



## O USO DA EPISTEMOLOGIA CONSTRUTIVISTA APROXIMANDO OS ALUNOS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA DAS TÉCNICAS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

**Fábio A. Có**

Departamento de Arquitetura e EPC – Univix, Brasil – e-mail: falmco@uol.com.br

### RESUMO

**Proposta:** Este trabalho mostra que apesar das grandes construtoras Capixabas utilizarem com sucesso algumas ferramentas da filosofia lean, elas parecem fazê-lo sem a consciência desejável, ou seja, agindo muito mais por bom senso, fruto da reprodução de práticas construtivas que deram certo no passado, do que como resultado da aprendizagem de cursos afins. Essa percepção ocorre quando se analisa o seguinte dilema: em Vitória-ES, apesar do bom momento da Construção Civil e da utilização das ferramentas lean, engenheiros e arquitetos ainda resistem à Produção Enxuta. Este artigo tem como objetivo o desenvolvimento de uma pesquisa para a análise desse paradoxo. Uma vez comprovado que os saberes acadêmicos não são corretamente traduzidos nos canteiros de obras, ou melhor, que os engenheiros e arquitetos estão internalizando os conhecimentos, mas não os estão aplicando em seu dia a dia, caberá propor então uma metodologia baseada na epistemologia construtivista, como meio de adequar os conhecimentos tácitos desses profissionais aos conhecimentos acadêmicos dos pesquisadores. Desse modo, assegura-se tanto o uso fundamentado e consciente das técnicas de construção lean como a capacidade de extração desses conhecimentos pelos engenheiros e arquitetos, resultando certamente em maior êxito na gestão das obras.

Palavras-chave: Lean Construction, Construtivismo, Ferramentas Lean.

### ABSTRACT

**Proposal:** This work shows that although the great Capixabas constructors use with success some lean tools, they seem to make it without the desirable conscience, that is, acting much more for common-sense, effect of the reproduction of practical constructive who had shown good results in the past, than as a consequence of the learning of courses. This perception occurs when the following dilemma is analyzed: in Vitoria - Espírito Santo, although the good moment of the Civil Construction and the use of the lean tools, engineers and architects still resist the lean conceptions. This article has as objective the development of a research, for the analysis of this paradox and, once proven that the academics knowledges are not correctly translated to the building sites, or better, that the engineers and architects are not using them in their daily work, to consider then a methodology based on the constructivism epistemology, as a way to adjust the tacit knowledge of the engineers and architects to the academic knowledge of the researchers, assuring the established and conscientious use of the lean construction techniques, resulting certainly in bigger success in the management of the building sites.

Keywords: Lean Construction, Constructivism, Lean tools.

## **1 INTRODUÇÃO**

Isatto et al (2000) citam que os anos 80 foram marcados por uma busca desenfreada pela aplicação dos princípios e ferramentas do TQC na Construção Civil, tanto pela procura de melhoria nos processos produtivos como simplesmente na tentativa da certificação segundo as normas da série ISO 9000.

Tal situação começa a mudar nos anos 90, a partir de um novo referencial teórico na Construção Civil, com a transposição da filosofia lean para essa indústria. O marco desta transposição foi o trabalho do finlandês Lauri Koskela em 1992, intitulado *Application of the new production philosophy in the construction industry*, a partir do qual foi criado o Grupo Internacional pela Lean Construction (IGLC), responsável pela disseminação da filosofia lean na indústria da Construção Civil em diversos países.

Analizando-se Koskela (1992), vê-se que a grande contribuição da Lean Construction para a indústria da Construção Civil é o entendimento de que o seqüenciamento da produção nessa indústria vai além de uma sucessão de atividades de conversão, levando à tona todas as atividades de apoio, como as atividades de transporte, espera e inspeção (atividades de fluxo).

Para uma dimensão mais precisa do problema, basta dizer que segundo Isatto et al (2000, p. 7), “estima-se que cerca de dois terços (67%) do tempo gasto pelos trabalhadores em um canteiro de obras estão nas operações que não agregam valor: transporte, espera por material, retrabalhos, etc”.

Este novo contexto da Construção Civil, somado ao fato do Espírito Santo ser atualmente o estado brasileiro com o maior crescimento no setor, alavancado principalmente pelas indústrias do petróleo e do gás, justificou uma pesquisa de campo junto às mais importantes construtoras da cidade de Vitória (capital do Estado) com o objetivo de revelar as percepções dessas empresas com relação à aplicação das técnicas e ferramentas da Lean Construction em seus canteiros de obras.

