INTEGRAÇÃO DO CONHECIMENTO NOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL: UMA APLICAÇÃO VOLTADA AO PROCESSO CONSTRUTIVO DE EDIFICAÇÕES

Maria Aparecida Steinherz Hippert[1], Ricardo Manfredi Naveiro[2]

Abstract *— Lack of knowledge integration in Civil Engineering courses has been discussed by several authors with improvement proposals ranging from curricular remodeling and content formatting propositions to changing aspects relating to pedagogical concepts and teaching/learning methodologies currently practiced. Within this context, this study tries to assess the use of a structure that has been developed for knowledge integration on the Construction Process of Buildings. Thus, a case study was conducted with Civil Engineering students at the Federal University of Juiz de Fora. Results showed that applying this structure made the Construction Process clearer and identified the importance of a greater conceptualization of the terms that are used in this area of knowledge so as to avoid making mistakes.*

Index Terms —Knowledge, integration, civil engineering.

INTRODUÇÃO

Na atual Era das Tecnologias da Informação o conhecimento tem assumido um papel de destaque. Ao ensino cabe um papel importante uma vez que será necessário que o professor, ao invés de simplesmente repassar o conhecimento ao aluno, passe a ajudá-lo na construção do seu próprio conhecimento. A mudança de foco no ensino se coaduna com a proposta de Vygotsky, que afirma que é necessário "ensinar o aluno a pensar, ensinar formas de acesso e apropriação do conhecimento elaborado, de modo que ele possa praticá-las autonomamente ao longo de sua vida" [1].

No caso dos cursos de graduação de Engenharia Civil, de maneira geral, o conhecimento tem sido adquirido de forma desintegrada, sem uma visão holística do seu contexto de aplicação, e o profissional acaba por reproduzir na prática a maneira como aprendeu durante a sua formação acadêmica. A especialização dos profissionais nas várias áreas da engenharia civil tem colaborado com a compartimentação do conhecimento, dificultando "aos técnicos o entendimento mais amplo do funcionamento do 'complexo' edifício" [2] .

Entretanto, verifica-se no ambiente acadêmico um número crescente de pesquisas que propõem a inserção de mecanismos que favoreçam uma melhor integração de conteúdos. A maioria destas discussões aponta para uma necessidade de melhorias (ou mesmo de superação do modelo atual de educação), com proposições que vão desde a reestruturação curricular e de formatação de conteúdos, até a mudança de aspectos relacionados a concepções pedagógicas e às metodologias de ensino/aprendizagem praticadas [3].

A busca pela integração do conhecimento levou a realização de alguns levantamentos junto a alunos de engenharia civil [4] que resultou na proposição de uma estrutura para organização do conhecimento [5].

Este trabalho apresenta os resultados de uma nova pesquisa desenvolvida com os alunos formandos do curso de Engenharia civil da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), localizada em Minas Gerais, Brasil. O levantamento permitiu verificar a aplicabilidade da utilização da estrutura proposta para a organização do conhecimento sobre o processo construtivo de edificações.

UMA ESTRUTURA PARA ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

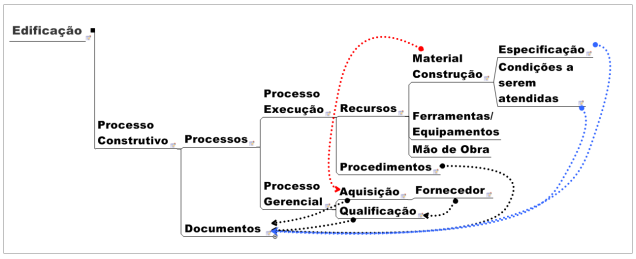
O objetivo da estrutura desenvolvida foi o de integrar e reorganizar o conhecimento que se encontra disperso nas diversas áreas de conhecimento que se relacionam à gestão da construção. Esta integração é buscada através de uma visão sistêmica que analisa o Processo Construtivo segundo um Modelo de Processo. O uso de um modelo ajuda a planejar a forma de se registrar o conhecimento existente para sua posterior utilização. Além disto, o trabalho inclui as diretrizes preconizadas nas normas ISO para a classificação da informação na Indústria da Construção Civil [6].

Em virtude da amplitude do processo construtivo, fez-se um recorte. Os documentos gerados pela implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade, na Pequena Empresa Construtora, foram a fonte de conhecimento utilizado para a elaboração da estrutura. O conhecimento resgatado foi organizado segundo a classificação facetada uma vez que as dimensões relacionadas ao Processo são dispostas em categorias em função das similaridades dos objetos analisados [7]. As facetas utilizadas foram: Documentos, Atributos (Material Básico de que são constituídos os materiais de construção), Processos de Execução e Gerenciais, Elementos da Construção (constituído por materiais aplicados segundo um processo de execução à um sistema ou entidade construída).

