca haviam elaborado; comentaram que o tema é interessante, mas que sentiram dificuldade logo no início da atividade; relacionaram as ontologias com os conceitos básicos de Programação Orientada a Objetos (i.e. Classes, Atributos, Relacionamentos, Indivíduos etc.) e com a Linguagem de Modelagem Unificada (UML) que estavam sendo vistos no EXA804 – EI4 – Programação; foi quase unânime a dificuldade inicial com o software Protégé, que, segundo eles, não é intuitivo; e também comentaram que ouviram falar de Web Semântica em uma palestra ministrada em EXA829 – TFH.

No final do semestre, aplicamos outro questionário a fim de verificar a opinião dos alunos quanto ao curso. A Figura 6 apresenta algumas das questões respondidas por 17 alunos, bem como o gráfico com os resultados obtidos.

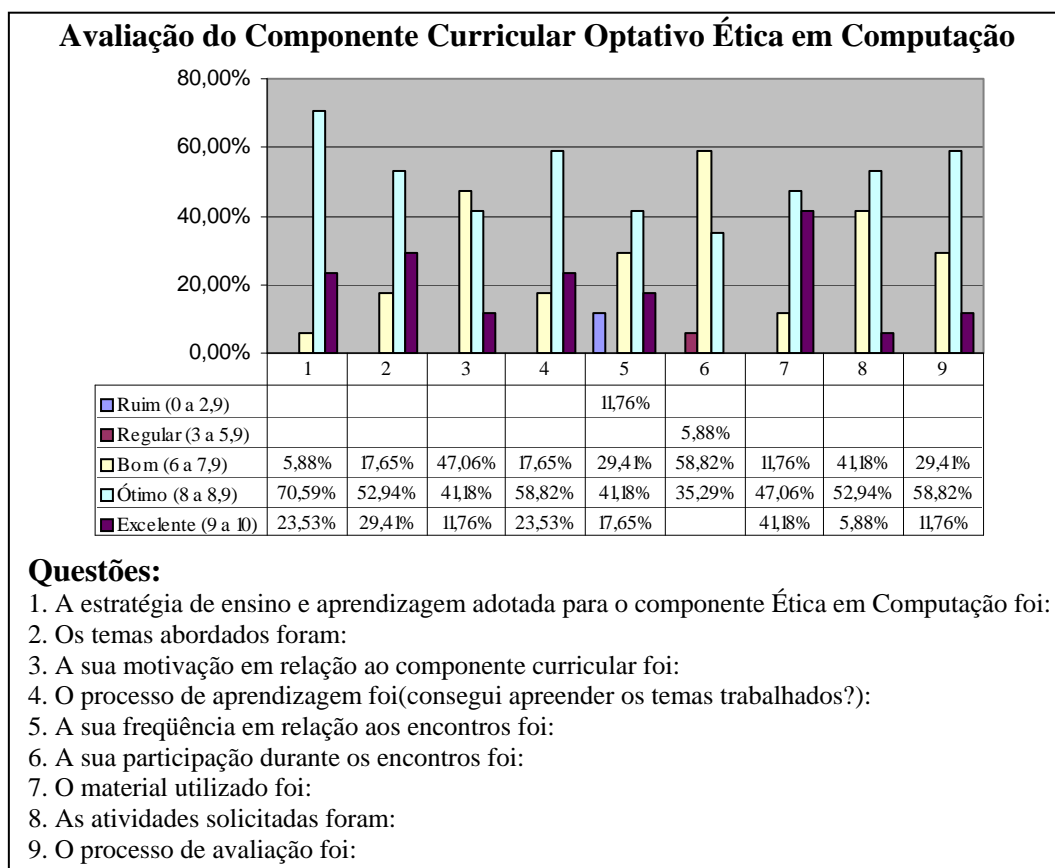


Figura 6 – Avaliação do componente curricular Ética em Computação.