A partir dessa pesquisa de percepção, pretende-se analisar se os conceitos acadêmicos da Lean Construction estão migrando de forma adequada aos cotidianos das construtoras, e, caso não estejam, esse artigo sugere a aplicação da epistemologia construtivista para mostrar aos profissionais da área que é possível elevar suas concepções prévias ao paradigma da Lean Construction.

## **2 PESQUISA DE CAMPO**

Para a pesquisa de campo foram selecionadas as mais importantes e tradicionais construtoras da cidade de Vitória – ES, perfazendo um total de 8 empresas. Dentre elas foi escolhida uma amostra, seguindo-se dois critérios:

- ✿ Critério 1: para se ter certeza de que os sujeitos da pesquisa conheciam o tema, as construtoras da amostra deviam ter feito algum curso formal sobre Lean Construction;
- ✿ Critério 2: para se facilitar tanto o acesso às informações, quanto a aplicação das intervenções, as construtoras da amostra deviam ter funcionários ou estagiários cursando Engenharia Civil ou Arquitetura, obrigatoriamente, em instituições de ensino atendidas pelo pesquisador.

Como a cidade de Vitória atravessa um bom momento no setor da Construção Civil, é uma capital com dimensões reduzidas e, além disso, o pesquisador atende aos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura de uma das três instituições de ensino existentes na cidade, não foi difícil criar uma amostra com 4 das 8 mais importantes e tradicionais construtoras selecionadas, ou seja, foram selecionadas 4 construtoras que já tinham se submetido a cursos formais sobre Lean Construction, e ainda, tinham 6 funcionários que eram alunos formandos do pesquisador.

A pesquisa de campo foi feita por meio de entrevistas. Primeiramente, entrevistaram-se os donos ou diretores das empresas; e em seguida, entrevistaram-se os seus engenheiros de obras. O clima das entrevistas foi bastante animado e cordial, principalmente porque os entrevistados sabiam que não estavam sendo julgados, ou seja, que o objeto em questão não era o desempenho de suas empresas, e sim o “ensino de engenharia”. A entrevista se resumia a duas perguntas: 1 – Após os cursos sobre Lean Construction, o que o Sr. ou a Sra. entende como filosofia lean? 2 – Após os cursos sobre Lean Construction, que ferramentas lean foram utilizadas para aproximar a sua empresa de uma empresa enxuta?

### **3 ANALISANDO AS RESPOSTAS**

#### **3.1 Analisando as respostas da 1<sup>a</sup> questão – a percepção *lean***

Compilando todas as respostas da primeira questão, pôde-se perceber um extraordinário disparate, ou seja, todos os entrevistados aprenderam de forma equivocada que a Lean Construction é uma filosofia que representa um planejamento “leonino”, sob o pretexto de acelerar as obras. Sobre isso, todas as construtoras entrevistadas argumentaram que não precisam desse planejamento para aumentar a velocidade das obras, mas sim, de um melhor fluxo de caixa.

Ora, se essas construtoras associam que a aceleração das obras está relacionada mais fortemente ao fluxo de caixa (que representa a demanda), então elas possuem, mesmo que de forma inconsciente, a concepção correta do princípio just-in-time (JIT) da filosofia lean, a qual está de acordo com Slack et al (1996, p. 474), quando os autores citam que o just-in-time significa “[...] produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários - não antes para que não se transformem em estoque, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar”.

Em síntese, as construtoras entrevistadas foram ao treinamento sobre Lean Construction com a concepção correta do just-in-time, todavia, isso não foi aproveitado durante o curso, perdendo-se a oportunidade de discutir as possibilidades de se trabalhar sob a regência de uma produção enxuta, independentemente do fluxo de caixa.

Para Hirota et al (1999), essas dificuldades de contextualização se dão pelos obstáculos na adaptação dos conceitos e princípios da teoria Lean para os processos construtivos, pois nesse caso, é necessário que os envolvidos abandonem antigos paradigmas, que incluem a convicção de que a indústria da construção é muito especial para ter qualquer semelhança com a manufatura convencional.