A estrutura proposta para organização do conhecimento, a partir das árvores de Documentos, Processos, Elementos e Material Básico, para a pequena empresa construtora possibilitou que Materiais, Serviços e Fornecedores fossem relacionados.

1 Maria Aparecida Steinherz Hippert, Departamento de Construção Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil, aparecida.hippert@ufjf.edu.br
2 Ricardo Manfredi Naveiro, Programa de Engenharia de Produção, Escola Politécnica & COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, rnaveiro@poli.ufrj.br

FIGURA I
Processo Construtivo



MÉTODO DE PESQUISA

O curso de Engenharia Civil da UFJF tem suas disciplinas profissionalizantes distribuídas em quatro Departamentos: Construção Civil, Estruturas, Hidráulica e Saneamento e Transportes. As disciplinas relativas à execução da obra encontram-se basicamente no Departamento de Construção Civil: Construção de Edifícios, Materiais de Construção, Planejamento e Controle de Obras, Gerenciamento de Obras, Tópicos Especiais dentre outras. As primeiras são obrigatórias e as últimas são eletivas, ou seja, o aluno cursa caso seja do seu interesse.

Partindo do pressuposto de que os estudantes do último ano, já adquiriram grande parte do conhecimento necessário para a sua atuação profissional, o levantamento foi programado para ser realizado junto aos mesmos.

O teste foi realizado durante uma aula da disciplina de Planejamento, Programação e Controle de Obras (PCO) no 2º. Semestre de 2004. Esta disciplina é obrigatória para o curso de Engenharia Civil e faz parte da grade de disciplinas do 9º. Período do curso.

A realização do teste não teve uma preocupação com a validação estatística. A intenção foi a de verificar a aplicabilidade da estrutura frente à integração do conhecimento pretendida. Referência [8] afirma que o papel do avaliador consiste em organizar segundo um critério as evidências ou indicativos que reflitam o aprendizado do aluno como um ato de construção de conhecimento.

A turma de PCO foi escolhida por ser uma disciplina do Departamento de Construção Civil que apresenta um maior conteúdo no que se refere à gestão da construção de edificações. Ela é uma disciplina obrigatória no curso de Engenharia Civil da UFJF, diferentemente da disciplina de Gerenciamento de Obras, que é do 10º. período e é eletiva. Além disto, nesta fase do curso o aluno já apresenta uma familiaridade com o conteúdo de gestão uma vez que o mesmo pode se formar sem cursar a disciplina de Gerenciamento (eletiva) do 10º. Período.

O horário disponibilizado pelo professor da disciplina foi assim organizado:

- Explanação (pelo primeiro autor deste trabalho) sobre a Pequena Empresa de Edificações, o Processo Construtivo e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) em particular o Sistema de Avaliação da Conformidade de Serviços e Obras (SiAC). Em seguida foi discutida a necessidade de organização do conhecimento e apresentado um caso - PORTA como exemplo de aplicação da estrutura proposta para integração do conhecimento;
- Proposição de um exercício aos alunos;
- Avaliação da Estrutura para Organização do Conhecimento apresentada, através da aplicação de um questionário.

O exercício e o questionário de avaliação estão a seguir descritos. A turma com 22 alunos foi dividida em grupos de 2 alunos. O exercício proposto consistiu na entrega a cada um dos grupos da lista de materiais e serviços controlados, segundo o SiAC, e de uma relação de normas técnicas. A partir de um **Serviço** (retirado da lista de serviços controlados) foi solicitado aos alunos que identificassem:

- os sub-processos (se pertinente);
- os materiais mais representativos para a realização do processo;
- as normas técnicas que os materiais devem atender;
- os conceitos para alguns dos termos utilizados.

Após o encerramento desta atividade foi aplicado um questionário aos alunos para avaliar a estrutura apresentada. Os critérios estabelecidos para a avaliação partiram daqueles propostos por Fox e apresentados em referência [9]. Estes últimos foram propostos para a avaliação de modelos de referência (modelo parcial ou não, que pode ser usado como base (modelo ideal) para o desenvolvimento ou avaliação de modelos particulares, ou seja, aqueles pertencentes às empresas).