Perguntamos ainda aos alunos se eles recomendariam o componente optativo para um outro colega do curso, e todos os 17 responderam que sim. Sobre o grau de importância da disciplina para a formação do engenheiro, das cinco opções de escolha que oferecemos (a. Desnecessária, b. Pouco importante, c. Importante, d. Muito importante, e. Fundamental), 3 alunos responderam que se trata de um componente Importante, 2 responderam Muito Importante e 12 responderam Fundamental. Outra pergunta relacionada às ontologias foi se as atividades solicitadas despertaram o interesse em continuar pesquisando o tema, 11 alunos disseram que sim, e 6 responderam que não. Cabe ainda ressaltar que um espaço aberto foi deixado embaixo de cada item do questionário para que os alunos inserissem informações adicionais que julgassem relevantes.

Embora os resultados obtidos e observados ao longo do semestre foram satisfatórios, pois tivemos alunos que freqüentaram todas as aulas, houve apenas uma desistência, as discussões e reflexões durante os encontros foram muito produtivas, houve uma visão específica e global dos temas etc., verificamos, a partir dos registros feitos pelos alunos nos espaços abertos, que a demanda de atividades de outros componentes curriculares, especialmente do EI, e o horário em que o componente foi oferecido (das 8h às 10h) influenciaram a motivação, participação e freqüência dos alunos. A maior parte das disciplinas do curso de computação é oferecida no turno da tarde e muitos alunos comentaram que normalmente prolongam seus estudos no turno da noite, portanto, no horário do curso alguns deles encontravam-se sonolentos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

A resistência em cursar componentes de formação humanística por alunos de cursos de engenharia é um desafio antigo, por isso, novas estratégias de trabalho devem ser pensadas pelos professores responsáveis por eles. Nessa perspectiva, os autores desse artigo resolveram elaborar uma estratégia metodológica denominada *Problem Based Learning – Knowledge Building* (PBL-KB), que reúne os passos do método PBL, a espiral de conhecimento de NONAKA e TAKEUCHI (1997) e a elaboração de ontologias para nortear o processo de ensino e aprendizagem dos alunos do curso de Engenharia de Computação, da Universidade Estadual de Feira de Santana, em componentes curriculares de formação humanística.

A nossa consideração inicial, com relação à elaboração de ontologias durante o processo educacional, é de que realmente propiciam aos alunos um contato com objetos de estudo dos componentes curriculares de formação técnica (e.g. Algoritmos e Linguagem de Programação, Engenharia de Software, Inteligência Artificial, Projeto de Rede de Computadores etc.), promovendo assim uma religação entre esses componentes e os de formação humanística, e influenciando o grau de motivação dos alunos quanto à aprendizagem de temas que objetivam a formação humanística.

Como trabalho futuro, vamos pesquisar e analisar outros editores de ontologias disponíveis, como o OilEd, para dar suporte aos alunos no processo de elaboração das ontologias. Acreditamos que um software mais amigável e intuitivo poderá melhorar os resultados observados. A construção das ontologias não é a finalidade principal do componente EXA 890 – Ética em Computação, assim, o custo para a sua elaboração e aprendizagem deverá ser minimizado.

Além disso, daremos continuidade ao trabalho de SANTOS *et al.* (2007), que está estendendo sua pesquisa inicial para o desenvolvimento de uma ferramenta, já denominada *Problema Based Learning – Concept Maps* (PBL-CM), para a criação e organização de hierarquias conceituais, objetivando dar suporte às atividades previstas pelo PBL-KB, ao longo do curso de componentes de formação humanística.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer aos alunos de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana pela constante colaboração no desenvolvimento desta pesquisa. Esta pesquisa foi parcialmente apoiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) sob os projetos números **Convênio 183/2004** e **TO-BOL1248/2006**. Além disso, é realizado como parte do projeto Gestão do Conhecimento no Cenário Brasileiro, realizado na Rede Cooperativa de Pesquisa e Intervenção em (In)formação, Currículo e Trabalho (REDEPECT), que teve o apoio do CNPq até julho de 2007.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

BARBIER, R. **A Pesquisa-Ação**. Brasília: Liber Livro Editora, 1994.

BERNERS-LEE, T *et al.* **The Semantic Web**: a new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities (2001). Disponível em <<http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21&pageNumber=1&catID=2>>. Acesso em: 9 de jun. de 2008.