No desenvolvimento de um trabalho objetivando a facilitação da aprendizagem dos conceitos e princípios da Lean Construction, Hirota et al (1999), chegam a sugerir, o emprego de mapas mentais para expor e negociar significados para as Construções Enxutas.

#### **3.2 Analisando as respostas da 2<sup>a</sup> questão – a utilização das ferramentas *lean***

Com relação à utilização das ferramentas lean, o discurso de todos os entrevistados revelou que, após o treinamento, houve certo afã no sentido de reduzir o número de serventes, de investir na polivalência dos operários e na substituição dos cronogramas físicos e financeiros por linhas de balanço. Essas iniciativas, no entanto, foram arrefecidas pelo paradigma vigente de que a filosofia lean só daria certo em função de um bom fluxo de caixa, ou seja: na prática, toda vez que o cronograma “apertava” por falta de tempo ou dinheiro, tudo voltava ao que era antes.

Insistindo no assunto, o entrevistador sutilmente joga a responsabilidade para os gerentes das obras, ao mesmo tempo em que cobra uma ação sistêmica para o uso integrado de ferramentas lean, citando as células de produção, o kanban, os dispositivos à prova de falhas, as Trocas Rápidas de Ferramenta, a Manutenção Produtiva Total, a Engenharia Simultânea e etc. Como resposta básica, os gerentes insistem na alegação de que essas ferramentas nem sempre encontram “terreno fértil” nos canteiros de obras, e sim, nas manufaturas convencionais.

De fato, mesmo que essa percepção não combine com as bases científicas do mundo acadêmico, é preciso encarar que ela foi produzida num canteiro de obras e não numa sala de aula; portanto, cabe ao docente enfrentar esse tipo de realidade e fazer com que a filosofia lean chegue aos canteiros de obras de forma mais tranquila e sem conflitos.

Os resultados das entrevistas mostraram evidências de que os instrutores de Lean Construction, no município de Vitória – ES, por mais competências que tenham no assunto, estão trazendo realidades prontas e tentando inseri-las nos canteiros de obras, gerando conflitos entre realidades distintas. Propõe-se então, nesse contexto, que a epistemologia construtivista de ensino seja utilizada, levando o alunado a partir de suas concepções prévias até o verdadeiro paradigma da Lean Construction, realizando suas próprias deduções (abordagem socrática).

No clássico “A Meta”, de Goldratt & Cox, os autores utilizam a abordagem socrática para criar um diálogo de indagações entre um gerente de fábrica e um dos seus antigos professores. Mesmo sendo uma história fictícia, os leitores acabam no papel do personagem principal, internalizando, por meio

da dedução, todas as bases científicas da “Teoria das Restrições”. Não por acaso essa obra representa um best-seller internacional na área de negócios.

Na introdução da obra “A Meta”, de Goldratt & Cox (1993), Goldratt cita:

Eu, sinceramente, acredito que o único caminho que temos para aprender é através de nosso processo dedutivo. Apresentar-nos uma conclusão acabada não é a melhor forma de nos fazer aprender. No máximo, podemos afirmar que essa é a maneira como fomos treinados. Esta é a razão pela qual eu tentei passar a mensagem contida no livro de forma socrática. Jonah embora conhecedor da solução, provocou Alex a deduzi-la, fornecendo interrogações em vez de exclamações.

#### 4 FUNDAMENTANDO A EPISTEMOLOGIA CONSTRUTIVISTA

Moretto (2005, p.36) explica, que na epistemologia tradicional o professor simplesmente transfere o conhecimento ao alunado, por meio de uma descrição, independente do contexto do observador. Moretto explica então, que nessa relação, “[...] o conhecimento é um conjunto de verdades de natureza ontológica, em que o professor é o transmissor do conhecimento, e o aluno é o receptor, repetidor das mesmas”.

Em Moretto (2003, p.99), o autor cita que na epistemologia tradicional o aluno desempenha o papel de repetidor de informações que muitas vezes não possuem o menor significado para ele.

[...] não cabe o papel de escolher o que deve ou não deve saber, nem a maneira pela qual a aprendizagem deva ser feita. Alguém já escolheu e planejou por ele. A ele cabe aprender o que é colocado, da forma com foi planejado e repetir no momento da verificação da aprendizagem.

Freire (2005) interpreta a epistemologia tradicional como “educação bancária”, em que o professor deposita, ou narra, ou transfere, ou transmite conhecimentos e valores aos educandos, chamados por Freire como “meros pacientes”.