Foram elaboradas quatro questões baseadas nos critérios de clareza, extensibilidade e completude, conforme descrito abaixo:

- **Clareza** – capacidade do modelo de ser facilmente entendido. No caso, aplicado ao processo construtivo (p1) e suas relações (p2);
- **Extensibilidade** – capacidade do modelo ser expandido. Voltado à inserção de novos documentos, o que gera aumento do número de processos e materiais (p3);
- **Completude** – capacidade do modelo de conter toda a informação necessária. Direcionado aos processos de execução, uma vez que, o foco é a construção de edificações (p4).

Além destas, foram ainda elaboradas duas questões para avaliar o repositório de conhecimento gerado, isto é, a manutenção da estrutura com seus termos e conceitos (p5 e p6).

O objetivo do questionário foi verificar se a organização proposta para o conhecimento ajudava no entendimento do processo construtivo e era capaz de integrar o conhecimento relativo a esta área. Os alunos deveriam marcar numa escala de 1 a 5, o grau de importância (do menor para o maior) para as respostas às questões apresentadas justificando-as.

ANÁLISE DOS DADOS

Resultados obtidos com a realização do Exercício

Para o exercício proposto foram recebidas respostas de 9 grupos (quadro I), referentes aos serviços: *Execução de Fundação (Direta), Execução de Formas, Concretagem de peça estrutural, Execução de Alvenaria não-estrutural*, *Execução de Revestimento interno de área seca (Gesso), Execução de Revestimento interno de área úmida (Cerâmica),Execução de Revestimento de piso interno de área úmida (Cerâmica), Execução de Revestimento externo (Pastilha cerâmica)*, *Execução de Forro (Forro em gesso).*

QUADRO I
TESTE COM ALUNOS: EXERCÍCIO PROPOSTO

Serviço	Materiais	Normas ABNT	Processo
Execução de Alvenaria não-estrutural	Areia	NBR 7211/83	Alvenaria de Vedação
	Cimento	NBR 11578/91	
	Cal		
	Bloco ceramico	NBR 7171/92	

Foi clara a associação do Serviço ao material utilizado. Na execução da fundação, verificou-se que existe, num primeiro nível, uma classificação por função (Fundação Direta), que, depois, relaciona-se aos materiais. É nítida também a associação dos materiais às normas que os regulamentam. Somente para três dos materiais controlados não foi citada a norma correspondente.

Também foi verificada uma variação entre alguns dos termos utilizados. Mesmo tendo recebido uma relação de materiais (lista de materiais controlados), aparece nos resultados Chapa de Compensado e Placas de Compensado (referindo-se a um mesmo produto). O mesmo ocorrendo para argamassa industrializada e argamassa para rejunte.

Já para os processos houve uma tendência em se manter os termos constantes nas listas de serviços. Embora não seja exigido um rigor terminológico dos alunos, em alguns casos esta situação pode se tornar conflitante, como, por exemplo, no conceito dado para Revestimento:

- **Grupo 8**: "*Etapa da obra que tem por finalidade proteger o local aplicado contra as intempéries, proporcionar maior durabilidade, conforto técnico, acústico e visual";*
- **Grupo 9***: "É um material de acabamento utilizado para proteger a estrutura da ação das intempéries e também possui função estética. Atua como isolante térmico e acústico nas edificações".*

Afinal, revestimento é um material ou uma etapa da obra, embora tenham sido citados, praticamente, para a mesma finalidade? Estes resultados apontam a necessidade de se trabalhar mais intensamente a terminologia e os conceitos junto aos alunos.

Cabe ressaltar que, o objetivo do exercício foi o de verificar a questão da integração. Não se esperava que, com somente um horário de aula, os "novos" conceitos apresentados fossem assimilados com rigor terminológico. A intenção é que os significados dos conceitos fossem entendidos.

Resultados obtidos com a avaliação da Estrutura

Os resultados obtidos para a pergunta 1 estão apresentados no quadro II abaixo. Para a pergunta 2 os alunos fizeram suas opções entre 3 e 5, na pergunta 3 escolheram suas respostas entre 4 e 5, na pergunta 6 de 3 a 5. As perguntas 4 e 5 tiveram a maior variação: na pergunta 4, um grupo não respondeu, outro marcou 1 e os outros marcaram de 3 a 5; na pergunta 5, um grupo marcou um e os outros escolheram 3 ou 5.