BITTENCOURT, R. A.; FIGUEIREDO, O. A. . O Currículo do Curso de Engenharia de Computação da UEFS: Flexibilização e Integração Curricular. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (XI WEI), 23, 2003, Campinas. **Anais**. Campinas: SBC, 2003. p. 171-182.

BOUND, D.; FELETTI, G. **The Challenge of Problem-Based Learning**. Kongan, 1998.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação Câmara de Educação Superior (CNE/CES). **Resolução CNE/CES 11, de 2002**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, 2002.

BRASIL. Universidade Estadual de Feira de Santana. **Resolução CONSEPE 40, de 2004**. Regulamenta a Oferta dos Componentes Curriculares “Módulo Isolado” e “Estudo Integrado” para o Curso de Graduação em Engenharia de Computação. Feira de Santana, 2004.

BREITMAN, K. **Web Semântica**: a Internet do Futuro. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

DESLILE, R. **Use Problem-Based Learning in the Classroom**. Virginia: ASCD, 1997.

DUCH, B *et al.* **The power of Problem-Based Learning**. Virginia: Stylus Publishing, 2001.

GUARINO, N. **Formal Ontology and Information Systems**. Formal Ontology in Information Systems (FOIS '98), Trento, 1998.

GRUBBER, T. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge Acquisition**. Califórnia. V. 5, n. 2, p. 199-220, 1993.

MASIERO, P. C. **Ética em Computação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

MORIN, E. **A Cabeça Bem-Feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de Conhecimento na Empresa**: Como as Empresas Japonesas Geram a Dinâmica da Inovação. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 1997.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. **Ontology Development 101**: A Guide to Creating Your First Ontology. Disponível em <<http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf>>. Acesso em 08 de jun. de 2008.

PINTO *et al.* Estratégia de Ensino e Aprendizagem para Componentes Curriculares de Formação Humanística oferecidos para Cursos de Engenharia de Computação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 35, 2007, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Centro Universitário Positivo, 2007. p. 3B09-1-3B09-13.

PROJETO. **Projeto Didático-Pedagógico do Curso de Engenharia de Computação**. Disponível em <<http://www.ecomp.uefs.br/ecomp/ProjetoDidaticoPedagogico.htm>>. Acesso em: 9 de jun. de 2008.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)**: uma experiência no ensino superior. São Carlos: EdUFSCar, 2008.

ROCHA F. E. L. *et al.* Como usar ontologias na avaliação da aprendizagem significativa mediada por mapas conceituais. **Revista Brasileira de Informática em Educação**, v.13, n 2, 2005.

SANTOS *et al.* Aplicação do método de Aprendizagem Baseada em Problemas no curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 35, 2007, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Centro Universitário Positivo, 2007. p. 2A07-1-2A07-14.

SANTOS, B. de S. **Um Discurso Sobre as Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

SANTOS, L. C. *et al.* Search Agent of Concepts in Ontologies. In: IADIS INTERNATIONAL CONFERENCE APPLIED COMPUTING, 2008, Portugal. **Anais**. Portugal: Algarve, 2008 . p. 389-392.

SANTOS, N. *et al.* Ontologia para o domínio da educação mediada pela Web. In TALLER INTERNACIONAL DE SOFTWARE EDUCATIVO, 8, 2003, **Anais**. Santiago, Chile, 2003.

SNOW, C. P. **As Duas Culturas e Uma Segunda Leitura**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

LINKING KNOWLEDGE: THE DEVELOPMENT OF ONTOLOGIES IN THE TRAINING OF COMPUTER ENGINEERING STUDENTS

***Abstract:** This article presents the preliminary results of the process of developing ontologies in the formation of students of the course in Computer Engineering of the State University from Feira de Santana, during the course of the training curriculum humanistic component EXA 890 - Ethics in Computer. The main purpose in to adopt the development of ontologies in the educational process was to promote the linking of knowledge of the components of vocational training and humanistic. Herewith, it is intended that the engineering students frequent and they can to interest in humanities subjects and at the same time, they can to know needed technologies for their technical performance.*

***Key-Words:** Education, Engineering, Ontology, PBL, PBL-KB*