Moretto (2005) diz, no entanto, que uma nova epistemologia toma corpo em nossos dias, em oposição à que chamamos de tradicional. É a perspectiva construtivista sóciointeracionista, em que o conhecimento deixa de ser representado como uma descrição de mundo e passa a ser uma construção, resultante das experiências do sujeito, em sua interação com o mundo físico e social.

Para Moretto (2003), a característica fundamental do construtivismo sociointeracionista é exatamente o processo de interação que se estabelece entre os três participantes do processo de ensino e de aprendizagem, a saber, aluno / conhecimento / professor. Nesse novo contexto, valorizam-se as concepções prévias dos alunos, tornando-as ponto de partida para aprendizagem de novas concepções (concepções acadêmicas), ou seja, aproveita-se a estrutura cognitiva do alunado, formado pelo conjunto de suas idéias, suas experiências e seus paradigmas ligados ao senso comum, para propor as concepções acadêmicas, facilitando a justaposição entre as duas concepções.

Ainda sobre a utilização das concepções prévias como ponto de partida, Antunes (1998, p.100) cita que:

[...] percebe-se que a construção do saber se dá pela transformação do que anteriormente se conhece; se nada se conhece, nada existe para ser transformado e, portanto, o foco do saber se cristaliza no ponto de partida do local conhecido para o endereço a aprender.

Para Piaget (1976)

Não existem estruturas inatas: toda estrutura pressupõe uma construção. Gênese e estrutura são indissociáveis temporalmente, ou seja, estando-se em presença de uma estrutura como ponto de partida e de uma mais complexa como ponto de chegada, entre as duas se situa necessariamente um processo de construção que é a Gênese.

A inteligência para Piaget é o processo de adaptação do organismo às novas situações e, como tal, implica na construção contínua de novos esquemas mentais. Esta adaptação diz respeito ao mundo exterior, assim, quanto mais complexo o estímulo oferecido pelo meio e, consequentemente, quanto mais complexa for a sua interação com o meio, mais “inteligente” será o indivíduo.

## **5 INTERVENÇÃO - APLICANDO A EPISTEMOLOGIA CONSTRUTIVISTA**

Constatados os equívocos na transposição da filosofia lean aos canteiros das 4 grandes construtoras capixabas que formam a amostra da pesquisa, o pesquisador então trabalha com os 6 formandos (seus alunos - conforme item 2) que atendem a essas construtoras (futuros engenheiros e arquitetos) e parte para um ensino dedutivo sobre a filosofia lean.

Entende-se que se as empresas entrevistadas são como a maioria das grandes empresas, elas certamente utilizam de forma inconsciente algumas das ferramentas lean, as quais, antes de tudo, são ferramentas calcadas no bom senso. Segundo Bicheno (2004), mesmo que a filosofia lean seja um sistema mais complexo do que a simples soma de suas ferramentas, não há dúvidas, de que a utilização individual de algumas dessas ferramentas, pode trazer bons resultados.

O desafio para o docente, então, é primeiramente fazer com que os alunos selecionados analisem e entendam as ferramentas da Lean Production, até que eles sejam capazes de buscar sozinhos, de forma incentivada, a contextualização dessas ferramentas na indústria da Construção Civil, a partir de seus canteiros de obras. A partir desse ponto pode-se afirmar que houve a generalização do conhecimento, e, por conseguinte, a real aprendizagem, capaz da tão desejada mudança de comportamento.

Em outras palavras, almeja-se, nessa metodologia construtivista, que o alunado faça mais do que ler as bases científicas da Produção Enxuta; o que se deseja, de fato, é que ele siga o mesmo caminho do professor e pesquisador Lauri Koskela (já citado) e faça, ele mesmo, a transposição das bases científicas do lean para o seu dia-a-dia na Construção Civil.

A partir dessa fase o docente deve avaliar o nível de aceitação do paradigma lean na Construção Civil e, só então, introduzir formalmente a base científica da Lean Construction a partir da obra do professor Lauri Koskela.

### **5.1 Os alunos selecionados identificam a Autonomação**

Após um vasto estudo da autonomação na produção enxuta, os alunos trouxeram, dentre vários exemplos, um reservatório de água ligado a uma bomba, a qual, por sua vez, é acionada automaticamente por um temporizador, levando a água até o pavimento recém-concretado, promovendo a cura automática do concreto por gotejamento, conforme figura 1.