QUADRO II
TESTE COM ALUNOS: AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA

P1)A organização proposta contribui para o entendimento do processo produtivo?
R1 (5) Sim. Ela explicita os elementos constituintes do processo R2 (5) Sim. A organização é a base do processo produtivo. R3 (5) A organização é uma ferramenta importante que pode te auxiliar o entendimento de qualquer processo. R4 (5) Para padronizar e facilitar o processo executivo. R5 (4) Sim. Porém exige treinamento de pessoal R6 (4) Nos auxiliou a compreender melhor o processo produtivo. R7 (4) Sim. Porque um sistema bem organizado o entendimento é mais fácil. R8 (5) Quanto melhor organização e detalhamento melhor é o entendimento

As respostas apontaram, de maneira geral, que: a tabela de Processos não aborda todo o processo construtivo (estava limitada aos serviços presentes nos documentos da Qualidade) – questão 4, e que a manutenção de um conhecimento organizado não é simples, demanda força de vontade e treinamento – questão 5.

As respostas apresentadas foram bastante satisfatórias. Nota-se a importância dada à necessidade de maior conceituação dos termos utilizados nesta área de conhecimento de forma a se evitar a ocorrência de erros. Este resultados já eram esperados tendo em vista a falta de padronização dos termos usados no processo de construção.

No caso da Gestão de Empreendimentos, falta ainda uma conceituação dos termos que seja de consenso no setor. A Gestão de Empreendimentos é uma disciplina relativamente nova no campo profissional e, embora haja uma certa concordância a respeito do que é feito, ainda não existe um consenso sobre os termos utilizados [10]. Mesmo para o "processo da construção" ainda não existe também um consenso sobre o que ele deve conter, em razão das diferentes soluções adotadas [11].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstra que o conhecimento tem sido adquirido de forma desintegrada, muitas vezes através de disciplinas que não conseguem mostrar ao aluno o "complexo" edifício. A falta de integração reforça a necessidade de mudanças nos cursos apoiada, inclusive,

nas novas Diretrizes Curriculares, que obrigam a realização de projetos de integração.

A falta de integração levou à proposição de uma estrutura para organização do conhecimento a partir da modelagem do Processo Construtivo de Edificações. A utilização de um modelo torna o processo mais transparente facilitando a tomada de ações com vistas a sua melhoria. A análise do processo construtivo é realizada segundo uma abordagem sistêmica e envolve o estudo dos Materiais e Serviços necessários ao Processo Construtivo utilizado pelas empresas de Edificações.

A estrutura após elaborada foi testada com alunos formandos. Estes já possuem um conhecimento prévio do assunto e desta forma, o objetivo da realização do teste foi o de verificar a capacidade da estrutura em realizar a integração do conhecimento. As respostas apresentadas foram bastante satisfatórias. A aplicação da estrutura tornou mais claro o Processo Construtivo, bem como identificou a importância de maior conceituação dos termos utilizados nesta área de conhecimento de forma a se evitar a ocorrência de erros.

A utilização da estrutura proposta para organização do conhecimento (que fornece um instrumento capaz de integrar e complementar o conhecimento), aplicada ao longo do período letivo tem se mostrado como um importante instrumento facilitador do processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas que abordam o Processo Construtivo de Edificações.

AGRADECIMENTOS

CAPES - Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

REFERÊNCIAS

[1] Rego, T.C., " Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação", 11ed. Petrópolis: Vozes (Educação e Conhecimento), 2001.

[2] Thomaz, E., Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção. São Paulo: Pini, 2001.

[3] Oliveira, V.F. O., Uma proposta para melhoria do processo de ensino/aprendizagem nos cursos de Engenharia Civil. (Tese de D. Sc., COPPE/UFRJ), Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.

[4] Cintra, M.A.H.; Naveiro, R.M., "Integração do conhecimento nos cursos de Engenharia Civil: Um estudo de caso". In: *Proceedings of International Conference on Engineering and Computer Education*, 2009, Buenos Aires.

[5] Cintra, M. A. H. Uma proposta de estrutura para organização do conhecimento na pequena empresa de edificações. (Tese de D.Sc., UFRJ), Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

[6] International Organization for Standardization. "ISO/DIS 12006-2 : Organization of information about construction works. Part 2: Framework for classification of information". Genève: ISO, 1998.

[7] Bailey, K. D. Typologies and taxonomy: an introduction to classification techniques. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994.

[8] Hernandez *apud* Hippert, A., Oliveira, E., Conde, I., et al. "Avaliação de curso em EAD via Internet". In: *Anais do Encontro Educação em Engenharia,* Petrópolis ,2002.

[9] Romano, F.V. Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações. (Tese de D.Sc., UFSC), Florianópolis: UFSC, 2003.

[10] PMI, PMBOK: Project Management body of knowledge. Belo Horizonte, Project Management Institute (Trad. PMIMG), 2000.

[11] Amorim, S.r.L., Peixoto, L., Domingues, L.C.S.M. et al. "Terminologia: buscando a interoperabilidade na construção". In: *Anais do Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios,* São Carlos, 2001.