Com esse dispositivo à prova de falhas, a cura do concreto está livre das falhas humanas e da boa vontade do “vigia da obra”, que nessa indústria de tantos improvisos faz o favor de molhar as “peças” recém-concretadas durante a noite.



**Figura 1 - Dispositivo para cura automática do concreto**

Liker (2005, p.37) cita que entre as invenções de Sakichi Toyoda (precursor do Sistema Toyota de Produção):

[...] havia um mecanismo especial para interromper o funcionamento de um tear toda vez que um fio se partisse – uma invenção que evoluiu para um sistema mais amplo que se tornou um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, chamado autonomação (automação com um toque humano).

## 5.2 Os alunos selecionados identificam uma combinação de ferramentas Lean

O que pode ser mais enxuto que uma célula de produção, montada por máquinas simples e pequenas, operadas por operadores polivalentes, capazes de dar manutenção nos equipamentos e fazer trocas rápidas de ferramentas? Pois bem, foi um exemplo desses que um aluno trouxe para a sala de aula, conforme figura 2 abaixo.

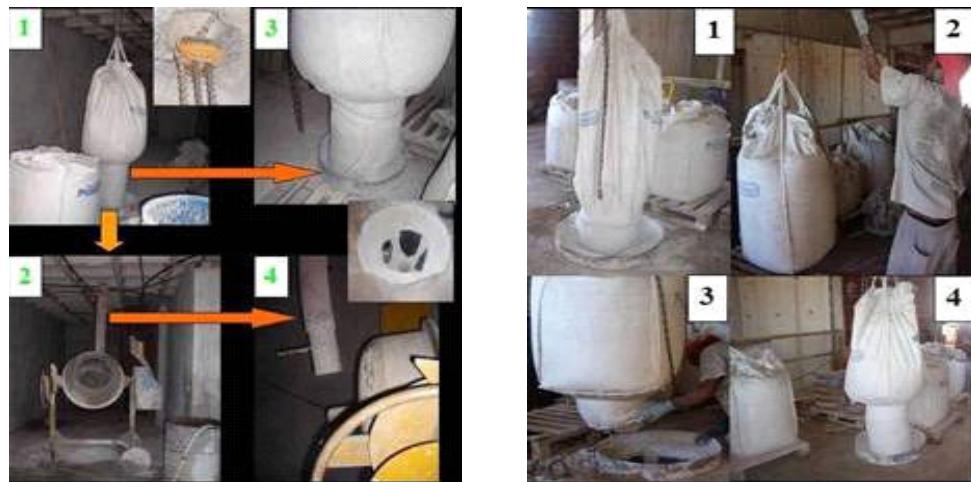


Figura 2 - Célula de produção de argamassa

Essa engenhoca faz a função de um silo de argamassa instalada em cada pavimento, que quando acoplada a uma pequena betoneira (120 litros), no pavimento inferior, permite que os pedreiros façam todos os serviços de revestimentos, assentamentos e contrapisos, eliminando também as atividades associadas à programação da produção, e transportes verticais com elevadores de carga (atividades de fluxo). Os silos armazenam uma argamassa pré-fabricada, eliminando também, todas as atividades associadas à compra de cimento, areia lavada e à fabricação das argamassas no canteiro de obras (atividades de fluxo). Pode-se observar ainda pela segunda sequencia de fotos da figura 2 (sequência da direita), que enquanto um silo é utilizado, outros silos (inclusive de materiais diferentes) já estão posicionados para uma Troca Rápida de Ferramentas, que com a utilização de uma talha, não dura mais que 1 minuto.

A conclusão mais interessante e lógica que se chegou na apresentação dessa técnica construtiva pelo grupo de controle, é que ela dispensa o sistema Kanban formal, ou seja, o Kanban com a utilização de cartões ou quaisquer outros artefatos de sinalização. Marchwinski & Shook (2003, p.64) citam que:

Na produção puxada, uma operação fluxo abaixo, [...], fornece informações à operação fluxo acima, geralmente por cartões Kanban, a respeito de quais partes e materiais são necessários, a quantidade necessária, e quando e onde é necessário.

Então, os alunos concluíram que o silo vazio já serve como sinal kanban para reposição, permitindo que um pavimento receba exatamente toda a argamassa que precisa, para todo o tipo de trabalho, no momento correto.

Segundo Martins & Laugeni (2001), o layout em células de manufatura consiste em arranjar em um só local (a célula) máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro, fazendo com que o material se desloque dentro da célula buscando os processos necessários.

Por outro lado, Womack et al (1992, p. 89) citam que uma das características fundamentais das fábricas enxutas é a máxima transferência de responsabilidades para os trabalhadores que efetivamente agregam valor. Observa-se na citação abaixo, que os autores sugerem que se os operários forem polivalentes, intervirão nas máquinas com pequenos serviços de manutenção, facilitando assim a entrada da Manutenção Produtiva Total no sistema. Segundo esses autores,

No final das contas, a equipe dinâmica de trabalho é que emerge como o coração da fábrica enxuta. Primeiro, é preciso dotar os trabalhadores de variadas qualificações

[...]. A seguir, é preciso que adquiram qualificações adicionais: reparos simples de máquinas, controle de qualidade, limpeza e solicitação de materiais.

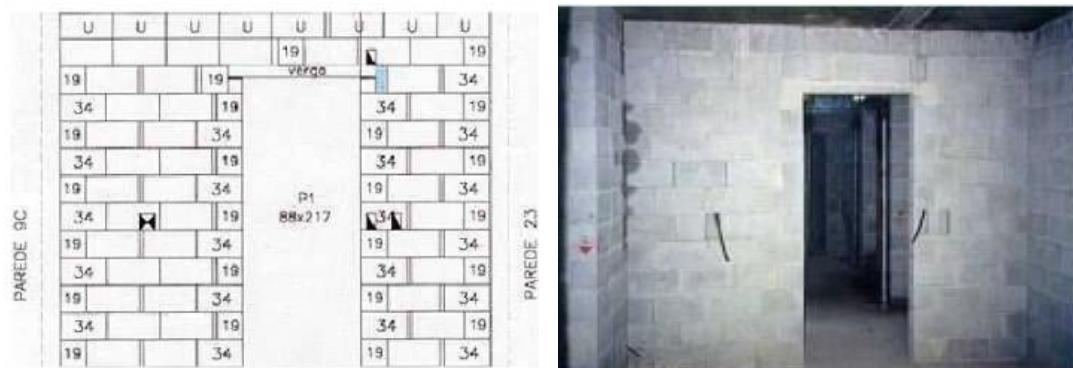
Com relação à Troca Rápida de Ferramentas, Black (1998, p. 132) cita que a adoção de programas de TRF é uma idéia revolucionária, por não necessitar de altos investimentos em equipamentos sofisticados, resumindo-se em uma análise de tempos e movimentos aplicada aos setups. Black cita ainda, que a redução dos tempos de setup favorece a “[...] troca mais freqüente de ferramentas, tamanhos de lotes menores, menores custos de inventário e menores tempos de atravessamento”.

### 5.3 Os alunos selecionados identificam a Engenharia Simultânea

Segundo Broughton (apud Slack et al, 1996), a engenharia simultânea procura otimizar simultaneamente o projeto do produto e o processo de manufatura com duplo objetivo: reduzir os tempos de desenvolvimento e melhorar os critérios de desempenho dos produtos. Segundo o mesmo autor, com a engenharia simultânea é possível elevar a qualidade e reduzir os custos por meio da integração das atividades de projeto e manufatura e da maximização do paralelismo nas práticas de trabalho.

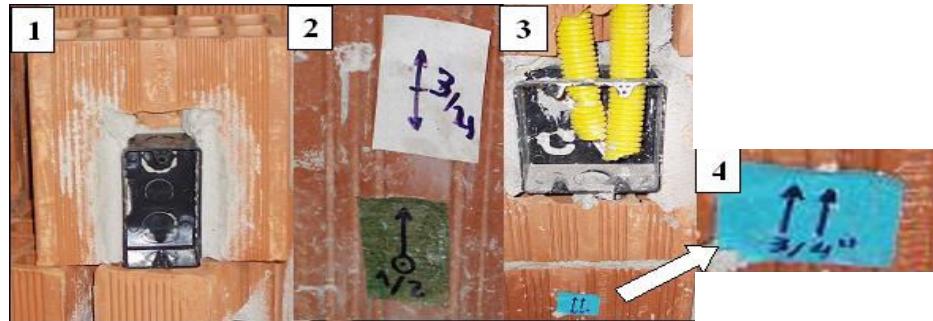
De acordo com Hartley (1998) a engenharia simultânea parte de uma confiança de trabalho em equipe (força tarefa), geralmente formada pelos engenheiros de projeto do produto, pelos engenheiros de fabricação, pelo pessoal de marketing, de compras, de finanças e os principais fornecedores.

Com relação à Engenharia Simultânea, ou seja, projeto simultâneo de produto e processo, os alunos selecionados trouxeram como exemplo o projeto de paginação de uma parede em alvenaria estrutural, em que o produto e o processo foram pensados simultaneamente (Figura 3). Por este motivo, a parede apresenta diversos tipos de blocos (evitando-se várias quebras e adaptações), assim como as caixas de passagens do projeto elétrico.



**Figura 3 - Engenharia Simultânea - alvenaria estrutural e elétrica**

Em outro exemplo, na alvenaria de lajotas da figura 4, existem importantes informações sobre o projeto elétrico, revelando o uso da Engenharia Simultânea pela construtora, ou seja, o desenvolvimento simultâneo do projeto elétrico com o projeto de paginação da alvenaria. Pela figura 4, observa-se que todas as caixas de passagem do projeto elétrico possuem suas funções e localizações sinalizadas sobre a alvenaria, permitindo que o pedreiro possa escolher lajotas com caixas embutidas, além de embutir os próprios eletrodutos nas alvenarias, evitando-se o risível desperdício de se quebrar a alvenaria após a sua construção para a passagem dos eletrodutos.



**Figura 4 - Resultado da paginação da alvenaria desenvolvida simultaneamente com o projeto elétrico**

Hartley (1998) cita que, na engenharia convencional, no momento em que os engenheiros de produção podem sugerir melhorias radicais, o projeto está demasiadamente adiantado para incorporar essas idéias, aumentando os desperdícios pela falta de qualidade dos projetos e da fabricação, ou pelas mudanças tardias nos projetos.

#### **5.4 Os alunos selecionados identificam os Fornecedores JIT**

Outro importante exemplo trazido pelos alunos selecionados mostra as várias vantagens do fornecedor JIT na Construção Civil. É o caso do fornecimento de lajotas paletizadas, cujos ganhos são: favorecer as entregas JIT, mais freqüentes e menores, por meio de veículos em milk run, conectando e abastecendo diversas obras em uma mesma viagem; favorecer a eliminação da contagem e do controle de qualidade das lajotas nos canteiros de obras e favorecer a descarga e a distribuição das lajotas nos canteiros de obras.

Tais fatos coincidem com a citação de Hay (1992), que descreve uma série de atividades referentes ao processo de compras que não agregam valor ao produto, como emissão de ordem de compra, transporte, descarga, inspeção, estocagem, contagem e movimentação até o ponto onde será usada.

Já Lubben (1989) destaca a importância da proximidade entre cliente e fornecedor, citando três vantagens fundamentais, as quais se resumem no envolvimento mais cedo do fornecedor, na melhoria das soluções de problemas e na facilidade de comunicação.

No Estado do Espírito Santo, por exemplo, uma determinada cerâmica, já percebida pelas construtoras como uma fornecedora de lajotas de alta qualidade, recebeu o aval dos seus clientes para o fornecimento de lajotas paletizadas. Como resultado, a empresa investiu numa linha de produção automatizada, produzindo lajotas de altíssima qualidade e propícias para a paletização (fotos 1 e 2 da figura 5). Como resultado, pode-se constatar que a confiança das construtoras nesta cerâmica fez com que as atividades relativas ao controle de qualidade e a contagem das lajotas, que não agregam valor, fossem abandonadas nos canteiros de obras.

Além da eliminação da contagem e do controle de qualidade feito pelos clientes, as entregas JIT em regime de milk run são facilitadas pelo fato de a cerâmica trabalhar com caminhões dotados de guindastes para o descarregamento dos pallets. Assim, os clientes podem receber suas lajotas paletizadas rapidamente, em suas docas de recebimento, ou, se preferirem, podem mesmo recebê-las em um dos três primeiros pavimentos de suas obras (foto 3 da figura 5).

Após o recebimento dos pallets de lajota, a construtora pode ainda, facilmente, movimentá-las internamente, por meio dos “carrinhos paleteiros” (foto 4 da figura 5), integrando totalmente o pallet de lajotas à sua logística interna de movimentação.



**Figura 5 - Paletização, entrega e movimentação de lajotas dentro dos canteiros de obras**

## 6 VANTAGENS NO ENSINO-APRENDIZADO PERCEBIDAS APÓS A CONTEXTUALIZAÇÃO

Após esse grande ensaio de contextualização, como estratégia construtivista de ensino-aprendizagem, os 6 alunos selecionados saíram da situação de alunos passivos, ou de simples receptores de informações sobre a filosofia lean para a situação de multiplicadores, inclusive auxiliando o docente na transferência desses conhecimentos para os novos alunos.

O ponto mais marcante dessa experiência, entretanto, foi observar que esses 6 alunos, na ânsia de comprovar suas novas percepções e de sistematizar o uso das novas ferramentas percebidas, sentiram a necessidade de aprofundamento sobre as Construções Enxutas. Assim, apoiados pelo docente, buscaram material que tratasse genuinamente das Construções Enxutas, tornando-se leitores e debatedores assíduos dos trabalhos do NORIE (Núcleo Orientado pela Inovação da Edificação) e dos artigos produzidos pelo Grupo Internacional pela Lean Construction (IGLC), tanto no âmbito acadêmico, como nos seus canteiros de obras. Essa constatação vem de encontro com a metodologia desenvolvida por Hirota et al (1999), que além da utilização de mapas mentais, propõem o uso da aprendizagem experencial e organizacional.

## 7 CONCLUSÕES

- ✚ Há evidências de que na cidade de Vitória - ES as bases científicas da Lean Construction não estão sendo perfeitamente apropriadas pelos engenheiros, por falta de uma metodologia construtivista de ensino;
- ✚ Há evidências de que na cidade de Vitória - ES a Lean Construction está sendo interpretada nas construtoras como mais um método de aceleração de obras, dificultando sua contextualização no dia-a-dia da Construção Civil;
- ✚ Há evidências de que na cidade de Vitória - ES as grandes e boas construtoras, mesmo de forma inconsciente, utilizam com sucesso alguma “ferramenta lean”; e
- ✚ Há evidências, de que com a utilização de alunos trabalhadores, compondo uma amostra controlada pelo docente, a epistemologia construtivista, traduzida a partir do método socrático ou dedutivo e operacionalizada pela contextualização das ferramentas lean nos canteiros de obras, representa uma boa estratégia pedagógica para inserir o alunado da Construção Civil na verdadeira concepção da Lean Construction.

## **REFERÊNCIAS**

- ANTUNES, C. **As inteligências múltiplas e seus estímulos.** Campinas, SP: Papirus, 1998.
- BICHENO, J. **The New Lean Toolbox:** toward fast, flexible flow. Buckingham, PICSI Books, 2004.
- BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro.** Porto Alegre: Bookman, 1998.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** São Paulo: Paz e Terra, 2005.
- GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta:** um processo de aprimoramento contínuo. São Paulo: Claudiney Fullman, 1993.
- HARTLEY, J. R. **Engenharia simultânea:** um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- HAY, E. J. **JUST-IN-TIME:** um exame dos novos conceitos de produção. São Paulo: Maltese - Norma, 1992.
- HIROTA, E.H. et al. In:Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-7 ), Berkeley, California, USA, 26-28 July 1999. **Learning how to learn lean construction concepts and principles.** Disponível em: < <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-7/> >. Acesso em: 03 jun. 2008
- ISATTO, E. L et al. Lean Construction: **Diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil.** Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.
- KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction.** Technical Report n.72, Center for Facility Engineering, Stanford University, 1992.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota:** 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LUBBEN, R. T. **Just in time:** uma estratégia avançada de produção. São Paulo: Mc Graw-Hill, 1989.
- MARCHWINSKI, C.; SHOOK, J. **Léxico Lean.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI F. P. **Administração da produção.** São Paulo: Saraiva, 2001.
- MORETTO, V. P. **Construtivismo:** a produção do conhecimento em aula. Rio de Janeiro: DP&A editora, 2003.
- MORETTO, V. P. **Prova: um momento privilegiado de estudo não um acerto de contas.** Rio de Janeiro: DP&A editora, 2005.
- PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas:** problema central do desenvolvimento. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1996.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.